Mecatrônica

Qualificação Profissional - Apostila

Presidente da República
Luíz Inácio Lula da Silva

Ministro do Trabalho e Emprego
Luiz Marinho

Secretário de Políticas Públicas de Emprego - SPPE
Remígio Todeschini

Diretor do Departamento de Qualificação Profissional - DQP
Antônio Almerico Biondi Lima

Coordenadora-Geral de Qualificação Profissional - CGQUA
Tatiana Scalco Silveira

Coordenador-Geral de Certificação e Orientação Profissional - CGCOP
Marcelo Alvares de Sousa

Coordenador-Geral de Empreendedorismo Juvenil
Misael Goyos de Oliveira

© copyright 2006 - Ministério do Trabalho e Emprego

Secretaria de Políticas Públicas de Emprego - SPPE
Departamento de Qualificação DEQ
Esplanada dos Ministérios, Bloco F, 3º andar, Sala 306
CEP:70059-900 Brasília DF
Telefones: (0XX61) 317-6239 / 317-6004
FAX: (0XX61) 224-7593
E-mail: **qualificacao@mte.org.br**

Tiragem: 500 exemplares (Venda Proibida)

Elaboração, Edição e Distribuição:
CATALISA - Rede de Cooperação para Sustentabilidade
São Paulo - SP
www.catalisa.org.br
E-mail: **catalisa@catalisa.org.br**

Entidade Conveniada:
Instituto Educação e Pesquisa Data Brasil
R. Moreira Cezar, 2715 - Sala 2B - Centro - Caxias do Sul - RS

Ficha Catalográfica:
Obs.: Os textos não refletem necessariamente a posição do Ministério do Trabalho e Emprego

Qualificação Profissional - Apostila

Mecatrônica

• SP - Julho de 2006 •

Este material didático se destina à Qualificação Profissional e não à formação Técnica.

Indice

1 – INTRODUÇÃO À MECATRÔNICA 17
O que é Mecatrônica 17
Tendências de Mercado 19
Gestão de manufatura 19
Afinando alguns conceitos 20
Campos de atuação
do profissional de mecatrônica 22
O que a indústria espera
do profissional de mecatrônica? 22
Competências sociais e pessoais 22
Competências técnicas 23
Tecnólogo em mecatrônica 23
Técnico em mecatrônica 25
Olhando para o futuro 26
A informação fluindo entre a automação e os sistemas corporativos 27

2 – TECNOLOGIA MECÂNICA 28
Propriedades dos materiais 28
Propriedades físicas 29
Propriedades químicas 31
Fundindo metais 31
Obtenção do ferro gusa 32
Usando o forno 33
Transformando o ferro-gusa em ferro fundido 34
Classificando os diversos tipos de ferro fundido 35
Fabricação do aço 37
Melhorando as propriedades do aço 40
Como melhorar a resistência dos metais 42
Conhecendo os diferentes tratamentos térmicos 44
O que são tensões internas? 44
O que é recozimento pleno? 45
Vantagens do tratamento térmico do aço 46
Conhecendo os diferentes tratamento termoquímico 49
Cementação 50
Cobre 51
Obtendo o cobre 51
Bronze 53
O Alumínio 55
Conhecendo as ligas de alumínio 57
O Latão 59
Ligas de cobre e níquel 59
Combatendo a Corrosão 60
METALIZAÇÃO 61
Pintura 61

3 – HIDRÁULICA 62
Introdução à hidráulica 62
Definição de pressão 64
Conservação de energia 64
Transmissão de energia hidráulica 64
Vantagens do acionamento hidráulico 65
Óleo hidráulico 65
Pressão numa coluna de fluido 66
A pressão atmosférica alimenta a bomba 66
As bombas de deslocamento positivo criam o fluxo 67
Como é criada a pressão 67
Fluxos paralelos 68
Fluxo de série 68
Queda de pressão através de uma restrição (orifício) 68
A pressão indica a carga de trabalho 69
A força é proporcional à pressão e à área 69
Calculando a área do pistão 69
Velocidade de um atuador 70
Velocidade na tubulação 70
Procedimento para se determinar as dimensões da tubulação 71
Tubulação e suas especificações 71
Trabalho e energia 72
Potência num sistema hidráulico 72
Torque 73
Princípios de pressão 73
Como é criada a pressão 74
Pressão atmosférica 74
Barômetro de mercúrio 74
Medindo o vácuo 75
Resumo das escalas de pressão e vácuo 75
Princípios de fluxo 75
Como medir o fluxo 76
Vazão e velocidade 76
Fluxo e queda de pressão 76
O fluido procura um nível 76
Fluxo laminar e turbulento 76
O princípio de Bernoulli 77
Simbologia hidráulica 77
Seleção de fluidos 79
Óleos minerais 79
Fluidos de base sintética 79
Requisitos de qualidade 80
Seleção de um fluido hidráulico 81
Peso Específico 81
Viscosidade 81
Viscosímetro Universal Saybolt 82
Problemas de Viscosidade 84
Índice de viscosidade 84
Valor lubrificante 85
Ponto mínimo de fluidez 85
Oxidação e contaminação 85
Controles de Fluxo 86
Tipos de controles de fluxo 86

Controles de Pressão 89
Válvula de alivio de pressão hidráulica 89
Válvula redutora de pressão 91
Válvulas de seqüência 92
Acumuladores 93
Acumuladores Hidráulicos 94
Tipos de acumuladores 94
Acumulador de gravidade ou de peso 95
Acumulador de mola 95
Acumulador a gás ou a ar 96
Acumulador sem separador 96
Acumulador com pistão separador 97
Acumulador com elemento separador de diafragma 98
Acumulador de bexiga 98
Filtro de entrada ou de reservatório 99

4 - PNEUMÁTICA 100
Introdução à Pneumática 100
Desenvolvimento da técnica do ar comprimido 101
Propriedades do Ar Comprimido - Vantagens na Utilização da Pneumática. 102
Limitações da Pneumática 103
Relação Custo/Benefício 103
Unidade de medida e fundamentos físicos 106
Preparação do Ar Comprimido 106
Cilindros de Ação Dupla com Execução Especial 113
Cálculos dos cilindros 118
Consumo de ar do cilindro 120
Conexões do Cilindro 121
Válvulas de Comando - Dimensionamento 122
Circuitos Pneumáticos e Hidráulicos 127
Conceito 127
Caso de automação nº. 1 129
Caso de automação nº. 2 131
Simbologia pneumática básica 133

5 - ELETRICIDADE BÁSICA 134
Atomística 134
Moléculas e Ligações Químicas 134
Estrutura dos átomos 135
Elétrons, prótons, nêutrons, cargas elétricas 135
Estabilidade dos átomos 136
Elétrons de valência, íons 136
Ligação iônica 137
Ligação atômica (ligação covalente) 137
Ligação metálica 137
Padrões elétricos e convenções 138
Prefixos métricos 139
Cargas elétricas 140
Tensão elétrica - Lei de Coulomb 140
Linhas de força do Campo Elétrico e formas do campo 141

Separação das cargas e tensão elétrica *141*
Produção de tensão elétrica *142*
Tensão normalizada *143*
Unidade e símbolo da tensão elétrica *143*
Tipos de tensões elétricas *143*
Medida de tensão elétrica *144*
A corrente elétrica *144*
Leis básicas da corrente elétrica contínua *145*
Unidade e símbolo da corrente elétrica *145*
Tipos de corrente elétrica *146*
Perigos da corrente elétrica *146*
Condutores e isolantes elétricos *147*
Carga elétrica *148*
Potencial Elétrico *151*
Corrente Elétrica *152*
Potência e energia elétrica *155*
Resistores e códigos de cores *155*
Leis de Ohm *160*
Potência Elétrica *162*
Lei de Kirchhoff *162*
Circuitos elétricos 163
Circuitos elétricos básicos *163*
Tensão em circuito paralelo *166*
Resistência elétrica no circuito em paralelo *167*
Cálculo da resistência equivalente *167*
Vantagens do circuito em paralelo sobre o circuito em série: *168*
Corrente elétrica no circuito em paralelo *168*
Circuito elétrico misto *168*
O futuro da eletricidade *170*

6 – ELETRÔNICA 171
Eletrônica Analógica e Digital 172
Vantagens da eletrônica digital 174
Conversão de base binária para a base decimal *175*
Álgebra Booleana *176*
Circuitos Combinacionais *179*
Circuitos Seqüenciais 187
Conversores Digitais/Analógicos e Analógicos/Digitais 192
Conversão Digital/Analógica para seqüência de Bytes. *192*
Portas Lógicas *200*

7 – MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES 202
Microcontroladores 202
Software *204*
Hardware *205*
Noções de computador 205
MEMÓRIA 207
Dispositivos de entrada e saída 208
Sistemas básicos de um microprocessador *209*

8 - PROGRAMAÇÃO 210
LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO 210
Programas 211
O que é um diagrama de blocos? 214
Simbologia 214
Constantes, variáveis e tipos de dados. 215
Constantes 215
Variáveis 216
Estrutura de decisão e repetição 220
Arquivos de dados 226
Conceitos básicos 226
Macro-fluxo 229
Simbologia 231
LINGUAGEM C 232
Fundamentos da linguagem C 232
Linguagens de programação 232
Linguagens de baixo e alto nível 233
Linguagem C 234
Histórico 235
Conjunto de caracteres 235
Diretivas de compilação 236

9 - REDE DE COMUNICAÇÃO 238
Evolução dos sistemas de computação 238
Evolução das arquiteturas 240
Redes de computadores 243
Parâmetros de comparação 244
Custo 245
Retardo de Transferência 245
Desempenho 246
Confiabilidade 246
Modularidade 247
Compatibilidade 247
Sensibilidade Tecnológica 248

10 – ROBÓTICA 249
CONCEITOS BASICOS DE UM ROBÔ 249
Sensoriamento e programação 250
Classificação 251
Região de trabalho de um robô 254
Acionamentos de robôs 254
Programação de robôs industriais 256
Programação Gestual 256
Programação Textual 257
Gerações de linguagens de programação de robôs 257
Linguagens de segunda geração 258
Estrutura da linguagem de programação de robôs 258
Constantes e variáveis 260
Comandos de movimento 261
Definições de pontos no espaço de trabalho 261

Cálculos e operações *263*
Controle do programa *263*
Sub-rotinas *264*
Comunicações e processamentos de dados *264*
Cooperação do robô com equipamentos tecnológicos externos *265*
*Sensores: os olhos da Mecatrônica Industrial** *269*

11 - COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO 272
Construindo um Sistema Inteligente 273
Tecnologia CNC *274*
A IHM (Interface Homem Máquina) *276*
Controles flexíveis 277
Máquinas controladas numericamente 279
Trocadores de ferramentas 281
Ciclos de Usinagem *282*
Programação - Linguagem ISO *282*
CNC MCS : Instruções Básicas de Programação *285*
Programação iso (códigos g) *293*

12 - CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS 297
Fases históricas 297
Vantagens do uso de controladores lógicos programáveis 298
Funcionamento do CLP 299
Estrutura interna do CLP *300*
Módulos ou interfaces de entrada *303*
Módulos especiais de entrada *305*
Módulos ou interfaces de saída *305*
Capacidade de um CLP 307
Linguagens de Programação 307
Step 5 ..... *307*
Intercambialidade entre representações *308*
Estrutura da linguagem *308*
Sistema "Bus" *308*
Execução das instruções *308*
Símbolos de linguagens de programação 309
Lista de instruções (AWL) ou (STL) *310*
Lista de instruções (DIN) *310*
..... *310*
Dispositivos de programação *311*
Soluções através do CLP *311*
Programas de controladores programáveis *311*
Software Ladder Diagram *312*
Estrutura de uma instrução Ladder *312*
Noções básicas de representação *313*

13 - DESENHO TÉCNICO 316
Elaborando um desenho técnico *317*
O que é geometria descritiva *318*
Projeção ortogonal *318*

O que é cubo de referência *320*
O que são projeções em perspectiva? *321*
Ângulos 323
O que são linhas isométricas? *324*
O que são eixos isométricos? *325*
Corte total *325*
O que é corte total *327*
O que é corte parcial *328*
conheça as referências técnicas mais importantes 329
FORMATOS DE PAPEL (Ref.: NBR 10068) 331
LEGENDA (Ref.: NBR 10068) 331
ESCALAS (Ref.: NBR 8196) 333
LINHAS (Ref.: NBR 8403) 333
LETRAS E ALGARISMOS - CALIGRAFIA TÉCNICA (Ref.: NBR 8402/1994) ... 335
COTAGEM (Ref.: NBR 10.126/1987) 335

14 – METROLOGIA E INSTRUMENTAÇÃO 338
A humanidade e as medidas
Um breve histórico das medidas 338
PadrÕes Ingleses 341
Padrões Brasileiros 341
Múltiplos e submúltiplos do metro *342*
Metrologia Científica e Industrial 344
Estrutura Internacional da Metrologia Científica *344*
Acordos internacionais relacionados aos padrões de medição *345*
Equivalência internacional de padrões de medição nacionais *345*
Metrologia Legal *346*
Instrumentação – aparelhos de medição 347
Paquímetro *348*
Principais tipos e usos *349*
Princípio do nônio *350*
Micrômetro 352
Princípio de funcionamento *353*
Nomenclatura *354*
Principais usos *355*
Calibradores 357
Tipos de calibrador *357*
Verificadores *360*
Dimensões *361*
Cálculo da resolução *364*
Leitura do goniômetro *365*
O relógio comparador *365*
Relógio comparador eletrônico *368*
Multímetro 368
Voltímetro 369
Amperímetro 369
Osciloscópio 370
Rugosidade 371
Conceitos básicos *373*
Superfície geométrica *373*
Superfície real *373*
Superfície efetiva *374*

Perfil geométrico *374*
Perfil real *374*
Perfil efetivo *375*
Perfil de rugosidade *375*
Composição da superfície *375*
Critérios para avaliar a rugosidade *377*
Sistemas de medição da rugosidade superficial *378*
Controles Trigonométricos 378
Medição de encaixe rabo-de-andorinha *380*
Termos mais utilizados em Metrologia 383
SIGLAS *386*

15 – ORGANIZAÇÃO E NORMAS 388
O que é Normalização 388
Comitês Técnicos de Normalização 389
ABNT *389*
Sinmetro *390*
Qualidade 393
A Evolução do Conceito de Qualidade *393*
A Necessidade de Padronização *394*
A ISO 395
A ISO Série 9000 ..... *395*
Os Elementos da ISO Série 9000 ..... *397*
O Sistema de Documentação *398*
Os Benefícios da ISO 9000 ..... *402*
Manual da qualidade *404*
O Sistema KANBAN 405
O Sistema Just In Time* 409
Fundamentos e características *410*
Objetivos principais do Just In Time *410*
Educação e Treinamento *411*
O JIT e os Custos de Produção *411*

16 – MANUTENÇÃO INDUSTRIAL 414
A manutenção e a vida de uma máquina 415
Histórico e evolução da manutenção 415
Conservação ou manutenção? *415*
Por que essa evolução? Argumentos técnicos e econômicos explicam-na. *416*
Critérios que valorizam a manutenção 416
A função manutenção 417
Os diferentes setores que praticam a manutenção *418*
O técnico de manutenção 418
Algumas observações sobre a profissão técnico em manutenção *419*
A manutenção corretiva 420
AÇÕES DE MANUTENÇÃO CORRETIVA: *420*
Definições de manutenção corretiva *421*
Evolução da manutenção corretiva *422*
manutenção preventiva 423
Evolução do conceito de manutenção 425
ManutençÃo preventiva total (TPM) 426

Manutenção autônoma 427
Efeitos da TPM na melhoria dos recursos humanos 428
Falhas em Máquinas 429
Origem dos danos 429
Análise de falhas em máquinas 429
Características gerais dos danos e defeitos 430
Ferramentas de aperto e desaperto 431
Ferramentas 431
Alicates 435
Rolamentos 437
Aplicação de rolamentos 438
Como verificar as condições de um rolamento 438
Inspeção de rolamentos em máquinas 440
Procedimentos para desmontagem de rolamentos 441
Lubrificação Industrial 442
Lubrificantes 443
Classificação dos óleos quanto à origem 443
Aplicações dos óleos 443
Graxas 445
Tipos de graxa 445
Lubrificantes sólidos 445
Aditivos 446
Lubrificação de mancais de rolamento 447
Lubrificação com graxa 447
Lubrificação com óleo 447
Intervalos de lubrificação 447
Lubrificação dos mancais dos motores 447
Lubrificação de engrenagens fechadas 447
Lubrificação de engrenagens abertas 448
Lubrificação de máquinas-ferramenta 448
Planejamento e Controle da Manutenção - P.C.M. 449
Planejamento do trabalho 450
Cálculo do serviço 450
Programa dos serviços 450
Planejamento de pessoal 450
Orçamento 451
Desempenho 451
Ferramentas 451
Materiais e peças de reposição 452
Equipamentos, máquinas e instalações 452
Manutenção Preventiva e de Rotina (MP e MR) 452
Manutenção Corretiva (MC) 453
Comissão executiva de peças de reposição 453
Responsabilidade e atribuições da comissão 454
Oficinas de manutenção 454
Membros efetivos da comissão executiva 455
Procedimentos 455

17 – SEGURANÇA NO TRABALHO 456
O que é Segurança do Trabalho 456
Acidente no trabalho 458
Onde atua o profissional de Segurança do Trabalho 459

O que faz o profissional de Segurança do Trabalho *459*
Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA 461
Campanhas de segurança *462*
Normas 464

18 - GESTÃO E QUALIDADE 466
A qualidade na empresa 466
Buscando melhoria de produtividade e excelência *466*
Gestão pela qualidade 467
Quanto se deve investir em qualidade para se ter menores custos? *472*
Análise dos resultados de investimentos em qualidade *472*
Padronização e formalização de rotinas e processos *472*
Valorização do ambiente de trabalho *476*
O PROGRAMA DOS 5S's
Prática japonesa com sotaque brasileiro 478
O que são os 5S's? *479*
Método de Solução de problemas 481
O ciclo PDSA *481*

19 – MATEMÁTICA APLICADA 483
Introdução 483
As operações *483*
Frações e números decimais 486
Operações com frações *488*
Adição e subtração de frações *488*
Multiplicação de frações *489*
O inverso de um número *490*
As porcentagens *491*
Potenciação 491
Raiz quadrada 493
Equação do Primeiro Grau 494
Equação do Segundo Grau 496
Triângulos e trigonometria 497
A diagonal do quadrado *498*
A trigonometria do triângulo retângulo *499*
Números Complexos 502
Representação gráfica *504*
Forma Trigonométrica *505*
Fórmulas de Moivre *505*

20 - INFORMÁTICA 506
Introdução à informática 506
O cérebro eletrônico 507
O Computador *507*
Os Discos *508*
Microsoft Windows XP 508
Introdução *508*
Inicializando o Windows XP *509*
Encerrar o Windows XP *509*

Área de trabalho (Desktop) 510
Botão Iniciar 510
Relógio 510
Movendo a barra de tarefas 510
Painel de controle 510
Trabalhando com o Microsoft WordPad 511
Windows Explorer 512
Copiar, recortar e colar arquivos 513
Outlook Express 514
Respondendo uma mensagem 515
Enviando mensagens com arquivo em anexo 515
WORD (versaõ 2000) 516
Iniciar o editor de textos 516
Configurar ambiente de trabalho 516
Formatando fontes 517
Alinhamento do texto 518
Cor da fonte 518
Abrir documento/Salvar/Salvar como 518
Numeração e Marcadores 519
Selecionando, copiando e colando partes do texto 520
Teclas de atalho 520
Localizando textos e palavras 520
Substituindo textos e palavras 521
Múltiplas colunas 523
Tabelas 523
Autoformatação de tabelas 524
Alterar largura de linhas e colunas das tabelas 524
Acrescentar e excluir linhas da tabela 525
Acrescentar ou excluir colunas da tabela 525
Formatar bordas da tabela 526
Ordenação de dados em uma tabela 526
Inserir Figuras 526
Modificar a figura. 527
Inserindo Autoformas 527
Trabalhando com Word Art 528
EXCEL 528
Planilhas eletrônicas 528
Carregando o Excel 7 529
A Tela de trabalho 529
Movimentando-se pela planilha 530
Usando teclas 531
Usando a caixa de diálogo 531
Usando o mouse 532
Inserindo os dados 533
Entrada de números 533
Entrada de textos 534
Entrada de fórmulas 535
A Auto-Soma 536
Alteração do conteúdo de uma célula 536
Salvando uma planilha 537
Carregando uma planilha 538
Formatação de células 539
Seleção de faixas 539

Selecionando com o mouse *539*
Selecionando com o teclado *540*
Desmarcando uma faixa *540*
Formatação de textos e números *540*
Formatação de números *540*
Alteração da largura das colunas *541*
Alterando a largura da coluna com o mouse *541*
Alterando a largura da coluna por meio da caixa de diálogo *541*
Apagando o conteúdo de uma ou mais células *542*
Criando gráficos *542*
Impressão da planilha *545*
Fechando a planilha atual *545*
Criação de uma nova planilha *546*
Abandonando o EXCEL 7 ..... *546*
POWER POINT 546
Abrindo uma apresentação existente *546*
Editando a apresentação *549*
INTERNET EXPLORER 572
O que é a Internet? *572*
World Wide Web (WWW) *572*
Endereços eletrônicos *572*
O programa Internet Explorer *573*
O correio eletrônico 575
Quanto ao envio e recebimento de mensagens *579*

21 – TÉCNICAS DE REDAÇÃO 580
Introdução 580
A palavra da comunicação 581
Expressividade *581*
Simplicidade *581*
Gêneros 583
Narração *583*
Descrição *584*
Dissertação *584*
Processo de Redação 585
Fortalecendo idéias 586
Apresentação da redação 587
Iniciando a redação 588

22 – INGLÊS TÉCNICO 590
Gramática – principais diferenças entre inglês e português 590
Adjective-noun order *590*
Prepositions *593*
Common Expressions *596*
Pronouns 596
Simple Present 600
Simple Past 601
Verbos Regulares: *601*
Verbos Irregulares *602*
Interrogative form *602*

Negative Form *602*
O passado do verbo TO BE *603*
Present Continuous Tense 603
Simple Future 605
Adverbs 606
Posição dos Advérbios *609*
Técnicas de leitura 611
Glossário de termos técnicos em Mecatrônica 614
Vocabulário em Mecatrônica 615

23 – RELAÇÕES INTERPESSOAIS 637
Comunicação 637
A comunicação nas empresas *637*
Alguns canais que atrapalham a comunicação *637*
Fluxos de comunicação *638*
Planejamento das ações de comunicação *639*
Posturas *639*
Sobre as diferenças entre as pessoas: outro método de avaliação *640*
Caracterização dos estilos de comunicação *641*
Como tornar a comunicação mais eficiente 643
Dez razões porque falhamos em nos comunicar *645*
Valores e Atitudes 646
Motivação: o segredo do sucesso 647
Trabalho em equipe 648
Marketing Interpessoal para administrar relacionamentos 649
A postura adequada para um profissional 651
A criatividade no trabalho 651
Cidadania e ética no trabalho 653
A Consciência da Cooperação 654
As Quatro Atitudes 657

1 – INTRODUÇÃO À MECATRÔNICA

O QUE É MECATRÔNICA

A Mecatrônica pode ser definida como a integração sinérgica das tecnologias das áreas de mecânica, eletrônica, computação e controle inteligente com vistas ao projeto e automação de equipamentos e processos: um sistema interligado de planejamento e produção, de engenharia de produto, processo, suporte e *marketing*, voltados para a produção de bens manufaturados.

Assim, o profissional de Mecatrônica tem uma qualificação híbrida em eletrotécnica, eletrônica, mecânica e informática, que vem sendo demandada pelo parque industrial, envolvendo a montagem e manutenção corretiva e preventiva de sistemas integrados eletroeletrônicos, eletropneumáticos, eletro-hidráulicos e mecânicos destinados a equipamentos e processos de manufatura. A Mecatrônica e a robótica são consideradas aspectos tecnológicos de base para a iniciação aos novos e crescentes recursos da automação nos processos industriais.

A mecatrônica é um ramo recente da engenharia que procura incorporar aos sistemas mecânicos os avanços proporcionados pela microeletrônica e pela computação.

Recentemente o termo *mecatrônica* tornou-se muito popular, juntando as noções *mecanismo* e *eletrônica.* A noção *mecanismo* subentende área de mecânica; a noção *eletrônica* subentende êxitos da microeletrônica e informática, que deram possibilidades de criar os microcomputadores de alta produtividade.

A mecatrônica, como uma área técnica, é desenvolvida à base de eletromecânica. A eletromecânica está baseada nas noções de *mecanismo* e *eletrônica* também. Todavia, comparando eletromecânica e mecatrônica, é necessário ter em vista os diferentes níveis da tecnologia correspondentes aos termos. A eletromecânica foi desenvolvida após o desenvolvimento dos

jetromotores do tipo corrente contínua e corrente alternada e após o de componentes eletrônicos, que podem ser usados para controlar esses motores. Tais componentes eletrônicos são tiristores e transistores, cujas propriedades podem ser usadas para realizar a parte de potência do sistema de controle. O desenvolvimento dos amplificadores operacionais deu a possibilidade de projetar os esquemas eletrônicos com pequeno tamanho, para executar a transformação complexa dos sinais analógicos.

A sinergia entre mecânica, eletrônica e computação ocorre naturalmente em um sistema mecatrônico. Sensores eletro-eletrônicos coletam informações a respeito das condições ambientais ou de operação do sistema mecânico, as quais são processadas em alta velocidade em microprocessadores, gerando ações de controle que atuam sobre o sistema. Incorporando a capacidade de receber e processar informações, os sistemas mecânicos tornam-se capazes de se adequar, automaticamente, a diferentes condições de operação.

Historicamente a aplicação dos computadores digitais para controle na área da eletromecânica teve, como resultado, aspectos positivos. Numa primeira fase, a utilização de computadores foi limitada devido ao alto custo e baixa confiabilidade. Mas em 1971, com o resultado dos êxitos na área da microeletrônica, foi criado o primeiro microprocessador de quatro “bits” pela firma INTEL (EUA), que recebeu o número 4004. Como resultado desse nascimento, começou a utilização em larga escala dos computadores à base de microprocessadores para controle de várias máquinas industriais.

Hoje, no mercado, há muitos modelos de microprocessadores de oito, dezesseis e trinta e dois “bits” que têm produtividade de até alguns milhões de operações por segundo. Foram projetados microprocessadores digitais para processamento dos sinais analógicos de alta freqüência. Dessa maneira, por causa dos êxitos na área da microeletrônica, muitas funções de controle em sistemas eletromecânicos podem ser realizadas por microprocessador digital em tempo real.

O desenvolvimento dos componentes semicondutores de potência criou a oportunidade para que se iniciasse a projeção de conversores de energia elétrica para vários atuadores, ou seja, motores. Foram desenvolvidos os sensores de alta precisão (1 µm e 1"). Esses sensores possuem saída digital e podem ser ligados ao computador, ou seja, ao microprocessador diretamente. Hoje o controle à base de computador é usado freqüentemente.

Na concepção comum, robô é uma máquina feita de lata, que tem corpo (mãos, braços e pernas), fala, anda e faz várias atividades inteligentes, bastando acionar um botão. Para a mecatrônica, robôs são processos controlados por computador que possuem certo grau de inteligência e autonomia. Um carro com piloto automático ou um braço mecânico utilizado em uma grande fábrica entram nessa concepção.

TENDÊNCIAS DE MERCADO

A automação industrial no Brasil ocupa lugar de destaque pelas suas implicações sócio-econômicas no que diz respeito ao conjunto da sociedade brasileira.

A imperiosa necessidade de as indústrias modernizarem-se, visando atender à crescente competitividade gerada pela globalização da economia, tem exercido forte pressão sobre os demais setores econômicos.

Há, hoje, a clara consciência de que modernizar-se é condição vital para a permanência das empresas no mercado. Essa modernização é caracterizada pela adoção de novas formas de gestão e de produção, com a finalidade de reduzir custos, melhorar a qualidade e aumentar a satisfação dos clientes.

A automação industrial é responsável pela disseminação de modernas técnicas de gestão e produção, uma vez que elas contribuem para a diminuição de custos, prazos de entrega, perdas de insumos, estoques intermediários e *downtime*.

Além disso, contribuem ainda para o aumento da qualificação da mão-de-obra, da qualidade do produto e de seu nível tecnológico, da adequação do fornecedor a novas especificações, da capacidade de produção, da flexibilidade do processo e da disponibilidade de informações.

O mercado de mecatrônica hoje é influenciado pelo seguinte contexto:

- Ampliou-se o foco no cliente; conseqüentemente, ocorreu segmentação de mercado;

- Contínua internacionalização e crescimento das corporações, aliados à consolidação da prática de fornecimento global;

- Diminuição dos ciclos de vida dos produtos;

- Enorme desenvolvimento da tecnologia da informação e grande velocidade de difusão tecnológica.

GESTÃO DE MANUFATURA

O novo cenário econômico refletiu-se diretamente na manufatura. Modelos de produção baseados nos ganhos de escala e padronização hoje são questionados e suplantados; o setor industrial é levado a um novo patamar de complexidade, dado a gama bem mais ampla de produtos que o mercado passa a demandar.

A gestão da manufatura é desafiada ao desenvolvimento de um novo modelo, que leva ao surgimento de novas filosofias de gestão de manufatura e a um enorme aprimoramento do conhecimento já existente. A função "Produção", como definido na escola estruturalista de Administração, passa a ser reconhecida como tendo um papel fundamental no sucesso das corporações, passando a ser mais bem designada como função "Manufatura".

Muito da função produção ou manufatura ser alçada à condição de tornar-se estratégica na organização, foi devido ao enorme crescimento econômico japonês ocorrido nas décadas de 60, 70 e 80.

Modelo japonês:

- Baseado em melhoria
- Adaptação a um estilo de manufatura de menores lotes focados na customização, através da máxima diversificação.

Métodos utilizados:

- Just in time
- Lean manufacturing

Sendo estes estudados e reputados como a base e suporte principal da estratégia de máxima diversificação dos produtos e segmentação de mercados

Afinando alguns conceitos

Manufatura - Estabelecimento industrial que tem por função a fabricação de produtos a partir da composição de matérias-primas e/ou produtos semi-acabados. Por ser classificada em Manufatura seriada ou Manufatura em batelada.

Just In Time - Modelo de produção criado no Japão, que consiste em integrar componentes (fabricados por diferentes fornecedores) para a fabricação de produtos finais no exato momento em que serão necessários para a montagem. Isso possibilita a diminuição de acúmulo de estoques e matérias-primas, diminuindo-se os custos de produção.

Lean Manufacturing - Surgiu na Toyota no Japão pós-Segunda Guerra Mundial e tem como filosofia a expurgação dos desperdícios no processo organizacional de uma companhia. No início, muitas empresas enxergavam apenas a área de produção como foco para a aplicação do Lean Manufacturing. Hoje se define como a filosofia Toyota aplicada a todas as dimensões dos negócios

de uma organização. O Pensamento Enxuto é uma filosofia operacional ou um sistema de negócios, uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em outras palavras: fazer cada vez mais com cada vez menos - menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço - e, ao mesmo tempo, aproximar-se permanentemente de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam no tempo certo. Também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor. É uma forma de criar novos trabalhos em vez de simplesmente destruir empregos em nome da eficiência. Mas trabalho que efetivamente agregam valor. Eliminam-se desperdícios e não empregos.

O que a indústria busca?

- Produtividade
- Velocidade - redução de lead time em todo o processo
- Flexibilidade
- Acuracidade

Como conseqüência, temos:

- Redução dos custos totais
- Melhoria da qualidade
- Eliminação de tempos de troca

Troca rápida: É o conjunto de técnicas que permitem estudar e realizar as operações de troca de ferramentas e setup em tempos reduzido.

Benefícios:

- Flexibilidade : as empresas podem produzir as necessidades do cliente sem as despesas de excesso de estoques;
- Entregas mais rápidas : lotes de produção menores significam lead times menores e menor tempo de atendimento;
- Melhor qualidade: menores estoques, em caso de defeitos, significam menos peças com defeitos;
- Maior produtividade : tempos menores de setup significam menos tempo parado, o que significa maior produtividade do equipamento.

CAMPOS DE ATUAÇÃO DO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA

Gerenciar, projetar e produzir produtos inteligentes baseados em microcontroladores e sistemas de controle são atividades de quem atua na área de mecatrônica. O profissional tem como campo de trabalho essencialmente as indústrias de base (siderúrgicas, aciarias), a indústria de manufatura do segmento metal-mecânico, das montadoras de automóveis, das fábricas de autopeças e evidentemente também o florescente segmento de serviços (projetos, consultorias). Nestes setores o engenheiro mecatrônico pode cuidar da gestão fabril/empresarial, da organização, do projeto, da fabricação e também da manutenção em atividades relacionadas com processos e com a automação industrial.

A palavra de ordem nessa profissão é automatizar, o que significa tornar processos de produção mais eficientes, econômicos, precisos e com maior qualidade do produto final.

É papel desse engenheiro, por exemplo, desenvolver o circuito de segurança interna de um prédio, programando os horários em que as luzes devem acender, onde ficam e como se alternam as câmeras de vídeos, em que pontos devem ser colocar os alarmes e como tudo isso deve funcionar com apenas alguns comandos.

Quanto maior a automação no cotidiano das pessoas, mais importante se torna seu trabalho. Por isso o mercado da mecatrônica, no Brasil e no mundo, está em franca expansão.

O QUE A INDÚSTRIA ESPERA DO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA?

As exigências profissionais da área de mecatrônica propõem desafios no sentido de se adquirir competências sociais e técnicas. Abaixo, segue quadro com as competências básicas para um bom desempenho no trabalho, bem como as questões essenciais de cada competência:

DESAFIOS	QUESTÃO ESSENCIAL
Conhecimento do trabalho	como fazemos as coisas?
Responsabilidade	o que e quando precisamos fazer?
Foco na melhoria contínua	como podemos fazer isto melhor?
Comportamento de líder e motivação	por que fazemos as coisas dessa forma?
Habilidade de ensinar e aprender	como passar nosso conhecimento para os outros e vice-versa?
Comprometimento/engajamento	de que forma posso contribuir para o trabalho?

COMPETÊNCIAS SOCIAIS E PESSOAIS

No campo das competências sociais e pessoais necessárias ao profissional de mecatrônica, são requisitos importantes:

- habilidade em negociação
- capacidade de ouvir
- trabalho em equipe
- falar em público
- pró-atividade
- organização
- resolução de conflitos
- língua estrangeira
- auto-aprendizado
- solução de problemas
- capacidade de expressão
- determinação

COMPETÊNCIAS TÉCNICAS

TECNÓLOGO EM MECATRÔNICA

O tecnólogo em mecatrônica deve adquirir competências técnicas de modo a poder desempenhar diversas funções na área de automação industrial, dentre as quais podemos citar:

- Projetista de equipamentos automatizados;
- Mantenedor de equipamentos;
- Gerência, coordenação, supervisão e/ou correlatas em setores administrativos;
- Pesquisa, desenvolvimento e de docência dentro de ambientes industriais e/ou acadêmicos.

Tal capacitação, proporcionada pelo domínio dos conhecimentos, habilidades e atitudes adquiridos, acrescida das características pessoais, deverá permitir-lhe a análise, interpretação e adaptação das possíveis soluções que a ciência e a tecnologia colocam à sua disposição para:

- Elaborar projetos e efetuar montagens de sistemas integrados eletroeletrônicos, eletropneumáticos, eletrohidráulicos e mecânicos, empregados em equipamentos e processos automatizados, testando seu funcionamento de acordo com padrões estabelecidos e normas. Específicas;

• Aplicar diagnóstico de falhas para localização de defeitos em máquinas e equipamentos automatizados, empregando instrumentos e aparelhos de teste;

• Reparar e/ou substituir elementos mecânicos e eletroeletrônicos em equipamentos e sistemas automatizados;

• Integrar equipes multiprofissionais com vistas ao projeto de implementação, atualização e manutenção de equipamentos e sistemas automatizados.

• Desenvolver produtos, utilizando recursos de computação gráfica (CAD) em microcomputadores e estações de engenharia, procedendo à geração dos respectivos programas de usinagem (CAM) e enviando-os às máquinas a comando numérico computadorizado (CNC - DNC) e à máquina de medição tridimensional a CNC (CAT);

• Especificar, programar, operar, implantar e orientar a utilização de máquinas CNC e sistemas flexíveis de manufatura (FMS);

• Controlar, de acordo com os graus de tolerância estabelecidos, a qualidade de produtos em processos de usinagem, empregando técnicas, instrumentos e aparelhos específicos;

• Coordenar grupos de trabalho e assistir tecnicamente profissionais da área de manutenção de equipamentos e sistemas automatizados, zelando e responsabilizando-se pela higiene e segurança;

• Especificar materiais, componentes, equipamentos e sistemas integrados a serem adquiridos, emitindo os competentes pareceres técnicos;

• Elaborar relatórios técnicos referentes a testes, ensaios, experiências e inspeções;

• Utilizar recursos da microinformática como ferramentas de trabalho no dia-a-dia;

• Desenvolver projetos de automação de equipamentos e processos manufaturados via controladores programáveis (CLP);

• Desenvolver tecnologia e pesquisa na área de mecatrônica/automação da manufatura, visando melhoria da produção;

• Atuar na área de produção-piloto, ensaios, desenvolvimento e pesquisa de produtos e processos manufaturados;

• Localizar, recuperar, tratar, propagar e utilizar informações técnicas, por meio de acesso à base de dados nacionais e internacionais;

• Empregar conceitos e técnicas de gestão da produção.

TÉCNICO EM MECATRÔNICA

Eis as funções principais de um técnico em mecatrônica:

• Montar, a partir de projetos, sistemas integrados eletroeletrônicos, eletropneumáticos, eletrohidráulicos e mecânicos, empregados em equipamentos e processos de manufatura, testando seu funcionamento de acordo com padrões estabelecidos e normas específicas;

• Identificar defeitos em máquinas e equipamentos microprocessados, empregando técnicas, instrumentos e aparelhos mecânicos e eletroeletrônicos de teste;

• Reparar e/ou substituir elementos mecânicos e eletroeletrônicos em equipamentos e sistemas automatizados;

• Integrar equipes multiprofissionais com vistas à implementação, atualização e manutenção de equipamentos e sistemas automatizados;

• Desenvolver desenhos de produtos utilizando recursos de computação gráfica (CAD) em microcomputadores e estações de engenharia, procedendo à geração dos respectivos programas de usinagem (CAM) e enviando-os às máquinas de comando numérico computadorizado (CNC - DNC) e à máquina de medição tridimensional à CNC (CAT);

• Programar e operar máquinas CNC e sistemas flexíveis de manufatura (FMS);

• Controlar, de acordo com os graus de tolerância estabelecidos, a qualidade de produtos em processos de usinagem, empregando técnicas, instrumentos e aparelhos específicos;

• Assistir tecnicamente profissionais da área de manutenção de equipamentos e sistemas automatizados, zelando e responsabilizando-se pela higiene e segurança;

• Fazer a especificação de materiais, componentes, equipamentos e sistemas integrados a serem adquiridos, emitindo pareceres técnicos;

• Elaborar relatórios técnicos referentes a testes, ensaios, experiências e inspeções;

• Utilizar recursos de informática como ferramentas de trabalho no dia-a-dia;

• Utilizar conceitos e técnicas de gestão da qualidade e administração da produção;

• Programar, operar e desenvolver algoritmos de controle para controladores programáveis (CLP), utilizados no controle de motores, servomecanismos e sistemas automatizados.

OLHANDO PARA O FUTURO

Há muito tempo as empresas vêm procurando por soluções que efetivamente possam converter dados espalhados em diversos sistemas do chão de fábrica em informações compartilhadas pelos sistemas corporativos.

Esses sistemas corporativos, por outro lado, têm evoluído sistematicamente com o surgimento de novos módulos responsáveis pelo tratamento de determinadas funções.

Desde a primeira aplicação de sistemas de computação na manufatura, vários caminhos têm sido experimentados para capturar e converter dados em informações para seus usuários. Há dois fatores que tornam esta necessidade importante. O primeiro é a necessidade de integração dos vários sistemas de chão de fábrica com as informações gerenciais chaves de modo a desenvolver um caminho que automática e eficientemente facilitará a extração das informações de produção importantes que servirão para a tomada de decisão da corporação. Isto proverá a base para as otimizações dos sistemas Supply-Chain.

Supply Chain System - É o sistema de gestão que abrange todas as áreas de uma empresa, desde os seus sistemas de forecast (previsão de vendas), marketing, sistemas financeiros, Suprimentos, Recursos Humanos etc., bem como integra a outros sistemas pertinentes ao seu negócio, como CRM (Customer Relationship Management), cuja função é o de integrar o cliente à sua cadeia de valor e o Sistema de Gerenciamento de Fornecedores, responsáveis pelas parcerias estratégicas de fornecimento de materiais.

O segundo, e igualmente importante fator, será o de prover o pessoal de operação com rápido acesso às informações de que necessitam, para a tomada de decisões em seu nível de responsabilidade.

Tradicionalmente, na grande maioria das grandes companhias, os Sistemas de Gestão de Planejamento dos Recursos de toda a Corporação (ERP - Enterprise Resources Planning) estão instalados e em funcionamento, integrando todas as áreas administrativas, contábeis, comerciais, e por outro lado, sistemas automatizados que ajudam na produção de seus produtos com a responsabilidade de executá-la com qualidade e produtividade cada vez maiores.

O que se percebe agora, sob a visão dessa nova estratégia, é que existe um elo ausente nessas companhias. Esse elo permitiria a ligação entre os sistemas ERP e o chão de fábrica, trazendo vantagens imensas nos quesitos de tomadas de decisões.

A grande dificuldade nessa integração, até um tempo atrás, era a de conciliar a tecnologia disponível no momento com a grande diversidade de fabricantes e fornecedores desses sistemas automatizados e o pouco conhecimento das empresas da área de automação com sistemas de informação.

A informação fluindo entre a automação e os sistemas corporativos

Como ação estratégica, algumas empresas de automação começam a estabelecer focos estratégicos no desenvolvimento de sistemas de informação, orientados aos negócios da fábrica e produção; outras a fazem por intermédio de grandes parcerias com empresas de gestão corporativa.

Independentemente da forma, o importante é a detecção de que esse espaço está sendo investigado e estabelecido por agentes dos mercados que estão acostumados com um dos campos de atuação, os quais estão propensos a colaborar para o entendimento do conjunto. Isso irá propiciar importante valor agregado para os negócios dos clientes.

Atualmente os sistemas de gestão corporativa costumam tratar a fábrica como linhas de produção com capacidade infinita, produzindo quantidades e produtos que estão sendo demandados. Esse conceito implica que a fábrica irá executar esse produto no prazo estimado pelos planejadores de produção. Por conseqüência, consideram-se capacidades de produção, muitas vezes, ou muito abaixo ou muito acima do que realmente a fábrica pode produzir. Outras vezes não otimizam suas vendas, justamente pelo pragmatismo desse conceito, tratando as vendas alicerçadas somente pelo custo de produto e não de forma sistêmica, como o faz, por exemplo, a teoria das restrições na sua visão de detecção de gargalos, em uma forma mais sincronizada com todos os negócios do cliente.

2 – TECNOLOGIA MECÂNICA

Para quem trabalha na indústria, é importante conhecer os materiais empregados nos processos produtivos, principalmente os metálicos, que são largamente utilizados devido às suas propriedades mecânicas. As propriedades mecânicas estão intimamente relacionadas à estrutura, a qual, por sua vez, depende da composição química e das condições de fabricação das ligas. Conhecer essas propriedades permite entender o comportamento das ligas quando sujeitas às cargas de serviço. Além disso, é possível escolher as ligas mais adequadas para cada condição de serviço.

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

Quando queremos fabricar qualquer produto, não basta apenas conhecer a tecnologia de como fabricá-lo. Se não soubermos bem como cada material se comporta em relação ao processo de fabricação e ao modo como a peça é usada, corremos o risco de usar um material inadequado. Para funcionarem corretamente, os produtos precisam ser fabricados com materiais que atendam às exigências técnicas ao uso e ao processo de fabricação. Os materiais estão agrupados em duas famílias:

- Materiais metálicos ferrosos e não-ferrosos;
- Materiais não-metálicos naturais e sintéticos.

Essa divisão entre metálicos e não-metálicos existe em função das propriedades desses materiais.

- materiais metálicos:
  - têm plasticidade, pois podem ser podem ser deformados sem se quebrarem.
  - permitem a condução de calor e eletricidade.
- Não metálicos:
  - não apresentam boa plasticidade.
  - são, na maioria dos casos, maus condutores de calor e eletricidade.

Veja alguns exemplos de classificação de materiais metálicos e não-metálicos:

MATERIAIS			
METÁLICOS		NÃO-METÁLICOS	
Ferrosos	Não-Ferroso	Naturais	Sintéticos
Aço	Alumínio	Madeira	Vidro
Ferro Fundido	Cobre	Asbesto	Cerâmica
	Zinco	Couro	Plástico
	Magnésio	Borracha	
	Chumbo		
	Estanho		
	Titânio		

Existem várias características importantes que podem ser consideradas ao se estudar os materiais: Dureza, impermeabilidade, elasticidade, condução de calor, etc. . Essas características de cada material são chamadas de "propriedades". Cada uma dessas propriedades está relacionada à natureza das ligações que existem entre os átomos de cada material, seja ele metálico ou não metálico.

Podemos dividir as propriedades da seguinte forma:

- Propriedades físicas;
- Propriedades químicas.

Propriedades físicas

São propriedades que determinam o comportamento do material em todas as circunstâncias do processo de fabricação e de utilização. Nele, tem-se as propriedades térmicas, as propriedades mecânicas e as propriedades elétricas.

Propriedades térmicas

As propriedades térmicas estão relacionadas ao comportamento dos materiais quando são submetidos a variações de temperatura. Alguns metais, de acordo com a sua utilização ou fabricação, precisam ser resistentes a temperaturas elevadas. É o caso das brocas utilizadas em furadeiras e das lâminas de corte. Ao serem utilizados, esses materiais enfrentam altas temperaturas geradas por atrito.

O ponto de fusão é uma propriedade relacionada à temperatura em que o material passa do estado sólido para o estado líquido. Dentre os materiais metálicos, o ponto de fusão é uma propriedade fundamental para determinar sua utilização.

A dilatação térmica é uma propriedade faz com que os materiais tenham um acréscimo de tamanho quando a temperatura sobe. Em função disso, grandes estruturas de concreto como pré-

dios e viadutos, são erguidos com pequenos vãos ou folgas entre as lajes, para que elas possam se acomodar nos dias de muito calor.

A condutividade térmica é a capacidade que determinados materiais têm de conduzir calor.

O ponto de ebulição é a temperatura em que o material passa do estado líquido para o estado gasoso. O exemplo mais conhecido de ponto de ebulição é o da água que se transforma em vapor a 100°C.

Propriedades mecânicas

São propriedades que surgem quando o material está sujeito a esforços de natureza mecânica. Essas propriedades determinam a capacidade que o material tem para transmitir ou resistir aos esforços que lhe são aplicados.

A resistência mecânica é a mais importante dessas propriedades, pois permite que o material seja capaz de resistir à ação de esforços como a tração e a compressão. Essa propriedade é determinada pela atração existentes entre as partículas que compõem o material. Quando as ligações covalentes unem um grande número de átomos, como no caso do carbono, a dureza do material é grande.

A elasticidade é determinada pela capacidade que o material tem de se deformar, quando submetido a um esforço, e de voltar à forma original quando o esforço termina. Os metais utilizados para a fabricação de molas são um bom exemplo.

Um material pode também ter plasticidade. Isso quer dizer que, quando submetido a um esforço, ele é capaz de se deformar e manter essa forma quando o esforço desaparece. Essa propriedade é importante para os processos de fabricação de chapas, na extrusão e para a fabricação de tubos, por exemplo. Isso se aplica para materiais como o aço, o alumínio e o latão. A plasticidade pode-se apresentar no material como maleabilidade e como ductilidade.

A dureza é a resistência do material à penetração, à deformação plástica permanente, ao desgaste. Fragilidade também é uma propriedade segundo a qual o material apresenta baixa resistência aos choques. O vidro, por exemplo, é duro e bastante frágil.

Propriedades elétricas

A condutividade elétrica é uma das propriedades que os metais têm. O cobre, por exemplo, é um excelente condutor de eletricidade. É por isso que os fios elétricos usados em sua casa são fabricados com cobre.

A resistividade é a resistência que o material oferece à passagem da corrente elétrica. Essa propriedade está presente nos matérias que são maus condutores de eletricidade.

Propriedades químicas

As propriedades químicas se manifestam quando o material entra em contato com outros materiais ou com o ambiente. Elas surgem na forma de presença ou ausência de resistência à corrosão, aos ácidos, às soluções salinas. O alumínio, por exemplo, é um material que, em contato com o ambiente, resiste bem à corrosão.

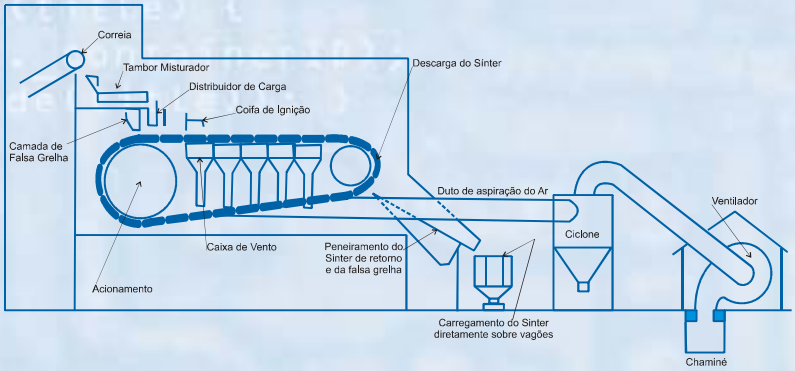
Fundindo metais

Na indústria, os metais são utilizados de diversas formas, de acordo com as suas respectivas propriedades. Em muitos casos, é necessário preparar o metal para que ele seja aplicado em diferentes situações. É o caso do ferro fundido e do aço. Esses metais não são encontrados na natureza. Na verdade, para que eles existam é necessário que o homem os fabrique.

Os metais podem estar puros na natureza, como o ouro, por exemplo, ou sob a forma de minerais, que são combinações de metais com outros elementos formando óxidos, sulfetos, hidratos, carbonos. Quando o mineral contém uma quantidade de metal e de impurezas que compensa a exploração econômica, ela recebe o nome de minério. O lugar onde esses minérios aparecem em maior quantidade é chamado de jazida.

Mas a gente não usa o minério do jeito que ele sai da jazida. É o caso do ferro: é preciso prepará-lo para que ele fique adequado para ser empregado como matéria-prima. A principal função da preparação do minério de ferro é torná-lo adequado ao uso do alto-forno. O que a gente faz durante esse processo depende da qualidade do minério de que se dispõe. Por exemplo, nas jazidas do Brasil há grande quantidade de minério de ferro em pó. Isso significa que cerca de 55 % do minério é encontrado em pedaços que medem menos de 10 mm. Como o alto-forno, equipamento onde se produz o ferro-gusa, só trabalha com pedaços entre 10 e 30 mm, isso se tornou um problema. Porém, o aumento das necessidades mundiais de aço trouxe condições econômicas para se desenvolver processos que permitem a utilização desse tipo de minério: esses processos são a sinterização e a pelotização.

Sinterização: primeiro são obtidos blocos feitos com partículas de minério de ferro, carvão moído, calcário e água. Esses materiais são misturados até se obter um aglomerado. Depois, essa mistura é colocada sobre uma grelha e levada a um tipo especial de equipamento que, com a queima de carvão, atinge uma temperatura entre 1.000°C e 1.300°C. A partir disso, as partículas de ferro derretem superficialmente, unem-se umas às outras e acabam formando



um só bloco poroso. Enquanto ainda está quente, esse bloco é quebrado em pedaços menores chamados sínter.

Pelotização: o minério de ferro é moído bem fino e depois umedecido para formar um aglomerado. Em seguida, o aglomerado é colocado em um tipo de moinho em forma de tambor. Conforme esse tambor gira, os aglomerados vão sendo unidos até se transformarem em pelotas. Depois disso, essas pelotas são submetidas à secagem e queima para endurecimento.

Obtenção do ferro gusa

Depois que o minério de ferro é beneficiado, ele vai para o alto-forno para se transformar em ferro-gusa. O ferro-gusa é a matéria-prima para a fabricação do aço e do ferro fundido. O ferro-gusa é um material duro e quebradiço, formado por uma liga de ferro e carbono, com alto teor de carbono e um pouco de silício, manganês, fósforo e enxofre.

Para obtê-lo, são necessários alguns materiais, como os fundentes, os desoxidantes, os desfosforizantes (materiais que ajudam a eliminar as impurezas) e os combustíveis.

O fundente é o material que ajuda o minério de ferro a se fundir. O calcário é io material utilizado para esse processo. Esse material é uma rocha constituída por carbonato de cálcio que, por sua vez, é uma combinação de cálcio com carbono e oxigênio.

É preciso, também, eliminar as impurezas que os minérios contêm. Para isso, existem materiais que ajudam a eliminá-las. Assim, por exemplo, a cal é usada como fundente, ou seja, torna líquida a escória (impurezas) do ferro-gusa. O minério de manganês ajuda a diminuir os efeitos nocivos do enxofre, que é uma impureza que torna o aço mais frágil. Esse minério é também um desoxidante, isto é, elimina o oxigênio que contamina o aço.

Os combustíveis são muito importantes na fabricação do ferro-gusa, pois precisam ter um alto poder calórico. Isso quer dizer que têm de gerar muito calor e não podem contaminar o metal obtido. Dois tipos de combustíveis são usados: o carvão vegetal e o carvão mineral.

O carvão vegetal é considerado um combustível de alta qualidade, em função de suas propriedades e seu elevado grau de pureza. Suas duas grandes desvantagens são o prejuízo ao ambiente (desflorestamento) e a baixa resistência mecânica, muito importante no alto-forno, porque o combustível fica embaixo da carga e tem que agüentar todo o seu peso.

O carvão mineral gera o coque, que é outro tipo de combustível usado no alto-forno. Para que ele tenha bom rendimento, deve apresentar um elevado teor calórico e alto teor de carbono, além de apresentar grande resistência ao esmagamento para resistir ao peso da coluna de carga.

O coque e o carvão vegetal têm mais duas funções: gerar gás redutor ou agir diretamente na redução, e assegurar a permeabilidade à coluna de carga. Isto quer dizer que eles permitem que o calor circule com facilidade através da carga.

Juntando-se essas matérias-primas dentro do alto-forno, obtém-se o ferro-gusa, a partir do qual se fabrica o aço e o ferro fundido.

Usando o forno

Uma grande dificuldade para a fabricação do ferro-gusa é a necessidade de obter altas temperaturas para permitir a absorção adequada do carbono. O homem levou muitos anos para desenvolver uma técnica adequada para esse processo. O desenvolvimento de fornos cada vez mais adequados permitiu um aumento na produção do aço, introduziu novos processos de fabricação (trefilação e laminação), criou novos produtos e novas necessidades.

Hoje, um alto-forno pode ter até 35 metros de altura. Fica dentro de um complexo industrial chamado usina siderúrgica e é o principal equipamento utilizado na metalurgia do ferro. Sua produtividade diária gira em torno de 8.000 toneladas.

O alto-forno é construído de tijolos e envolvido por uma carcaça protetora de aço. Todas as suas partes internas são revestidas com tijolos chamados "refratários", para suportar grandes temperaturas sem derreter. Três zonas fundamentais caracterizam o alto-forno:

- o fundo, chamado cadinho
- a rampa
- a seção superior, chamada cuba

O cadinho é o lugar onde o gusa líquido é depositado. A escória, que se forma durante o processo, flutua sobre o ferro que é mais pesado. No cadinho há dois furos: o furo de corrida, aberto de tempos em tempos para que o ferro líquido escoe, e o furo para o escoamento da escória. Como a escória flutua, o furo para seu escoamento fica acima do furo de corrida. Assim, sobra espaço para que uma quantidade razoável de ferro seja acumulada entre as corridas.

Na rampa, acontecem a combustão e a fusão. Para facilitar esses processos, entre o cadinho e a rampa ficam as ventaneiras, que são furos distribuídos uniformemente por onde o ar pré-aquecido é soprado sob pressão.

A cuba ocupa mais ou menos dois terços da altura total do alto-forno. É nela que é colocada, alternadamente e em camadas sucessivas, a carga, composta de minério de ferro, carvão e os fundentes (cal, calcário).

Quando o minério de ferro, o coque e os fundentes são introduzidos na parte superior da rampa, algumas coisas acontecem:

- Os óxidos de ferro sofrem redução, ou seja, o oxigênio é eliminado do minério de ferro;
- As impurezas do minério derretem;

• O gusa se funde, ou seja, o ferro de primeira fusão derrete;

• O ferro sofre carbonetação: o carbono é incorporado ao ferro líquido;

• Algumas impurezas são incorporadas ao gusa.

Esses processos são reações químicas provocadas pelas altas temperaturas obtidas dentro do forno. Enquanto o gás redutor, resultante da combustão, sobe, a carga sólida vai descendo. A partir dessa movimentação, surgem três zonas dentro do alto-forno:

• A zona onde ocorre o pré-aquecimento da carga e a redução, ou a eliminação do oxigênio, dos óxidos de ferro;

• A zona de fusão dos materiais;

• A zona de combustão que alimenta as duas primeiras.

Enquanto o minério, o agente redutor (coque ou carvão vegetal) e os fundentes (calcário ou dolomita) descem, os óxidos de ferros sobem, sendo eliminados. Isso acontece como resultados da queima de coque (basicamente carbono) com o oxigênio do ar quente (em torno de 1.000°C) que é soprado pelas ventaneiras, e que escapam da zona de combustão.

Enquanto o coque vai se queimando, a carga desce para ocupar os espaços vazios. Esse movimento de descida vai se espalhando lateralmente pela carga, até atingir toda a largura da cuba.

As reações de redução, carbonetação e fusão geram dois produtos líquidos: a escória e o ferro-gusa, que são empurrados para os lados, pelos gases que estão subindo e escorrem para o cadinho, de onde saem pelo furo de corrida (gusa) e pelo furo de escória.

Quando sai do alto-forno, o gusa (com teor de carbono entre 3,0 e 4,5 %) pode seguir um desses dois caminhos: pode ir para a fundição, onde é utilizado na fabricação de peças de ferro fundido, ou pode ir para a aciaria, onde é misturado com sucata de aço, ou eventualmente com outros metais, para se transformar em aço, uma liga ferrosa com um teor de carbono inferior a 2,0%.

Transformando o ferro-gusa em ferro fundido

Os ferros fundidos são fabricados a partir do ferro-gusa. São ligas de ferro e carbono que contém teores elevados de silício. Para que essa transformação seja possível, é necessário que se utilize dois tipos de fornos: o forno elétrico e o forno cubilot. No forno elétrico, o processo é semelhante ao de produção do aço.

Com o forno cubilot é diferente. Nesse tipo de forno, o coque serve como combustível. Ele trabalha com ferro-gusa, sucata de aço, ferro-silício e ferro-manganês. O calcário serve para sepa-

rar as impurezas. O funcionamento obedece o princípio da contracorrente, em que a carga metálica e o coque descem, ao passo que os gases sobem.

CLASSIFICANDO OS DIVERSOS TIPOS DE FERRO FUNDIDO

Para se obter o ferro fundido é necessário uma liga composta por três elementos: ferro, carbono (2 a 4,5%) e silício (1 a 3%). É possível acrescentar outros materiais com o objetivo de conferir alguma propriedade especial à liga básica. Nesse caso, se obtém o chamado o "ferro fundido ligado".

De acordo com a quantidade de cada elemento utilizado, com a forma como o material é tratado termicamente e com o processo de resfriamento aplicado a ele, o ferro fundido produzido pode ser maleável, nodular, cinzento ou branco. Vamos conhecer como classificar cada tipo de ferro fundido.

Para classificar o ferro fundido em cinzento ou branco é necessário observar a aparência da fratura do material depois que ele resfriou. O que determina a aparência é a forma como o carbono se apresenta depois que a massa metálica é solidificada. E ele se apresenta sob duas formas: como cementita (Fe3C) ou como grafita, que todos conhecemos como matéria-prima utilizada na produção de lápis.

No ferro fundido cinzento, o carbono aparece sob a forma de grafita, em flocos ou lâminas. Esse tipo de liga ferrosa apresenta um teor maior de silício (até 2,8%), já que o silício favorece a decomposição da cementita em ferro e grafita. Outro fator que auxilia na formação da grafita é o resfriamento lento.

O ferro fundido cinzento é normalmente utilizado na fabricação de automóveis, máquinas agrícolas, industriais e de mecânica pesada. Isso acontece porque o ferro fundido cinzentos tem a vantagem ser facilmente usinado, além de oferecer excelente capacidade de amortecer vibrações.

A formação do ferro fundido branco é diferente. Ela acontece no processo de solidificação, quando não ocorre a formação da grafita e todo o carbono fica na forma de carboneto de ferro (ou cementita). É isso que confere uma cor clara a esse material. Nesse caso, os teores de carbono e de silício precisam ser baixos, ao mesmo tempo que a velocidade de resfriamento é maior. É possível adicionar cromo,

o molibdênio ou vanádio como elementos estabilizadores dos carbonetos. Nesse caso, temos "ferro fundido branco ligado", que oferece uma dureza superior.

O ferro fundido branco é mais duro e apresenta uma considerável resistência à compressão, desgaste e abrasão. Essas virtudes são mantidas mesmo em altas temperaturas. Isso faz

com que esse material seja ideal para a fabricação de máquinas de mineração, moagem, por exemplo, situações que exigem materiais de alta resistência.

O ferro fundido maleável contém oferece uma alta resistência mecânica e alta fluidez no estado líquido. Por isso ele é utilizado na produção de peças complexas e finas. Para produzir o ferro fundido maleável é preciso submeter o ferro fundido branco a um tratamento térmico, por várias horas. Esse tratamento faz com que as peças fabricadas com esse material sejam bastante resistentes a choques e deformações. Dependendo das condições de tratamento térmico, o ferro pode apresentar o núcleo preto ou branco.

O ferro fundido maleável de núcleo preto é muito utilizado usado na fabricação de peças de automóveis, como suportes de molas, bielas e caixas de direção, além de conexões para tubulações hidráulicas e industriais. Na fabricação desse tipo de ferro fundido, o material passa por um tratamento térmico em atmosfera neutra. Nesse processo, a cementita se decompõe em ferro e carbono. O carbono gera uma grafita compacta, diferente da forma laminada dos ferros fundidos cinzentos.

O ferro fundido maleável de núcleo branco é ideal para a fabricação de determinados tipos de peças automobilísticas, como corpos de mancais e flanges de tubos de escapamento. Ele pode ser facilmente soldado. Suas características são parecidas com as de um aço de baixo carbono. Para fabricar esse material, a liga passa por um tratamento térmico em atmosfera oxidante. O carbono é retirado por um processo de descarbonetação. Nesse caso, não se forma grafita.

Já o ferro fundido nodular é utilizado na fabricação de peças de sistema de transmissão de automóveis, caminhões e tratores, além de virabrequins, mancais, cubos de roda e caixas de diferencial. Esse tipo de ferro fundido é obtido com a adição de elementos como o magnésio na massa metálica ainda líquida. Sua estrutura acaba apresentando partículas arredondadas de grafita. Para garantir maior ductilidade, tenacidade, resistência mecânica, resistência à corrosão e usinabilidade, pode-se aplicar tratamentos térmicos específicos. Por causa disso e do menor custo de processamento, esse material está substituindo alguns tipos de aços e de ferros fundidos maleáveis na maioria de suas aplicações.

Veja abaixo um resumo das características de cada tipo de ferro fundido:

Ferro fundido cinzento	Boa usinabilidade. Capacidade de amortecer vibrações	Blocos e cabeçotes de motor, carcaças e platôs de embreagem, discos e tambores de freio; suportes, bases e barramentos de máquinas industriais

Tipo de Ferro Fundido	Propriedades	Produtos
Ferro fundido branco	Dureza e fragilidade. Elevada resistência à compressão. Resistência ao desgaste e à abrasão.	Equipamentos de manuseio de terra, mineração e moagem; rodas de vagões; revestimentos de moinhos
Ferro fundido maleável (preto ou branco)	Alta resistência mecânica e alta fluidez no estado líquido. Resistência ao choque e às deformações.	Suportes de molas, caixas de direção, cubos de roda; conexões para tubulações hidráulicas e industriais. Suportes de barras de torção, corpos de mancais, flanges para tubos de escapamento
Ferro fundido nodular	Ductilidade, tenacidade, usinabilidade. Resistência mecânica e à corrosão	Mancais, virabrequins, caixas de diferencial, carcaças de transmissão, caixas satélites para automóveis, caminhões e tratores

Os produtos de ferro fundido seguem as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Nos catálogos, esses produtos são apresentados de acordo com designações ou especificações dessas normas.

FABRICAÇÃO DO AÇO

Para que o ferro gusa se transforme em aço, é preciso que ele passe por um processo de oxidação - combinação do ferro e das impurezas com o oxigênio – que faz com que a concentração de carbono e das impurezas seja reduzida a valores ideais.

A fabricação do aço é uma técnica utilizada desde os tempos antigos. Eram técnicas rudimentares, mas, a partir de muitas pesquisas, criaram-se diversas formas de transformar o ferro gusa em aço. Essa transformação depende de algumas reações e modificações químicas com o ferro gusa. Essas reações e modificações são sempre as mesmas. O que muda é o ambiente onde essas reações acontecem e a maneira como elas são provocadas. Para isso são necessário tipos variados de fornos.

Levou muito tempo até que se descobrisse a forma ideal de realizar essa transformação. Em 1847, o inglês Henry Bessemer e o americano, Willian Kelly desenvolveram a técnica de injetar ar

sob pressão de forma que ele atravessasse o ferro gusa. Esse processo permitiu a produção de aço em grandes quantidades.

Os fornos que usam a injeção de ar ou oxigênio diretamente no ferro gusa líquido são conhecidos como “conversores”. Os tipos mais conhecidos de conversores são os seguintes :

- conversor Thomas
- conversor Bessemer
- conversor LD (Linz Donawitz)

Para realizar adição de elementos de liga para melhorar as propriedades do aço, utilizam-se fornos elétricos. A adição de certos elementos garante características especiais, gerando um aço de maior qualidade.

Existem dois tipos de fornos elétricos: a arco elétrico e de indução.

O aço produzido nos fornos elétricos pode ser transformado em chapas, tarugos, perfis laminados e peças fundidas.

Fornos a arco elétrico

O forno a arco elétrico é construído com uma carcaça de aço montada com chapas grossas soldadas ou rebitadas, formando um recipiente cilíndrico com fundo abaulado. A carcaça é revestida por materiais refratários. Existem eletrodos responsáveis pela formação do arco elétrico que são colocados na parte superior do forno, juntamente com a carga metálica.

O conversor LD é formado por uma carcaça cilíndrica de aço revestida com materiais refratários (dolomita ou magnesita) para garantir resistência ao calor. A injeção do oxigênio é feita por meio de uma lança metálica composta de vários tubos de aço. O jato de oxigênio é dirigido para a superfície do gusa líquido. Essa região de contato é chamada de zona de impacto.

zonas de alto forno

É importante conhecer as zonas de um alto forno para entender como ocorrem os processos dentro dele. Na zona de impacto, a reação de oxidação é muito intensa, o que leva a temperatura a atingir entre 2.500 e 3.000°C. Com essa elevação, aceleram-se as reações de oxidação no ferro-gusa líquido, provocando uma forte agitação do banho. Nesse conversor, a contaminação do aço por nitrogênio é muito pequena porque se usa oxigênio puro. Isso é um fator importante para os aços que passarão por processo de soldagem, por exemplo, pois esse tipo de contaminação causa defeitos na solda.

Com sucata e cal (que é utilizado como material fundente), forma-se a carga de um forno a arco. A carga deve ter mínimas quantidades de fósforo e enxofre nos fornos de revestimento ácido, enquanto que nos fornos de revestimento básico, a carga deve ter quantidades bem pequenas de silício.

Algumas reações químicas acontecem durante o processo:

- Oxidação: as impurezas e o carbono são oxidados
- Desoxidação: retirada dos óxidos com a ajuda de agentes desoxidantes
- Dessulfuração: retirada do enxofre. É um processo que permite o controle preciso das quantidades de carbono presentes no aço.

É um forno formado por um gerador com motor de acionamento, uma bateria de condensadores e uma câmara de aquecimento. Essa câmara é basculante e tem, no exterior, uma bobina de indução. O cadinho é feito de massa refratária socada dentro dessa câmara. Esse forno também processa sucata, que se funde por meio de calor produzido dentro da própria carga.

Após o forno ser ligado, pedaços de sucata de boa qualidade são introduzidos no forno, à medida que a carga vai sendo fundida. Após a fusão ser completada e a temperatura desejada for atingida, adiciona-se cálcio, silício ou alumínio, elementos desoxidantes que têm a função de retirar os óxidos do metal.

Existem várias vantagens para se produzir aço nos fornos elétricos:

- maior flexibilidade de operação
- temperaturas mais altas
- controle mais rigoroso da composição química do aço
- melhor aproveitamento térmico
- ausência de problemas de combustão, já que não existe chama oxidante e processamento de sucata.

As desvantagens são as seguintes:

- o custo operacional (custo da energia elétrica)
- baixa capacidade de produção dos fornos.

Veja um resumo com os tipos de forno, suas características, vantagens e desvantagens:

Tipo de Forno	Combustível	Tipo de Carga	Capac. de Carga	Vantagens	Desvantagens
Conversor Bessemer	Injeção de ar	comprimido	10 a 40 T	Ciclo curto de processamento (10 a 20 min.)	Impossibilidade de controle do teor de carbono. Elevado teor de óxido de ferro e nitrogênio no aço. Gera poeira composta de
Tipo de Forno	Combustível	Tipo de Carga	Capac. de Carga	Vantagens	Desvantagens
					óxido de ferro, gases e escória.
Conversor Thomas	Injeção de ar comprimido	Gusa líquido, cal	Em torno de 50 T	Alta capacidadede produção Permite usar gusa com alto teor de fósforo	O gusa deve ter baixo teor de silício e enxofre. Elevado teor de óxido de ferro e nitrogênio no aço. Gera poeira composta de óxido de ferro, gases e escória.
Conversor LD	Injeção de oxigênio puro sob alta pressão	Gusa líquido, cal	100 T	Mínima contaminação por nitrogênio	Gera poeira composta de óxido de ferro, gases e escoria
Forno a Arco Elétrico	Calor gerado por arco	elétrico Sucata de aço + gusa Minério de ferro, cal	40 a 70T	Temperaturas mais altas. Rigoroso controle da composição química. Bom aproveitamento térmico.	Pequena capacidade dos fornos.

Melhorando as propriedades do aço

Quanto melhores forem as propriedades mecânicas de um material qualquer, melhor será sua utilização. Isso serve tanto durante o processo de fabricação quanto durante o uso de peça já fabricada.

Aço-Carbono:

Nos metais, as soluções sólidas são formadas graças à ligação entre os átomos dos metais, causada pela atração entre os íons positivos e a "nuvem eletrônica" que fica em volta dos átomos. Só que, para que isso aconteça, os tamanhos e a estrutura dos átomos dos dois metais devem ser

parecidos e ter propriedades eletroquímicas também parecidas. O cobre e o ferro, por exemplo, dissolvem muitos metais. Os átomos de carbono, por sua vez, por serem relativamente pequenos, dissolvem-se intersticialmente, ou seja, ocupando espaços vazios entre os átomos de ferro.

Em função disso, o aço-carbono é o aço mais comum que existe. É um tipo de aço muito importante, usado na construção de equipamentos, estruturas, máquinas, veículos e componentes dos mais diversos tipos.

Trata-se de uma liga de ferro com quantidades reduzidas de carbono (até 2%) e alguns elementos residuais, que são elementos que ficam no material metálico depois do processo de fabricação. O carbono, ao unir-se com o ferro dentro do aço, acaba formando um composto que é denominado "carboneto de ferro", cuja fórmula química é Fe3C. Esse carboneto de ferro é um material muito duro e, por isso, com alta resistência mecânica.

Esse processo faz com que o aço carbono seja difícil de ser trabalhado por conformação mecânica. A ductilidade, a resistência ao choque e à soldabilidade também são reduzidas.

Mesmo que o processo de fabricação do aço seja altamente controlado, é impossível produzi-lo sem impurezas. E essas impurezas têm influência sobre as propriedades desse material. Quando adicionadas propositalmente são consideradas elementos de liga, conferindo propriedades especiais ao aço. Às vezes, elas ajudam, às vezes, elas atrapalham. Assim, o que se deve fazer é controlar suas quantidades.

O manganês, o fósforo, o enxofre, o alumínio e o silício são algumas das matérias-primas utilizadas na produção do aço. Às vezes esses elementos estão presentes no minério. Mas também podem ser adicionadas com o objetivo de causar uma determinada reação química, como a desoxidação, por exemplo.

A impureza mais encontrada no aço é o manganês. Normalmente ele é encontrado em proporções de até 1,65%. Ele costuma ser adicionado propositalmente para ajudar na desoxidação do metal líquido e também para se combinar com o enxofre, formando o sulfeto de manganês (MnS). Esse processo neutraliza o efeito nocivo do enxofre, incrementando algumas das propriedades do aço, como a temperabilidade, a forjabilidade, a resistência ao choque e o limite elástico. Em quantidades maiores, ele se combina com parte do carbono, formando o carboneto de manganês (Mn3C). Esse processo reduz a ductilidade do aço.

O manganês não é único minério utilizado para auxiliar na desoxidação. O alumínio também tem essa utilidade, sendo usado para reduzir o desprendimento de gases que agitam o aço quando ele está se solidificando. Esse processo é conhecido como "acalmar" o aço.

Nem todas as impurezas do aço são facilmente eliminadas. É o caso do enxofre. A eliminação do enxofre no aço é importante, pois a sua presença pode trazer algumas desvantagens. Ele pode se combinar com o ferro, formando o sulfeto de ferro (FeS). Quando isso acontece, o trabalho de

laminar, forjar ou vergar é dificultado, pois, nessas condições, quando o aço é aquecido a temperaturas superiores 1.000°C, ele acaba se rompendo com mais facilidade. Por isso, o teor máximo de enxofre permitido é de 0,05%.

Os especialistas em metalurgia acabam contornando algumas dificuldades ao analisar a forma como os elementos se combinam no aço. Por exemplo: como o enxofre se combina melhor com o manganês do que com o ferro, basta adicionar no aço uma quantidade de manganês duas vezes maior do que a do enxofre, já que este elemento tende a se combinar preferencialmente com o manganês. Com isso, forma-se o sulfeto de manganês (MnS) que se solidifica em níveis de temperatura semelhantes aos do aço. Por isso, sua presença no aço não é tão nociva.

O fósforo é outro material cuja quantidade presente no aço deve ser controlada, principalmente nos aços duros, com alto teor de carbono. Em determinadas quantidades, ele provoca um endurecimento do aço, o que o torna mais frágil a frio, podendo sofre ruptura quando usado em temperatura ambiente. Um teor de fósforo em torno de 0,04% faz o aço se romper se for deformado a quente, porque forma um composto que se funde a uma temperatura muito menor (1.000°C) que a do ferro (1.500°C). Em aços de baixo teor de carbono, por outro lado, seu efeito nocivo é menor, pois nesse caso o fósforo auxilia no aumento da dureza, e também aumenta a resistência à tração, a usinabilidade e a resistência à corrosão.

O silício também é acrescentado no metal líquido para contribuir na desoxidação e impedir a formação de bolhas nos lingotes. A sua presença no aço chega a teores de até 0,6%, o que não influencia suas propriedades de forma considerável.

Como melhorar a resistência dos metais

Existem três possibilidades para melhorar a resistência mecânica de qualquer metal:

- tratar o metal termicamente, ou seja, submetê-lo a aquecimento e resfriamento sob condições controladas;
- aplicar processos de fabricação por conformação mecânica, como prensagem e laminação, por exemplo;
- acrescentar elementos de liga.

Ações como essa provocam mudanças na estrutura do metal-base. Um bom exemplo é o aço-carbono com baixo teor de carbono (até 0,25%). Esse tipo de metal corresponde a cerca de 90% da produção total de aço. A sua resistência mecânica pode ser com o uso de processamento mecânico a frio. Já o aço de teor médio (até 0,5%) pode ter sua resistência mecânica aumentada por meio de tratamento térmico.

Os materiais que costumam ser mais utilizados como elementos de liga no aço são os seguintes: níquel, manganês, cromo, molibdênio, vanádio, tungstênio, cobalto, silício e cobre.

Para considerarmos um aço como aço-liga é necessário avaliar as quantidades de elementos adicionados. O aço é considerado aço-liga nas seguintes condições:

- Quando os outros elementos são adicionados em quantidades muito maiores do que as encontradas nos aços-carbono comuns
- Quando a adição de elementos melhora as propriedades mecânicas do aço.

Se o aço tiver até 5% de elementos adicionados, ele é considerado um aço de baixa liga. Se ele tiver elementos de liga em proporções superiores a 5%, ele é considerado um aço de liga especial.

É possível adicionar mais de um elemento de liga para obter um aço-liga. Para entender melhor quais são as mudanças provocadas pela adição de materiais no aço, acompanhe a tabela abaixo:

Elemento de Liga	Influência na Estrutura	Influências nas Propriedades	Aplicações	Produtos
Níquel	Refina o grão. Diminui a velocidade de transformação na estrutura do aço.	Aumento da resistência à tração. Alta ductilidade	Aço para construção mecânica. Aço inoxidável. Aço resistente a altas temperaturas	Peças para automoveis.Utensílios domésticos. Caixas para tratamento térmico
Manganês	Estabiliza os carbonetos. Ajuda a criar microestrutura dura por meio de têmpera. Diminui a velocidade de resfriamento.	Aumento da resistência mecânica e temperabilidade da peça. Resistência ao choque	Aço para construção mecânica	Peças para automóveis e peças para uso geral em engenharia mecânica
Cromo	Forma carbonetos. Acelera o crescimento dos grãos.	Aumento da resistência à corrosão e à oxidação. Aumento da resistência a altas temperaturas	Aços para construção mecânica. Aços-ferramenta. Aços inoxidáveis	Produtos para indústria química; talheres; válvulas e peças para fornos. Ferramentas de corte
Molibdênio	Influência na estabilização do carboneto.	Alta dureza ao rubro. Aumento de resistência à tração. Aumento de temperabilidade	Aços-ferramenta. Aço cromo-níquel. Substituto do tungstênio em aços rápidos	Ferramentas de corte
Vanádio	Inibe o crescimento dos grãos. Forma carbonetos.	Maior resistência mecânica. Maior tenacidade e temperabilidade. Resistência à fadiga e à abrasão	Aços cromo-vanádio	Ferramentas de corte

Elemento de Liga	Influência na Estrutura	Influências nas Propriedades	Aplicações	Produtos
Tungstênio	Forma carbonetos muito duros. Diminui a velocidade das transformações. Inibe o crescimento dos grãos.	Aumento da dureza. Aumento da resistência a altas temperaturas	Aços rápidos. Aços-ferramenta	Ferramentas de corte
Cobalto	Forma carbonetos.	Aumento da dureza. Resistência à tração. Resistência à corrosão e à erosão	Aços rápidos Elemento de liga em aços magnéticos	Lâminas de turbina de motores a jato
Silício	Auxilia na desoxidação. Auxilia na grafitização.	Aumenta a fluidez Aumento da resistência á oxidação em temperaturas elevadas Melhora da resistência á tração.	Aços com alto teor de carbono.	Aços para fundição em areia Peças fundidas.

Conhecendo os diferentes tratamentos térmicos

O tratamento térmico nem sempre é realizado na etapa final da fabricação de uma peça. De acordo com o tipo de peça a ser produzido, pode ser necessário tomar alguns cuidados, como corrigir a irregularidade da estrutura do metal e reduzir as tensões internas que ela apresenta.

Uma estrutura macia, ideal para a usinagem do material, já caracteriza um bom tratamento térmico. Os grãos devem apresentar uma disposição regular e uniforme.

O que são tensões internas?

A estrutura do aço apresenta tensões. Em alguns processos, os grãos que forma a estrutura do metal podem ser deformados, o que prejudica a sua resistência e outras qualidades mecânicas. Essas tensões podem ter várias causas.

Elas podem surgir durante os processos de fabricação realizados em temperatura ambiente. Ao se prensar uma peça, os grãos do metal que formam a sua estrutura, são deformados e empurrados pelo martelo da prensa.

No processo de solidificação, a região da superfície do aço se resfria com velocidade diferente da região do núcleo. Em função dessa diferença, observamos pó surgimento de grãos com formas heterogêneas, o que também provoca tensões na estrutura do aço. Durante a laminação, os grãos são comprimidos, deixando-os com um formato amassado.

As tensões internas são diminuídas quando o aço atinge a temperatura ambiente. Porém, esse processo levaria um longo tempo, podendo dar margem a empenamentos, rupturas ou corrosão. Para evitar que isso ocorra é preciso tratar o material termicamente.

Para aliviar as tensões do metal é possível recozer o material. Nessa caso, a peça é aquecida lentamente no forno até uma temperatura abaixo da zona crítica, por volta de 570°C a 670°C, no caso de aços-carbono. Sendo um tratamento subcrítico, a ferrita e a perlita não chegam a se transformar em austenita. Portanto, aliviam-se as tensões sem alterar a estrutura do material.

O forno é desligado depois de um período de uma a três horas. A peça é resfriada no próprio forno. Esse processo é conhecido como recozimento subcrítico.

Normatização

Em temperatura elevada, bem acima da zona crítica, os grãos de astenita crescem, absorvendo os grãos vizinhos menos estáveis. Esse crescimento é tão mais rápido quanto mais elevada for a temperatura. Se o aço permanecer muitas horas com temperatura um pouco acima da zona crítica (por exemplo, 780°C), seus grãos também serão aumentados.

No resfriamento, os grãos de austenita se transformam em grãos de perlita e de ferrita. Suas dimensões dependem, em parte, do tamanho dos grãos de austenita. Uma granulação grosseira torna o material quebradiço, alterando suas propriedades mecânicas. As fissuras (trincas) também se propagam mais facilmente no interior dos grãos grandes. Por isso, os grãos mais finos (pequenos) possuem melhores propriedades mecânicas.

A normatização consiste em refinar (diminuir) a granulação grosseira da peça, de modo que os grãos fiquem numa faixa de tamanho considerada normal. No processo de normatização, a peça é levada ao forno com temperatura acima da zona crítica, na faixa de 750°C a 950°C. O material se transforma em austenita. Depois de uma a três horas, o forno é desligado. A peça é retirada é colocada numa bancada, para se resfriar. A estrutura final do aço passa a apresentar grãos finos, distribuídos de forma homogênea.

O que é recozimento pleno?

Após o processo inicial de fabricação, como fundição, prensagem, forjamento ou laminação, a peça ainda não está pronta. Ela precisa passar por outros processos. A peça pode precisar de um tratamento de perfuração, por exemplo. Nesse caso, o aço precisa estar macio para ser trabalhado.

O recozimento pleno do aço é um processo que permite que o aço fique menos duro, mais dúctil, mais usinável. Ele também serve eliminar irregularidades e ajustar o tamanho dos grãos.

O tratamento de recozimento pleno funciona da seguinte forma: o aço é aquecido em um forno em uma temperatura acima da zona crítica. Após certo tempo, o forno é desligado e a peça é resfriada no seu interior.

Veja na tabela a seguir uma escala com temperaturas indicadas para esse processo:

Aços-Carbono ABNT (AISI)	Temperatura de Austenitização (°C)	Ciclo de Resfriamento *	de até	Faixa de Dureza (Brinell)
1020	8550 – 9000	8550	7000	111 - 149
1025	8550 – 9000	8550	7000	111 - 149
1030	8400 – 8850	8400	6500	126 - 197
1035	8400 – 8850	8400	6500	137 - 207
1040	7900 – 8700	7900	6500	137 - 207
1045	7900 – 8700	7900	6500	156 - 217
1050	7900 – 8700	7900	6500	156 - 217
1060	7900 – 8400	7900	6500	156 - 217
1070	7900 – 8400	7900	6500	167 - 229
1080	7900 – 8400	7900	6500	167 - 229
1090	7900 – 8300	7900	6500	167 - 229
1095	7900 – 8300	7900	6600	167- 229

* Resfriamento a 25°C/h, no interior do forno.

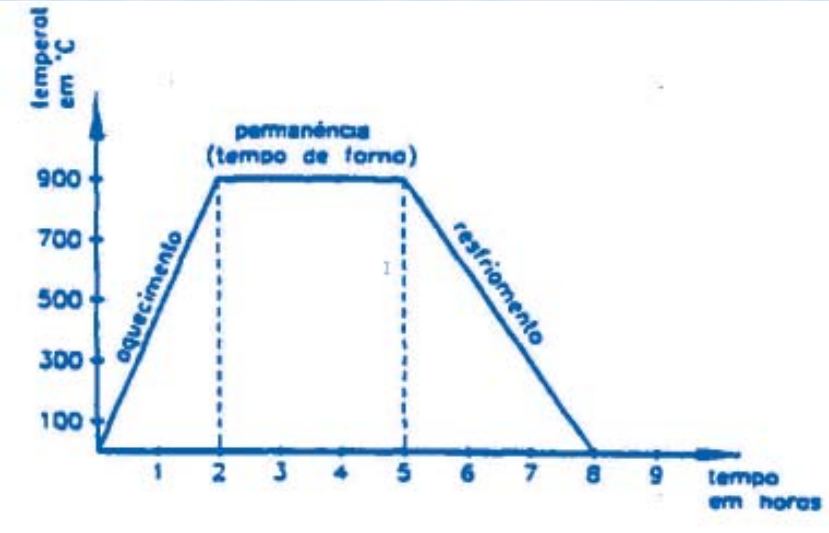
Vantagens do tratamento térmico do aço

O tratamento térmico é uma forma de fazer com que uma peça adquira propriedades mecânicas como elasticidade, ductibilidade, dureza e resistência à tração. Ao aquecer e resfriar uma peça, as propriedades são adquiridas sem que se modifique o estado físico do metal.

Um bom exemplo é o que acontece com uma mola. No seu uso, a mola é comprimida e estendida de forma violenta. Antes de ser usada e agüentar as cargas necessárias, ela é submetida a um tratamento térmico para adquirir a resistência, dureza e elasticidade necessárias.

Para o tratamento térmico de uma peça de aço, procede-se da seguinte forma:

- coloca-se peça no forno com temperatura adequada ao tipo de material;
- deixa-se a peça no forno durante o tempo estabelecido;
- desliga-se o forno e retira-se a peça, com auxílio de uma tenaz;
- coloca-se a peça numa bancada;
- deixa-se a peça resfriar em temperatura ambiente.



O tratamento térmico altera as propriedades mecânicas do aço. Essas alterações dependem de três fatores:

- velocidade de resfriamento;
- temperatura de aquecimento;
- composição química do material.

O conhecimento da estrutura cristalina do aço é fundamental para se trabalhar com tratamentos térmicos.

O que é estrutura cristalina?

Se olharmos o aço em um microscópio, veremos que ele é formado por átomos organizados de forma compacta.É a chamada estrutura cristalina. Quando o estado do aço é alterado, como, por exemplo, do estado líquido parta o sólido, existem um processo de reagrupamento dos átomos, que se organizam formando figuras geométricas tridimensionais que se repetem.

Esse conjunto de átomos é chamado de célula unitária. Em um processo de solidificação, as células unitárias se multiplicam, formando uma rede cristalina.

As células unitárias formam um agregado de cristais irregulares, que são chamados de grãos.

Como endurecer o aço

Os processos de endurecimento do aço trouxeram grandes vantagens. Peças que são submetidas a grandes esforços podem ser fabricadas de forma a se tornarem mais resistentes.

Existem várias técnicas de endurecimento.

O que é têmpera

A têmpera é um processo bastante utilizado para aumentar a dureza do aço. É ideal para a fabricação de ferramentas.

O processo é relativamente simples. O aço é aquecido em um forno a uma temperatura acima da zona crítica. No caso do aço-carbono, a temperatura varia de 750°C a 900°C. A peça precisa permanecer nessa temperatura até se transformar em austenita. Após ser aquecida, a peça é retirada do forno e mergulhada em água, ocasionando um processo brusco de resfriamento, já que a temperatura cai de 850°C para 20°C.

O segredo desse processo é que a austenita, ao ser resfriada bruscamente, se transforma num novo constituinte do aço chamado martensita.

Ao aquecermos o aço acima da zona crítica, o carbono de cementita (Fe3C) acaba se dissolvendo em austenita. Entretanto, na temperatura ambiente, o mesmo carbono não se dissolve na ferrita.

No resfriamento rápido em água, os átomos de carbono ficam presos no interior da austenita. Desse modo, os átomos produzem considerável deformação no retículo da ferrita, dando tensão ao material e aumentando sua dureza.

É importante notar que o resfriamento brusco causa um choque térmico. Nesse processo, podem ocorrer danos sérios no metal. Dependendo da composição química do aço, é possível resfriá-lo com outros elementos, ao invés de água. Pode-se usar óleo ou jato de ar, por exemplo. Dessa forma o resfriamento é menos agressivo.

O que é revenimento?

Apesar de causar mudanças vantajosas no aço, como a elevação da dureza e da resistência à tração, o processo de têmpera também pode causar efeitos indesejáveis. A resistência ao choque e o alongamento podem ser reduzidas. Além disso, as tensões internas do aço pode ser aumentadas.

O revenimento é um processo aplicado após a têmpera. Sua finalidade é corrigir as tensões internas e adequar o nível de dureza do aço.

Funciona da seguinte forma: depois da têmpera, a peça é introduzida em um aquecido a uma temperatura abaixo da zona crítica, variando de 100°C a 700°C, dependendo da futura utilização do aço. Após mais ou menos uma ou três horas, a peça é retirada do forno para ser resfriada.

O que são tratamentos isotérmicos?

VÉ possível acelerarmos a velocidade de esfriamento das transformações da austenita em ferrita, cementita e perlita. Isso provoca um atraso no início da transformação da austenita, devido à inércia própria de certos fenômenos físicos, mesmo que a temperatura esteja abaixo da zona crítica.

Conhecendo os diferentes tratamento termoquímico

Muitas vezes, peças que são utilizadas em condições que provocam grande desgaste e reduzem a sua vida útil, apresentam pouca resistência porque não receberam um reforço de carbono durante a fabricação do aço.

É possível submeter o aço a modificações parciais em sua composição química para melhorar as propriedades de sua superfície. Essas modificações são obtidas por meio de tratamento termoquímico.

Esse tratamento tem como objetivo principal aumentar a dureza e a resistência do material ao desgaste de sua superfície e, ao mesmo tempo, manter o núcleo dúctil (macio) e tenaz.

O que é nitretação?

A nitretação é um processo termoquímico que eleva o nível de resistência do aço. Algumas peças trabalham em condições em que são submetidas a níveis elevados de atrito, corrosão e calor. Essas condições provocam um rápido desgaste. Isso acontece, por exemplo, com rotores. A nitretação aumenta a resistência de peças com superfície de dureza elevada. Os aços mais indicados para esse tratamento são os *nitralloy steels,* aços que contém cromo, alumínio, molibdênio e níquel. Em geral, a nitretação costuma ser feita após o processo de têmpera e revenimento. Assim, as peças nitretadas dispensam outros tratamentos térmicos. Isso garante um baixo nível de distorção ou empenamento.

A nitretação pode ser feita em banho de sal ou a gás.

Nitretação em banho de sal

A nitretação pode ser realizada em meio líquido. Para isso, as peças são mergulhadas num banho de sais fundidos, que são as fontes de nitrogênio. As peças permanecem no banho de duas ou três horas numa temperatura que varia de 500°C a 580°C.

Nitretação a gás

A nitretação a gás é realizada a uma temperatura de 500°C a 530°C. O porcesso é longo, podendo durar de quarenta a noventa horas. Nessa temperatura, a amônia (NH_3) é decomposta e o nitrogênio, na camada superficial da peça, atinge uma profundidade de até 0,8 mm.

A camada de superfície metálica passa a se constituir de nitretos de ferro, cromo, molibdênio, níquel. Após o tempo de aquecimento no forno, as peças são retiradas e resfriadas ao ar.

O que é carbonitratação?

Nesse processo, a superfície do aço recebe porções de carbono e nitrogênio. O processo pode ser realizado em fornos de banhos de sal ou de atmosfera controlada (a gás). O resultado é uma maior dureza e resistência às superfíceis de aço.

O processo dura em torno de duas horas. A peça é submetida a uma temperatura que pode variar de 705°C a 900°C. Após o processo, as peças são resfriadas em água ou óleo. O resultado é uma camada com espessura de 0,07 a 0,7 mm.

Cementação

A cementação é um processo termoquímico no qual quantidades maiores de carbono são inseridas em superfícies do aço com teores reduzidos de carbono. É um processo indicado para aços - carbono ou aços-ligas com teor de carbono inferior a 0,25%. A cementação é capaz de aumentar esse teor mais ou menos 1%. Isso confere uma dureza maior à superfície do aço, além de uma maior tenacidade ao seu núcleo.

Peças fabricadas em aço com porcentagem média ou alta de carbono, e que vão sofrer operações severas de dobramento, tendem a se trincar. Porém, caso elas sejam elaboradas com aço de baixo carbono (SAE 1010) e, em seguida, conformadas e cementadas, obterão uma maior resistência contra o risco de trincar.

Existem três tipos de cementação: líquida, Sólida e gasosa e

CEMENTAÇÃO LÍQUIDA - Processo que utiliza sais fundidos, ricos em carbono, como os sais de cianeto e de carbonato. A temperatura deve ser de 930°C a 950°C. Nessa temperatura, os sais se tornam líquidos, pois se fundem por volta de 650°C.

CEMENTAÇÃO SÓLIDA - O processo consiste em colocar a peça em uma caixa de aço contendo substâncias ricas em carbono, como carvão de lenha, carbono de cálcio, coque e óleo de linhaça. Em seguida, a peça é levada ao forno, a uma temperatura em torno de 930°C, durante o tempo necessário para obtenção da camada desejada. Depois, submete-se a peça à têmpera para que ela adquira dureza. O tempo de permanência no forno pode variar de uma a trinta horas, e a camada comentada varia de 0,3 mm a 2,0 mm.

CEMENTAÇÃO GASOSA - É considerado o processo de cementação mais eficaz, porque permite cementar as peças com maior uniformidade e com a economia de energia. Utiliza gás propano (gás de cozinha) ou gás natural para a geração de carbono. A temperatura varia de 850°C a 950°C. Após a cementação, o aço é temperado em óleo.

É importante lembrar que no processo de cementação, as peças ainda precisam, após passarem por um pré-aquecimento a 400°C, ser mergulhadas em banho fundido. A função do preaquecimento é a de eliminar água e evitar choque térmico. A peça deve ser resfriada em salmoura com 10 a 15% de cloreto de sódio (NaCl) ou em óleo de têmpera.

O cobre foi o primeiro metal utilizado pelo homem. Com o cobre, o homem da antiguidade fez jóias, objetos de adorno, utensílios domésticos (como vasos e potes), armas e ferramentas. A sua cor forte e inconfundível certamente teve um grande poder de atração. A sua versatilidade, que permite inúmeras utilizações, também foi importante.

O cobre podia ser trabalhado a frio, o que facilitava a fabricação de objetos. Por ser mais mole, era muito mais fácil de ser trabalhado com as ferramentas rudimentares do homem primitivo, que deve ter ficado fascinado ao descobrir que quanto mais batia no metal, mais duro ele ficava.

O cobre vem sendo utilizado há milhares de anos. Ele é considerado um metal escasso: há somente 0,007% de cobre na crosta terrestre. Em função disso ele é relativamente caro em relação a outros metais.

O cobre é um metal não-ferroso e não magnético. Para que ele seja fundido, é necessário alcançar uma temperatura de 1.080°C. Ele é dúctil e maleável, podendo ser laminado a frio ou a quente. Ao ser laminado a frio, estirado ou estampado, ele endurece, tornando-se mais resistente e menos maleável. Em função disso, ele é um metal frágil, mas essa fragilidade pode ser corrigida por meio de tratamento térmico. Outra característica importante, é que o cobre apresenta ótimas condições como condutor de calor e eletricidade.

O cobre não oxida, ou seja, não sofre alterações ao entrar em contato com o ar seco em temperatura ambiente. Mas ao entrar em contato com o ar úmido ele se recobre de uma camada esverdeada conhecida por azinhavre ou "zinabre" (hidrocarbonato de cobre). Essa camada impede a oxidação do cobre, mas é prejudicial à saúde. Após o manuseio de artefatos de cobre, é recomendável que se lave as mãos.

Obtendo o cobre

Apesar de todas as vantagens que o cobre oferece, existe um problema na utilização do cobre. A maior parte do cobre é encontrada em pequenas quantidades, geralmente combinado com outros minerais. Existem alguns minerais que permitem a exploração econômica do cobre. São os seguintes:

- Alcopirita ($Cu_2S.Fe_2S_3$), uma mistura de cobre, ferro e enxofre.
- Calcosita (Cu_2S), uma combinação de cobre e enxofre.

Para que o cobre seja obtido, o material bruto extraído da terra precisa passar por processos complexos para separá-lo dos outros minérios com os quais ele está combinado. Veja as etapas necessárias:

1 - Trituração e moagem;

2 - Flotação ou concentração;

3 - Decantação e filtragem;

4 - Obtenção do mate;

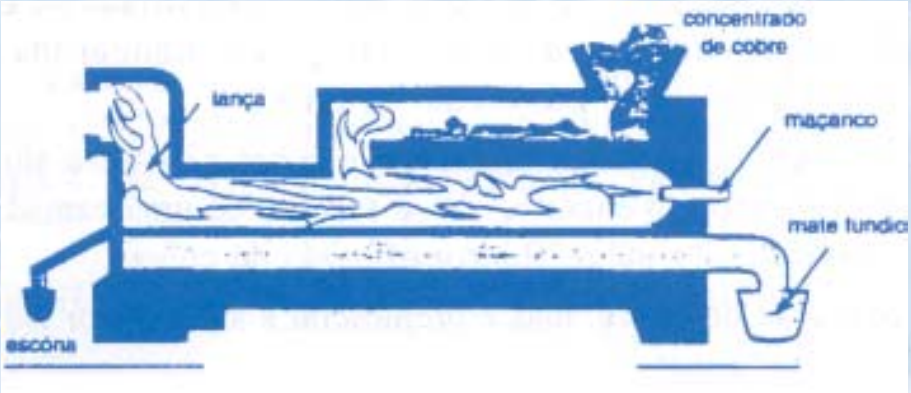
5 - Obtenção do cobre blíster;

6 - Refino.

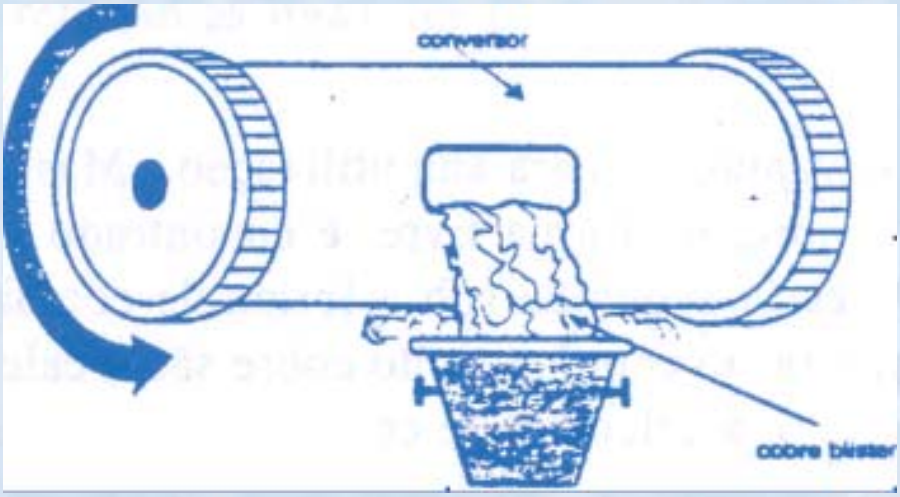
Na primeira etapa, o material passa por um triturador e depois por um moinho de bolas. Isso faz com que ele seja moído até se transformar em pequenos pedaços, que atingem tamanhos entre 0,05 e 0,5 mm.

Após a trituração, o minério inserido em uma mistura de água com produtos químicos. Isso é realizado em um tanque especial, cuja base contém uma entrada por onde o ar é soprado. Isso faz com que as partículas que não possuem cobre sejam encharcadas pela solução líquida. Essas partículas se transformam em "ganga", que é uma espécie de lodo. Esse lodo acaba se depositando no fundo do tanque. Esse é o princípio que permite que o cobre comece a ser separado, já que o sulfeto de cobre e o sulfeto de ferro não se misturam na água. Eles acabam se fixando nas bolhas de ar sopradas, formando uma espuma concentrada na superfície do tanque. Em seguida, a espuma é facilmente recolhida e desidratada. Essa é a segunda etapa.

Na terceira etapa, o material passa por decantação e filtragem, o que permite obter um concentrado com 15% a 30% de cobre.



Em seguida, na quarta etapa, esse concentrado é colocado no revérbero, um tipo de forno com chama direta, junto com fundentes. Nesse momento, parte das impurezas como enxofre, arsênico e antimônio, é eliminada do concentrado. Os sulfetos de ferro e cobre são transformados em óxidos. O material obtido nessa etapa contém entre 35 e 55% de concentração de cobre, e que é chamado de mate.



Na seqüência, o mate é levado aos conversores para a oxidação, o que servirá para retirar enxofre e ferro do mate. No conversor, o ferro acaba se oxidando e unindo-se à sílica, formando a escória, que é eliminada. O enxofre que sobra é eliminado sob a forma de gás. Nessa etapa, o cobre obtido apresenta uma pureza entre 98% e 99,5% de cobre. Esse material recebe o nome de blíster, e ainda apresenta algumas impurezas, como antimônio, bismuto, chumbo, níquel, etc, além de alguns metais nobres, como ouro e prata.

A última etapa é a refinação do blíster, que pode ser feita por dois tipos de processo:

• **refinação térmica:** esse processo faz com que o blíster seja fundido. Parte das impurezas restante é eliminada. O cobre obtido, contém um nível de pureza de 99,9%. É o tipo de cobre mais utilizado comercialmente. Ele é usado para a fundição de lingotes que serão transformados em chapas, tarugos, barras, fios, tubos, etc.

• **refinação eletrolítica**: esse processo envolve eletrólise. Nesse caso, é preciso descarregar uma corrente elétrica em uma solução saturada de sulfato de cobre com 15% de ácido sulfúrico. O cobre impuro é decomposto. Já o cobre puro se deposita em catodos feitos de folhas finas de cobre puro.

BRONZE

Trata-se da liga mais antiga conhecida pelo homem. Ele contém cobre (Cu) e estanho (Sn). O bronze tem um alto teor de dureza e oferece boa resistência mecânica e à corrosão. Ele também é reconhecido como um bom condutor de eletricidade.

As ligas de bronze são elaboradas de acordo com a utilização que se pretende dar ao material e com as propriedades que se quer aproveitar.

Nas ligas utilizadas hoje em dia, a proporção do estanho adicionado ao cobre chega a até 12%. O bronze com até 10% de estanho é ideal para ser laminado e estirado, além de oferecer alta resistência à tração, à fadiga e à corrosão. Esse tipo de liga é útil para a fabricação de engrenagens destinadas a trabalhos pesados e peças que serão submetidas a níveis elevados de compressão. Tubos, parafusos, componentes industriais e varetas e eletrodos para soldagem são outras destinações do bronze.

Existem ligas com 98,7% de cobre e 1,3% de estanho, e que são muito utilizadas. Ele tem algumas propriedades vantajosas: pode ser unido por meio de solda forte, de solda de prata e solda por fusão, além de ser facilmente conformado por processos como dobramento, recalcamento, prensagem e forjamento em matrizes. Esse tipo de cobre é usado na fabricação de contatos elétricos e mangueiras flexíveis.

Além do estanho, o bronze também pode receber pequenas quantidades de outros materiais:

- Chumbo: facilita a usinagem.
- Fósforo: oxida a liga e melhora a qualidade das peças que sofrem desgaste por fricção.
- Zinco: eleva a resistência ao desgaste.

Hoje existem bronzes especiais que não contêm estanho. São ligas com uma grande resistência mecânica e térmica, além de sofrerem menos corrosão. É o caso do bronze de alumínio, que é produzido com até 13% de alumínio. Essa liga é usada na laminação a frio de chapas resistentes à corrosão, na fabricação de recipientes para a indústria química; instalações criogênicas, componentes de torres de resfriamento; autoclaves de tubos de condensadores, hastes e hélices navais; evaporadores e trocadores de calor; engrenagens e ferramentas para a conformação de plásticos; buchas e peças resistentes à corrosão.

Outra liga com alta resistência à corrosão e à fadiga é o bronze ao berilo, que contém até 2% de berilo. É um material que, após passar por tratamento químico, adquire maior dureza e condutividade elétrica.Em função da sua elevada resistência mecânica e propriedades antifaiscantes, essa liga é muito utilizada na fabricação de equipamentos de soldagem e ferramentas elétricas não faiscantes.

O bronze ao silício também oferece alta resistência e tenacidade. Ele é produzido com até 4% de silício (Si). Trata-se de uma liga muito utilizada na fabricação de peças para a indústria naval, tanques para água quente, tubos para trocadores de calor, caldeiras, além da produção de pregos e parafusos.

O ALUMÍNIO

O alumínio é um material muito especial. Ele tem propriedades singulares que fazem com que ele seja utilizado de muitas maneiras. Ele é resistente à corrosão, oferece boas condições de condução de calor e eletricidade, e tem um ponto de fusão relativamente baixo: 658°C. Além disso, ele é bastante leve.

O alumínio, ao contrário de muitos outros metais, foi uma descoberta recente da ciência. Ela aconteceu durante a Revolução Industrial, período muito importante da história da humanidade que se desenrolou entre o século 18 e 19. Era uma época em que havia muitos especialistas realizando experiências científicas.

A descoberta do alumínio não foi um ato isolado. Foi um processo que se desenrolou em épocas diferentes, por intermédio de cientistas que desenvolveram técnicas que iriam culminar na obtenção do alumínio. Sir Humphrey Davy, um estudioso inglês, foi um deles. No começo do século ele conseguiu desenvolver uma liga de ferro e alumínio. Ele determinou que se tratava de um óxido de um metal. Foi dele a idéia de batizar o material com o nome de *aluminium.*

Em 1825, o dinamarquês Hans Christian Oersted conseguiu separar o alumínio de seu óxido por intermédio do aquecimento de uma mistura de potássio e cloreto de alumínio. Com isso ele obteve uma espécie de alumínio impuro. Seria necessário o trabalho de outro cientista, o francês Henri Claire Deville, para se obter um alumínio com um grau mais elevado de pureza. Ele conseguiu reduzir o óxido existente na alumina e obteve um material um índice de pureza de 97 % de alumínio.

O grande salto científico aconteceu com o empenho de dois cientistas, um francês, Paul Heroult, e um americano, Charles Martin Hall. Em 1886, cada um deles, trabalhando em seu respectivo país, desenvolveu pesquisas em que foi possível descobrir o processo de decomposição eletrolítica do óxido de alumínio, dissolvido em criolita derretida. Trata-se de um processo baseado no princípio da eletrólise e que ainda hoje é utilizado.

O alumínio é um metal que todos nos conhecemos muito bem. Afinal, ele é a matéria prima mais utilizada na fabricação de panelas e embalagens. Por ser leve, resistente à luz e à umidade, ele é usado para embalar uma quantidade enorme de produtos: de bebidas a alimentos, de remédios a pastas de dente.

Mas existem outras utilidades mais avançadas. Ele é componente importante na fabricação de satélites, aviões e antenas de televisão. A sua leveza permite a fabricação de veículos com peso reduzido, o que garante um menor consumo de combustível.

A sua resistência a corrosão faz com que ele seja muito utilizado na em construções como matéria prima de esquadrias de prédios e de tanques para transporte ou armazenamento de combustíveis e produtos químicos. Por oferecer uma alta condutividade elétrica, ele também é usado na fabricação de cabos aéreos para a transmissão de energia elétrica.

Uma grande vantagem do alumínio é que ele pode ser facilmente moldável, permitindo que ele passe por qualquer processo de fabricação. Com o alumínio você pode fazer quase tudo: laminar, forjar, prensar, lixar, dobrar, furar, serrar, tornear, etc. Você pode, também, fabricar peças de alumínio com o auxílio de fundição em areia, fundição em coquilhas ou fundição sob pressão.

Outra qualidade do alumínio é que ele pode ser unido por todos os processos usuais: rebitagem, colagem, soldagem e brasagem. É possível tratar a sua superfície com diversos tipos de técnicas, como a envernização, a esmaltação e a anodização.

Ou seja, o alumínio tem inúmeras utilidades e representa uma grande descoberta para a indústria. Ele é, atualmente, o metal mais usado depois do aço. Sua produção é superior ao de todos os outros metais não-ferrosos juntos.

As pesquisas realizadas pelos cientistas citados anteriormente serviram para o desenvolvimento de técnicas para a obtenção. Como foi já dito a eletrólise ainda é uma técnica muito utilizada. Mas, antes de aplicá-la, é necessário obter a bauxita. A partir dela se obtém a alumina. Com a alumina, se obtém o minério mais puro, ou o alumínio propriamente dito.

Conhecendo as ligas de alumínio

Assim como acontece com outros metais, é possível alterar as propriedades do alumínio com a adição de um ou mais de um elemento, formando uma liga. Esse processo de adição é feito depois que o alumínio puro, em estado liquido, é retirado do forno eletrolítico para ser levado ao forno de espera, onde o elemento é adicionado.

Os elementos mais utilizados para a formação de ligas são o cobre, o manganês, o silício, o zinco e o magnésio. O elemento e a proporção escolhida para a formação da dependem das características que se deseja obter.

A liga de alumínio com cobre é produzida para se obter um material com boa usinabilidade e uma grande resistência mecânica. Para isso, é necessário fazer com que a liga passe por tratamentos térmicos especiais. É possível obter uma resistência à tração superior à apresentada por alguns aços de baixo teor de carbono. Como essa liga oferece uma maior resistência aliada a um peso reduzido, ela é utilizada para a fabricação de aviões e veículos automotivos. A liga de alumínio com cobre também costuma ser usada para a produção de peças que precisam suportar temperaturas ao redor de 150°C.

A liga de manganês com alumínio apresenta uma resistência mecânica que pode alcançar um índice 20 % superior ao observado no alumínio puro. Apesar dessa resistência, essa liga mantém a vantagem de poder passar por todos os processos de conformação e fabricação mecânicas, como a prensagem, a soldagem e a rebitagem, por exemplo.

Essa liga tem outras vantagens: ela pode passar por tratamentos de superfície, tem uma boa condutividade elétrica e oferece resistência à corrosão. Em função dessas características, essa liga é indicada para aplicações semelhantes às do alumínio puro: fabricação de latas de bebidas, telhas, embalagens, placas de carro, refletores, trocadores de calor, equipamentos químicos e material decorativo voltado para a construção civil.

A liga de alumínio-silício se caracteriza por oferecer ponto de fusão baixo e uma considerável resistência à corrosão. O teor utilizado de silício pode variar. Se o índice de silício chega a um valor próximo a 12%, a liga é indicada para a fabricação de peças fundidas e como material de enchimento em processos de soldagem e brasagem.

O magnésio é adicionado ao alumínio para conferir propriedades úteis na indústria. A liga de alumínio-magnésio é ideal para processos de soldagem. Ela também tem uma boa resistência à corrosão. Em razão dessa qualidade, ela é bastante utilizada na fabricação de barcos e carrocerias para ônibus, e no revestimento de tanques que armazenam gases e líquidos a temperaturas baixas.

O alumínio também é misturado a mais de um elemento. Existem ligas que contém magnésio e silício. Essas ligas são produzidas em função das características vantajosas que apresentam: são resistentes à corrosão, são facilmente moldadas, usinadas e soldadas e podem ser utilizadas em

vários processos de acabamento, como o envernizamento, a esmaltação e o polimento. Essa liga é útil na construção civil, na fabricação de veículos e máquinas e na produção de fios para cabos de alta tensão. Apesar das suas vantagens, essas ligas oferecem uma resistência mecânica ligeiramente inferior às ligas de alumínio e cobre.

Algumas combinações de elementos para ligas de alumínio são mais complexas. Existem ligas são elaboradas com a adição de zinco (Zn) e parcelas pequenas de magnésio (Mn), cobre (Cu) ou cromo (Cr). Ligas como essas passam por algum tipo de tratamento térmico para serem utilizadas na fabricação de aviões ou outros processos que envolvem materiais com boa resistência e peso reduzido.

Existem ainda outros elementos que podem ser agregados ao alumínio, tais como o estanho, o bismuto, o níquel, o chumbo e o titânio, por exemplo. De acordo com o material utilizado, as combinações e as proporções de materiais, pode-se obter diversos tipos de ligas com variadas indicações.

Para facilitar a compreensão das propriedades das ligas de alumínio citadas, temos aqui uma tabela que resume as suas principais características.

Elemento adicionado	Características	Aplicações
Alumínio Puro	Ductilidade, condutividade elétrica e térmica, resistência à corrosão	Embalagens, folhas muito finas, recipientes para a indústria química, condutores elétricos
Cobre	Resistência mecânica, resistência a altas temperaturas e ao desgaste, usinabilidade	Rodas de caminhões, rodas, estrutura e asas de aviões, cabeçotes de cilindros de motores de aviões e caminhões, pistões e blocos de cilindros de motores
Manganês	Ductilidade, melhor resistência mecânica à corrosão	Esquadrias para construção civil, recipientes para indústria química
Elemento adicionado	**Características**	**Aplicações**
Silício	Baixo ponto de fusão, melhor resistência à corrosão, fundibilidade	Soldagem forte, peças fundidas.
Silício com cobre ou magnésio	Resistência mecânica ao desgaste e à corrosão, ductilidade, soldabilidade, usinabilidade, baixa expansão térmica	Chassis de bicicletas, peças de automóveis, estruturas soldadas, blocos e pistões de motores, construção civil
Magnésio	Resistência à corrosão em atmosferas marinhas, soldabilidade usinabilidade	Barcos, carrocerias de ônibus, tanques criogênicos
Zinco	Alta resistência mecânica e baixo peso	Partes de aviões
Zinco e magnésio	Resistência à tração e à corrosão, soldabilidade, usinabilidade	Brasagem
Estanho	Resistência à fadiga e à corrosão por óleo lubrificante.	Capa de mancal, mancais fundidos, bielas.

O latão é fabricado a partir de uma liga de cobre e zinco. A proporção encontrada pode variar um pouco, indo de 5 a 45% de zinco. Sua temperatura de fusão varia de 800°C a 1.070°C, dependendo do teor de zinco que ele apresenta. Em geral, quanto mais zinco o latão contiver, mais baixa será sua temperatura de fusão. O latão é muito utilizado em objetos de decoração, em acabamento de móveis e fechaduras.

Uma característica curiosa do latão é que ele sofre alterações de cor, dependendo da porcentagem de cobre utilizada na liga. Essa informação está resumida na tabela a seguir:

Porcentagem de Zinco(%)	2	10	15 a 20	30 a 35	40
Cor	Cobre	Ouro Velho	Avermelhado (Latão Vermelho)	Amarelo Brilhante	Amarelo Claro (latão amarelo)

O latão é maleável, tem uma relativa resistência mecânica e uma ótima resistência à corrosão, além de ser um bom condutor de eletricidade e calor. Ele pode ser forjado, laminado, fundido e estirado a frio.

Uma vantagem do latão é que ele pode passar por quase todos os métodos de conformação a quente e a frio e muitos dos processos de solda. Se a liga apresenta índices de até 30% de zinco, o latão também pode ser conformado através de mandrilagem, usinagem, corte e dobramento, e pode ser unido por solda de estanho ou prata. Nessa proporção, o latão é indicado para a produção de cartuchos de munição, rebites, carcaças de extintores, núcleos de radiadores, tubos de trocadores de calor e evaporadores. Quando atinge uma proporção de 40 a 45% de zinco, o latão pode ser empregado na fabricação de barras para enchimento usadas na solda forte de aços-carbono, ferro fundido, latão e outras ligas.

As propriedades do latão também podem ser alteradas com a adição de alguns elementos. É possível aprimorar a sua resistência mecânica, a usinabilidade e a resistência à corrosão. Os elementos utilizados são o chumbo, o estanho e o níquel.

A liga de latão com chumbo contém 1 a 3% de chumbo. É uma liga com uma boa usinabilidade, utilizada na fabricação de peças por estampagem a quente que necessitam de posterior usinagem.

Já a liga com estanho costuma ter até 2% desse último metal. É uma liga que oferece uma ótima resistência à corrosão em ambientes marinhos, o que a indica para a fabricação de peças de barcos.

O latão ao níquel é usado no lugar do bronze para fabricar molas e casquilhos de mancais.

LIGAS DE COBRE E NÍQUEL

As últimas ligas da família do cobre são aquelas em que o níquel participa em proporções que variam entre 5 e 50%. Essas ligas têm boa ductibilidade, boa resistência mecânica e à oxidação, e

boa condutividade térmica. São facilmente conformáveis, podendo ser transformadas em chapas, tiras, fios, tubos e barras. Elas podem ser unidas pela maioria dos métodos de solda forte e por solda de estanho.

Com uma proporção de até 30% de níquel, a liga é usada em tubulações hidráulicas e pneumáticas, moedas e medalhas e na fabricação de resistores, componentes de condensadores, tubos para trocadores de calor, casquilhos, condutos de água salgada, tubos de destiladores, resistores e condensadores.

As ligas com teores de níquel na faixa de 35 a 57% recebem o nome de *constantan* e são usadas para a fabricação de resistores e termopares.

Combatendo a Corrosão

Um dos maiores inimigos do metal é a corrosão. A corrosão é um processo na qual o metal é lentamente destruído em função das reações químicas e eletroquímicas que certos materiais apresentam quando estão em um meio corrosivo. Nesse processo, o metal perde suas propriedades e se transforma em outra substância. É a famosa "ferrugem", que é um tipo de óxido de ferro.

Isso afeta a resistência de uma peça, inutilizando-a. Isso pode trazer prejuízos financeiros ou riscos à integridade de máquinas e objetos. Por isso, uma das grandes preocupações da indústria é criar técnicas capazes de evitar ou minimizar a corrosão dos metais.

A origem da corrosão está na produção do ferro. O ferro é obtido no estado líquido. Quando ele é resfriado, suas partículas formam uma estrutura cristalina. O problema é que as impurezas que permanecem no ferro durante a sua produção, podem se distribuir entre os cristais, criando alterações na estrutura do metal obtido, sobretudo na sua superfície. Deformações nos cristais também podem ser ocasionadas por transformações mecânicas.

Essas modificações provocam o surgimento de regiões com cargas elétricas positivas e negativas na superfície do metal. Bastas a presença de um eletrólito - que é uma solução capaz de conduzir corrente elétrica - para gerar um processo corrosivo no metal, pois a solução fecha o contato entre os pólos positivo e negativo. Os eletrólitos podem ser facilmente encontrados na natureza. Por isso, o meio corrosivo pode ser o próprio ambiente em que se encontra o metal. A água, a terra e o ar podem apresentar riscos de corrosão dos metais. Uma das maiores vítimas da corrosão é o aço.

É comum a corrosão se manifestar de forma generalizada. Nesse caso, ela é denominada corrosão uniforme. É aquele tipo de corrosão comum, de cor marrom avermelhada. É um tipo de corrosão superficial. Mas existem outros tipos de corrosão que podem atingir profundamente o metal, de forma localizada. Esse tipo de corrosão é mais destrutivo.

Para combater a corrosão é necessário evitar que os eletrólitos entrem em contato com a superfície do metal. Por isso é importante proteger a superfície do metal do meio corrosivo. Pode-se, por exemplo, recobrir o metal com películas metálicas ou orgânicas, de espessura e composição adequadas. Esse recobrimento é feito por meio da metalização e da pintura.

METALIZAÇÃO

É um processo na qual se aplica um metal para a proteção, dando efeito decorativo à peça. Nas peças de aço cromadas, a peça é coberta por camadas de cobre, níquel e cromo.

Outra forma de tratamento de superfície é a zincagem pelo processo de imersão a quente - ou zincagem a fogo como é conhecido. O material, previamente preparado, é mergulhado num tanque de zinco em estado de fusão. O zinco adere ao aço, formando uma camada espessa que protege a peça da corrosão.

PINTURA

A pintura de metais não é tão simples com o a pintura de uma parede. É necessário cobrir integralmente a superfície do metal. Existem vários processos de pintura que permitem uma cobertura segura. É o caso da a pintura de autos ou de eletrodomésticos, que exige a fosfatização da superfície antes de aplicar as tintas.

O conteúdo desta apostila foi baseado no Curso Básico de Mecânica Industrial da Força Sindical.

3 – HIDRÁULICA

INTRODUÇÃO À HIDRÁULICA

A Hidráulica consiste no estudo das características e usos dos fluidos. Desde o início, o homem serviu-se dos fluidos para facilitar o seu trabalho. A história antiga registra que dispositivos engenhosos, como bombas e rodas d'água já eram conhecidos desde épocas bem remotas. Entretanto, só no século XVII, o ramo da Hidráulica que nos interessa, foi utilizado. Baseava-se no princípio descoberto pelo cientista francês Pascal, que consistia no uso de fluido confinado para transmitir e multiplicar forças e modificar movimentos.

A lei de Pascal, resumia-se em:

> *"A PRESSÃO EXERCIDA EM UM PONTO QUALQUER DE UM LÍQÜIDO ESTÁTICO É A MESMA EM TODAS AS DIREÇÕES E EXERCE FORÇAS IGUAIS EM ÁREAS IGUAIS."*

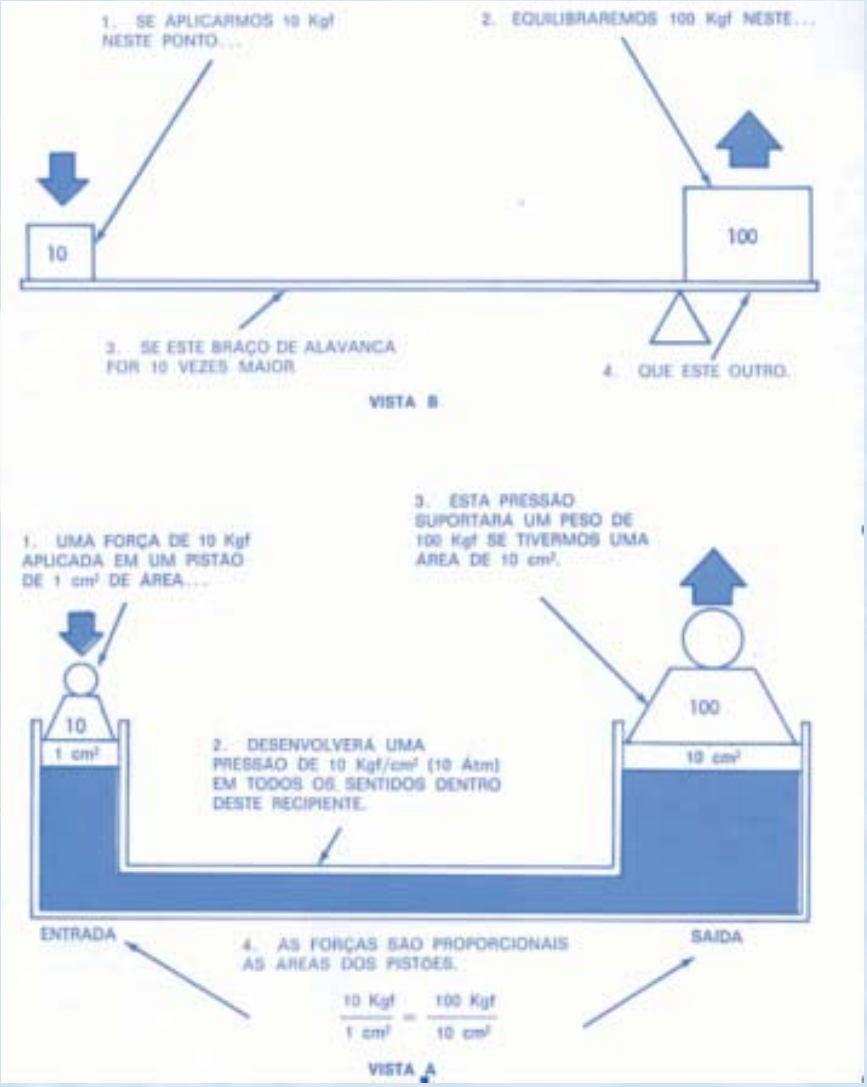
Esee preceito explica por que uma garrafa de vidro se quebra se a rolha for forçada a entrar na câmara cheia: o fluido, praticamente incompressível, transmite a força aplicada na rolha à garrafa (fig. 1), resultando disso uma força excessivamente alta numa área maior que a da rolha. Assim, é possível quebrar o fundo de uma garrafa, aplicando-se uma força moderada na rolha.

Talvez seja pela simplicidade da Lei de Pascal que o homem não percebeu o seu enorme potencial por dois séculos.

Somente no princípio da Revolução Industrial é que um mecânico britânico, Joseph Bramah, veio a utilizar a descoberta de Pascal para desenvolver uma prensa hidráulica. Bramah, concluiu

que, se uma força moderada aplicada a uma pequena área, criava proporcionalmente uma força maior numa área maior, o único limite à força de uma máquina seria a área em que se aplicasse a pressão.

A fig.2 demonstra como Bramah aplicou o princípio de Pascal à prensa hidráulica. A força aplicada é a mesma utilizada na rolha (fig. 1) e o *pistão* menor tem a mesma área, ou seja, 1 cm^2. O pistão maior tem 10 cm^2. O pistão maior é empurrado com 10 Kgf numa área de 1 cm^2, para que possa suportar uma massa de 100 Kg. Observa-se que as forças que equilibram esse sistema são proporcionais às áreas dos cilindros. Assim sendo, se a área de saída for de 200 cm^2, a força de saída será de 2.000 Kgf (no caso, a cada cm^2 correspondem 10 Kgf). Esse é o princípio de operação de um macaco hidráulico ou de uma prensa hidráulica. É interessante notar a semelhança entre essa prensa simples e uma alavanca mecânica (vista B).



Definição de pressão

Para se determinar a força total aplicada a uma superfície, é necessário conhecer-se a pressão ou a força aplicada a uma unidade da área. Normalmente, essa pressão é expressa em Kgf por centímetro quadrado (Atmosferas, abreviado como Atm). Sabendo a pressão e a área em que se aplica, podemos determinar a força total:

Força em Kgf = Pressão (Kgf / cm²) x Área (cm²)

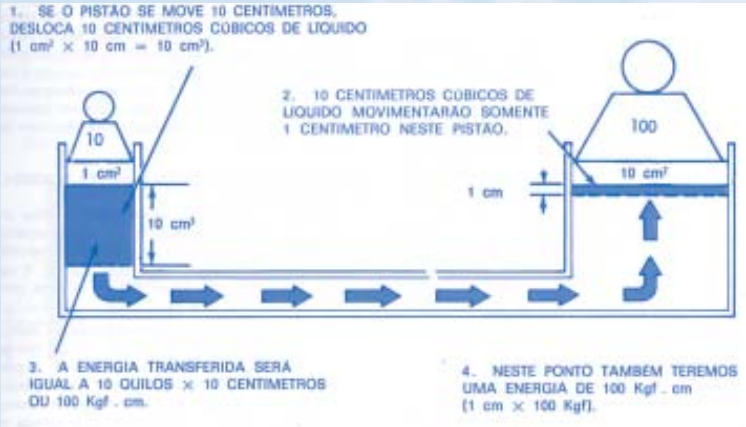
Conservação de energia

Uma lei fundamental da Física afirma que a energia não pode ser criada nem destruída. A multiplicação de forças (fig. 2) não é o caso de se obter alguma coisa por nada. O pistão maior, movido pelo fluido deslocado do pistão menor, faz com que a distância de cada pistão se movimente inversamente proporcional às suas áreas (fig. 3). O que se ganha com relação à força tem que ser sacrificado em distância ou velocidade.

Transmissão de energia hidráulica

A Hidráulica pode ser definida como um meio de transmitir energia, pressionando um líquido confinado. O componente de entrada de um sistema hidráulico chama-se bomba, e o de saída, atuador. Para fins de simplificação, demonstramos um pistão simples e queremos ressaltar que a maior parte das bombas incorpora vários pistões, palhetas ou engrenagens, como elementos de bombeamento. Os atuadores podem ser do tipo linear, como o cilindro demonstrado ou rotativo, no caso de motores hidráulicos.

O sistema hidráulico não é uma fonte de energia. A fonte de energia é o acionador, tal como o motor que gira a bomba. Então por que não esquecer a hidráulica e ligar a parte mecânica diretamente ao acionador principal? A resposta está na versatilidade de um sistema hidráulico, o qual oferece algumas vantagens sobre outros meios de transmissão de energia.



Vantagens do acionamento hidráulico

VELOCIDADE VARIÁVEL - A maior parte dos motores elétricos tem uma velocidade constante e isso é aceitável quando temos que operar uma máquina a uma velocidade constante. O atuador (linear ou rotativo) de um sistema hidráulico, entretanto, pode ser acionado a velocidades variáveis e infinitas, desde que variando o deslocamento da bomba ou utilizando-se de uma válvula controladora de vazão.

REVERSIBILIDADE - Poucos são os acionadores reversíveis. Os que o são, normalmente, precisam ser quase parados antes de se poder inverter o sentido de rotação. O atuador hidráulico pode ser invertido instantaneamente, sem quaisquer danos, mesmo em pleno movimento. Uma válvula direcional de 4 vias ou uma bomba reversível atua nesse controle, enquanto que a válvula de segurança protege os componentes do sistema contra pressões excessivas.

PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGAS - A válvula de segurança protege o sistema hidráulico de danos causados por sobrecargas. Quando a carga excede o limite da válvula, desvia-se o fluxo da bomba ao tanque, com limites definidos ao torque ou à força. A válvula de segurança também permite ajustar uma máquina à força ou ao torque especificado, tal como numa operação de travamento.

DIMENSÕES REDUZIDAS - Devido às condições de alta velocidade e pressão, os componentes hidráulicos possibilitam transmitir um máximo de força num mínimo peso e espaço.

PARADA INSTANTÂNEA - Se pararmos instantaneamente um motor elétrico, podemos danificá-lo ou queimar o fusível. Da mesma forma, as máquinas não podem ser bruscamente paradas e ter seu sentido de rotação invertido, sem a necessidade de se dar novamente a partida. Entretanto, um atuador hidráulico pode ser parado sem danos quando sobrecarregado e recomeçar imediatamente assim que a carga for reduzida. Durante a parada, a válvula de segurança simplesmente desvia a vazão da bomba ao tanque.

Óleo hidráulico

Qualquer líquido é essencialmente incompressível, e, assim sendo, transmite força num sistema hidráulico, instantaneamente. A palavra "hidráulica" provém do grego *hydra* que significa água e *aulos* que significa cano ou tubo.

A primeira prensa hidráulica, de Bramah, e algumas prensas ainda em uso utilizavam água como meio de transmissão. Todavia, o líquido mais comum utilizado nos sistemas hidráulicos é derivado de petróleo. O óleo transmite força quase instantaneamente, por ser praticamente incompressível. A compressibilidade de um óleo é 1/2 por cento à pressão de 70 Kg/cm^2, porcentagem essa que pode ser desprezada nos sistemas hidráulicos. O óleo é mais usado porque serve de lubrificante para as peças móveis dos componentes.

Pressão numa coluna de fluido

O peso de certo volume de um óleo varia em função de sua viscosidade. Entretanto, o peso por volume da maioria dos óleos hidráulicos é 0,90 Kg/cm^2. Um fato importante relacionado ao peso de um óleo é o efeito causado quando o óleo entra em uma bomba. O peso do óleo cria uma pressão de 0,090 Kg/cm^2 no fundo de uma coluna de 1 m de óleo. Para cada metro adicional, teremos um acréscimo equivalente a mais 0,090 Kg/cm^2 de pressão. Assim, para calcular a pressão no fundo de uma coluna de óleo, basta simplesmente multiplicar a altura em metros por 0,09 Kg cm^2.

Aplicando esse princípio, consideremos, agora, as condições nas quais o reservatório está localizado acima ou abaixo da entrada da bomba. Quando o nível do óleo está acima da entrada da bomba, uma pressão positiva força o óleo para dentro da bomba. Por outro lado, se a bomba estiver localizada acima do nível do óleo, um vácuo equivalente a 0,09 Kg/cm^2 por metro será necessário para levantar o óleo até a entrada da bomba. Na verdade, o óleo não é levantado pelo vácuo, mas é forçado pela pressão atmosférica, no vão criado no orifício de entrada, quando a bomba está em funcionamento. A água e os diversos fluidos hidráulicos resistentes ao fogo são mais pesados do que o óleo e, portanto, requerem mais vácuo por metro de levantamento.

A pressão atmosférica alimenta a bomba

A bomba é normalmente alimentada pelo óleo proveniente da diferença de pressão entre o reservatório e sua entrada. Normalmente a pressão no reservatório é a pressão atmosférica, ou seja, 1 Kg/cm^2. É necessário então criar um vácuo parcial ou uma pressão reduzida para que haja fluxo.

Em um macaco hidráulico típico, com um simples pistão alternado, ao puxar o pistão cria-se um vácuo parcial na câmara de bombeamento. A pressão atmosférica no reservatório empurra o óleo, enchendo o vão. (Numa bomba rotativa, as câmaras sucessivas aumentam de tamanho, ao passarem pela entrada, criando-se assim uma condição idêntica).

Se for possível formar um vácuo completo na entrada, haverá então 1 Kg/cm^2 de pressão para empurrar o óleo para dentro da câmara. Entretanto, a diferença de pressões deve ser bem menor, pois os líquidos vaporizam no vácuo total. Isto provoca a formação de bolhas de ar no óleo: as bolhas atravessam a bomba, explodindo com força considerável quando expostas à pressão na saída: danificam a bomba de tal maneira que provocam o mau funcionamento e reduzem sua vida útil.

Mesmo que o óleo tenha boas características de vaporização, uma pressão muito baixa na entrada (alto índice de vácuo) permitirá ao ar misturado com óleo escapar. Essa mistura de ar com óleo pode causar a cavitação (o nome dado ao fenômeno de vaporização de um líquido pela redução da pressão a uma temperatura constante). Quanto mais rapidamente a bomba girar menor será essa pressão, aumentando assim a possibilidade de cavitação.

Se as conexões da entrada não forem bem vedadas, o ar à pressão atmosférica concentra-se na área de baixa pressão e entra na bomba. Essa mistura também é inconveniente e barulhenta, mas diferente da que provoca a cavitação. O ar, quando exposto à pressão na saída, é comprimido formando um amortecedor e não cede tão violentamente. Não se dissolve no óleo mas entra no sistema como bolhas compressíveis, que causam operações irregulares na válvula e no atuador.

A maioria dos fabricantes de bombas recomenda um vácuo máximo de 0,85 Kg/cm^2 absoluto na entrada da bomba. Assim, com uma pressão de 1 Kg/cm^2, resta uma diferença de 0,15 Kg/cm^2 para empurrar o óleo para dentro da bomba. Deve-se evitar alturas de sucção excessivas para que as linhas de entrada permitam o fluxo com um mínimo de atrito.

As bombas de deslocamento positivo criam o fluxo

A maioria das bombas utilizadas nos sistemas hidráulicos é classificada como bomba de deslocamento positivo. Isso significa que, a exceção de variações no rendimento, o deslocamento é constante, indiferentemente à pressão. A saída é positivamente separada da entrada, de forma que o que entra na bomba é forçado para a saída.

A única função da bomba é criar o fluxo; a pressão é causada pela resistência ao fluxo. Há uma tendência comum em responsabilizar a bomba por qualquer perda de pressão que ocorra. Com poucas exceções, a perda de pressão só ocorre quando há um vazamento de forma a desviar todo o fluxo da bomba.

Para ilustrar, suponhamos que uma bomba de deslocamento de 10 litros/minuto seja utilizada para empurrar o óleo sob um pistão de 10 cm^2 de área e levantar um peso equivalente a 1.000 quilos. Enquanto o peso está sendo levantado ou mantido pelo óleo hidráulico, a pressão precisa ser de 100 Kg/cm^2. Mesmo que um furo no pistão deixasse escapar 8 litros/minuto a 100 Kg/cm^2, a pressão seria mantida constante. Com apenas 2 litros/minuto, para movimentar essa mesma carga, a pressão se manterá constante embora o levantamento se processe mais lentamente. Agora, imaginemos que o mesmo vazamento aconteça na própria bomba ao invés de no cilindro. Ainda haverá 2 litros/minuto movimentando a carga, como também a mesma pressão.

Assim, a bomba pode estar bem desgastada, perdendo praticamente toda a sua eficiência, porém sua pressão é mantida. Essa pressão mantida não é um indicador das condições da bomba. É necessário medir o fluxo numa dada pressão para determinar as condições da bomba.

Como é criada a pressão

A pressão resulta da resistência oferecida ao fluxo do fluido.

A resistência é função:

1. da carga de um atuador;

2. de uma restrição (ou orifício) na tubulação.

Imaginemos uma carga de 1.000 quilos sobre um atuador. O peso de 1.000 quilos oferece resistência ao fluxo sob o pistão e cria a pressão no óleo. Se o peso aumenta, o mesmo acontece com a pressão. Numa bomba de deslocamento de 10 l/min, tem-se uma válvula de segurança, regulada para 70 Kg/cm^2, ligada na saída a uma simples torneira. Se essa torneira estiver toda aberta, a vazão da bomba flui livremente e o manômetro não registra pressão. Suponhamos que a torneira seja gradativamente fechada. Isso oferecerá resistência ao fluxo causando um aumento de pressão. Quanto mais restrição, tanto mais pressão haverá para empurrar os 10 l/min através da torneira. Sem a válvula de segurança no circuito teoricamente não haverá limite à pressão. Na realidade, algo teria de ceder ou então a bomba poderia até parar o acionador (motor elétrico). Em nosso exemplo, se for necessário 70 Kg/cm^2 de pressão para empurrar o óleo através da abertura, a válvula de segurança abrirá.

A pressão, porém, permanecerá a 70 Kg/cm^2. Restringindo-se mais a torneira, isto fará com que passe menos óleo por ela e mais pela válvula de segurança. Com a torneira completamente fechada, toda a vazão passará pela válvula de segurança a 70 Kg/cm^2. Pode-se concluir, por esse exemplo, que uma válvula de segurança, ou um componente que limite a pressão, deve sempre ser usado quando nos sistemas são utilizadas bombas de deslocamento positivo.

Fluxos paralelos

Uma característica intrínseca de todos os líquidos é o fato de que sempre procuram os caminhos que oferecem menor resistência. Assim, quando houver duas vias de fluxo paralelas, cada qual com resistência diferente, a pressão aumenta só o necessário para o fluxo seguir pelo caminho mais fácil. Da mesma forma, quando a saída da bomba for dirigida a dois atuadores, o que necessitar de menor pressão se movimentará primeiro. Como é difícil equilibrar cargas com exatidão, os cilindros que precisam de sincronismo de movimentos geralmente são ligados mecanicamente.

Fluxo de série

Quando resistências ao fluxo estão ligadas em série, somam-se as pressões. Em válvulas ligadas em série, os manômetros, localizados nas linhas, indicam a pressão normalmente suficiente para superar cada resistência da válvula, mais a contra-pressão que cada válvula sucessiva ofereça. A pressão no manômetro da bomba indica a soma das pressões necessárias para abrir cada válvula individualmente.

Queda de pressão através de uma restrição (orifício)

Um orifício é uma passagem restringida de uma linha hidráulica ou em um componente, utilizado para controlar o fluxo ou criar uma diferença de pressão (queda de pressão). Para que haja fluxo de óleo através de um orifício, precisa haver uma diferença ou queda de pressão. Inversamente, se não houver fluxo, não haverá queda de pressão.

Um aumento de queda de pressão através de um orifício sempre acompanha o aumento de fluxo. Se o fluxo for bloqueado depois do orifício, a pressão se iguala imediatamente nos dois lados da restrição, de acordo com a Lei de Pascal. Esse princípio é essencial ao funcionamento de muitas válvulas controladoras de pressão compostas (balanceadas).

A pressão indica a carga de trabalho

A pressão é gerada pela resistência de uma carga. Sabemos que a pressão é igual à força dividida pela área do pistão. Expressamos essa relação pela fórmula geral:

$$P = \frac{F}{A}$$

Onde:

P = pressão em Kg/cm^2

F = força em quilos

A = área em cm^2

Com isso, observamos que um aumento ou diminuição na carga resultará num aumento ou diminuição na pressão de operação. Em outras palavras, a pressão é proporcional à carga, e a leitura do manômetro indica a carga de trabalho (em Kg/cm^2) a qualquer momento.

As leituras do manômetro normalmente ignoram a pressão atmosférica. Isto é, um manômetro comum indica "zero" à pressão atmosférica. Um manômetro absoluto indica 1 atmosfera no nível do mar. A pressão absoluta é designada por Atm abs.

A força é proporcional à pressão e à área

Quando se utiliza um cilindro hidráulico para fechar ou prensar, a força gerada pode ser calculada por:

$$F = P \times A$$

Como exemplo, suponhamos uma prensa hidráulica com uma regulagem de 100 Kg/cm^2 de pressão e essa pressão aplicada numa área de 20 cm^2. A força gerada será de 2.000 Kg.

Calculando a área do pistão

Calcula-se a área de um pistão pela fórmula:

$$A = 0{,}7854 \times d^2$$

Onde:

A = área em cm^2

d = diâmetro do pistão em cm

As seguintes relações são válidas:

$$F = P \times A$$
$$P = F / A$$
$$A = F / P$$

Velocidade de um atuador

A velocidade com que um cilindro se desloca ou um motor gira depende do seu tamanho e da vazão de óleo que estão recebendo. Para relacionar a vazão à velocidade, considera-se o volume que deve preencher o atuador para percorrer uma dada distância.

Imagine dois cilindros. Se um deles tiver um diâmetro menor, a velocidade será maior; ou então, se o diâmetro for maior, a velocidade será menor, desde que a vazão da bomba permaneça constante em ambos os casos. A relação é a seguinte:

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Vazão (Q)}}{\text{Área (a)}}$$

Vazão (Q) = velocidade x área

$$\text{Área (a)} = \frac{\text{vol/tempo}}{\text{(a) velocidade}}$$

Q = L/min

a = dm^2

v = dm/min

Concluimos com isso que:

1 – A força ou torque de um atuador é diretamente proporcional à pressão e i ndependente da vazão;

2 - Sua velocidade dependerá da vazão indiferentemente à pressão.

Velocidade na tubulação

A velocidade com que o fluido hidráulico passa pela tubulação é um fator importante de projeto, pelo efeito que a velocidade causa sobre o atrito. Geralmente, a faixa de velocidades recomendada é:

linha de sucção.....6 a 12 dm por segundo

linha de pressão..... 20 a 60 dm por segundo

Deve-se notar que:

1 - A velocidade do fluido, através de um tubo, varia inversamente com o quadrado do diâmetro interno;

2 - Normalmente, o atrito do líquido num tubo é proporcional à velocidade, todavia, se o fluxo for turbulento, o atrito varia em função do quadrado da velocidade.

Dobrando-se o diâmetro interno de um tubo, quadruplicamos a sua área interna; assim, a velocidade é apenas 1/4 no tubo maior. Diminuindo o diâmetro à metade, a área será 1/4, o que quadruplica a velocidade do fluxo.

O atrito cria turbulência no fluido oferecendo resistência ao fluxo, o que resulta numa queda de pressão ao longo da linha. Baixa velocidade é recomendada para linha de sucção visto que muito pouca queda de pressão pode ser tolerada nesse local.

Procedimento para se determinar as dimensões da tubulação

Se o deslocamento da bomba e a velocidade do fluxo são dados, use essa fórmula para calcular a área interna do tubo:

$$A = \frac{L/min \times 0{,}170}{velocidade\ (m/seg)}$$

sendo A em cm^2

Quando os dados de deslocamento e a área forem dados, a velocidade será:

$$velocidade\ (m/seg) = \frac{L/min \times 0{,}170}{Área\ (cm^2)}$$

Tubulação e suas especificações

A especificação nominal em polegadas para canos, tubos, etc. não é um indicador preciso do diâmetro interno. Nos tubos padrão, o diâmetro interno real é maior que o tamanho indicado. Para selecionar a tubulação, será necessária uma tabela que dê os verdadeiros diâmetros internos. Para tubos de aço e cobre, as dimensões dadas são as dos diâmetros externos. Para determinar o diâmetro interno, deve-se diminuir duas vezes a espessura da parede do diâmetro externo.

Trabalho e energia

Quando se movimenta uma força a certa distância, efetua-se um trabalho.

$$\text{Trabalho} = \text{Força} \times \text{Distância}$$

Expressamos o trabalho em quilos x metro. Por exemplo, se um peso de 10 quilos é levantado 10 metros, o trabalho é:

10 quilos x 10 metros = 100 quilogrâmetros (Kgm)

A fórmula acima não considera a velocidade em que o trabalho é feito. A velocidade com que o trabalho é realizado é chamada potência. Para exemplificar a potência, pense em subir uma escada. O trabalho realizado é o peso do corpo multiplicado pela altura da escada. Porém, será mais difícil subir correndo do que andando. Quando se corre, o mesmo trabalho é realizado, porém de maneira mais rápida.

$$\text{Potência} = \frac{\text{Força} \times \text{Distância}}{\text{Tempo}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}}$$

A unidade padrão de potência é o CV (cavalo vapor). Ele equivale a levantar 75 Kg a um metro de altura em um segundo.

Também existem os equivalentes em energia elétrica e calor.

1 CV = 4.500 Kgm/min ou 75 Kgm/seg

1 CV = 736 Watts (energia elétrica)

1 CV = 41,8 Btu/min = 10,52 Kcal/seg

Obviamente, é desejável converter a potência hidráulica em CV, e assim conhecer as potências mecânicas, elétricas e caloríficas equivalentes.

Potência num sistema hidráulico

Num sistema hidráulico, a velocidade e a distância são indicadas pelo fluxo em l/min e a força pela pressão. Assim sendo, poderemos expressar a potência hidráulica em:

$$\text{Potência} = \text{litros / min} \times \text{quilos / cm}^2$$

Passando a relação às unidades mecânicas, usamos esses equivalentes:

$$1 \text{ litro} = 1.000 \text{ cm}^3$$
$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

Portanto:

$$\text{Potência} = \frac{L}{min} \; \frac{1.000 cm^3}{1} \times \frac{kg}{cm^2} \times \frac{1m}{10cm} = \frac{10 \text{ kgm}}{min}$$

logo:

$$\text{Potência} = 10 \frac{kgm}{min}$$

Isso nos dá a potência mecânica equivalente de um fluxo de 1 litro por minuto à pressão de 1 Kg/cm2.

Torque

Torque é uma medida de quanto uma força que age em um objeto faz com que o mesmo gire. O objeto gira sobre um ponto central, conhecido como "ponto pivô". A distância do ponto do pivô ao ponto onde atua uma força "F' é chamada braço do momento e é denotada por "r".

O torque é definido pela relação:

$$T = r \times F$$

Se for necessário converter CV em torque ou vice-versa, sem calcular a pressão nem a vazão em qualquer equipamento rotativo, temos:

$$\text{Torque} = \frac{725 \times CV}{RPM} \quad \text{ou} \quad CV = \frac{\text{Torque} \times RPM}{725}$$

O torque nessa fórmula será em Kgm.

Obs: 1 CV = 0,986 HP

Princípios de pressão

Já sabemos que Hidráulica é derivada de duas palavras gregas, uma das quais significa "água". Logo, podemos deduzir que a ciência da Hidráulica engloba qualquer dispositivo operado pela água. A roda d'água ou turbina, por exemplo, é um dispositivo hidráulico. Todavia, uma discriminação precisa ser feita entre os dispositivos que utilizam o impacto de um líquido em movimento e aqueles que são operados pela pressão em um líquido confinado.

- O dispositivo que utiliza o impacto ou energia cinética do líquido para transmitir força é um dispositivo hidrodinâmico.

- Quando um dispositivo é operado por uma força aplicada num líquido confinado, é chamado de dispositivo hidrostático; a pressão, sendo a força aplicada e distribuída sobre a área exposta, é expressa como força por unidade de área.

Como é criada a pressão

A pressão resulta da resistência ao fluxo do fluido ou da resistência à força que tenta fazer o líquido fluir. A tendência para causar o fluxo (compressão) pode ser fornecida por uma bomba mecânica ou então pelo peso do fluido.

Sabemos que, numa quantidade de água, a pressão aumenta de acordo com a profundidade. A pressão será sempre correspondente a qualquer profundidade em particular, devido ao peso da água sobre o ponto considerado. Na época de Pascal, um cientista italiano, Torricelli, provou que se o fundo de um tanque com água fosse furado, a água tendia a fluir mais rápido com o tanque cheio e esse fluxo iria diminuindo à medida que o nível da água fosse baixando. Em outras palavras, quando o peso da água sobre a abertura diminuía, a pressão também diminuía. Torricelli só podia expressar a pressão no fundo do tanque como "altura em metros de coluna de água".

Hoje, com Kg/cm^2 como unidade de pressão, podemos expressar pressão em qualquer lugar no líquido ou gás em termos mais convenientes. Tudo o que precisamos saber é quanto pesa um metro cúbico de fluido. Uma coluna de água de 1 metro de altura equivale a 0,1 Kg/cm^2; uma coluna de 5 metros equivale a 0,5 Kg/cm^2 e assim por diante. Uma coluna de óleo com 1 metro de altura equivale a 0,090 Kg/cm^2.

Em muitos lugares é usado o termo "altura manométrica" para descrever a pressão, não importando como essa foi criada. Os termos altura manométrica e pressão são intercambiáveis.

Pressão atmosférica

A pressão atmosférica nada mais é do que a pressão do ar em nossa atmosfera, devido ao seu próprio peso. Ao nível do mar, uma coluna de ar de um centímetro quadrado de área e altura total pesa 1 quilo.

Assim sendo, a pressão será 1 Kg/cm^2. Em altitudes terrestres maiores, naturalmente há menos peso nessa coluna e a pressão tende a diminuir. Abaixo do nível do mar, a pressão atmosférica é maior que 1 Kg/cm^2. Qualquer condição onde a pressão é menor que a pressão atmosférica é chamada vácuo ou vácuo parcial.

O vácuo completo (total) seria a ausência de pressão ou "0" atm absoluta.

Barômetro de mercúrio

A pressão é também medida em centímetros de mercúrio (cm Hg) num aparelho denominado barômetro. O barômetro de mercúrio, inventado por Torricelli, é tido como conseqüência dos estudos sobre pressão por Pascal. Torricelli descobriu que, quando um tubo de mercúrio for invertido num recipiente do líquido, a coluna dentro do tubo cairá certa distância. Ele raciocinou que a pressão atmosférica na superfície do líquido estava sustentando o peso da coluna de mercúrio com um vácuo perfeito sobre ela.

Em condições atmosféricas normais, e ao nível do mar, a coluna será sempre de 76 cm de altura. Assim, a medida 76 cm de Hg torna-se outro equivalente de uma atmosfera.

Medindo o vácuo

Uma vez que vácuo significa pressão abaixo da pressão atmosférica, o vácuo pode ser medido nas mesmas unidades. Assim pode-se expressá-lo em Kg/cm^2 (em unidades negativas) como também em cm de mercúrio.

Um vácuo perfeito, o qual sustentará uma coluna de mercúrio a uma altura de 76 cm é, portanto 76 cm Hg. Vácuo zero (pressão atmosférica) será zero num vacuômetro.

Resumo das escalas de pressão e vácuo

Como já discutimos as várias maneiras de se medir o vácuo e pressão, seria conveniente juntá-las para uma comparação.

1 - Uma atmosfera é a unidade de pressão igual a 1 Kg/cm^2 (o peso da coluna de ar da atmosfera, com 1 cm^2 de área, sobre a terra).

2 - Quilos por centímetro quadrado absolutos é a escala que começa no vácuo perfeito (0 Kg/cm^2 absoluto). A pressão atmosférica é de 1 Kg/cm^2 nessa escala.

3 - Kg/cm^2 manométrico é calibrada na mesma unidade que Kg/cm^2 absoluto, porém ignora-se a pressão atmosférica. A pressão atmosférica desta escala é zero Kg/cm^2.

4 - Para converter Kg/cm^2 absoluto para Kg/cm^2 manométrico:

- Pressão manométrica + 1 Kg/cm^2 = Pressão absoluta

- Pressão absoluta - 1 Kg/cm^2 = Pressão manométrica

5 - A pressão atmosférica na graduação do barômetro é 76 cm Hg. Comparando isto com a escala absoluta de Kg/cm^2 a, é evidente que:

- 1 Kg/cm^2 (abs) = 76 cm Hg

- 1 cm Hg = 0,013 Kg/cm^2

6 - Uma atmosfera é equivalente a aproximadamente 10,30 metros de água ou 11,20 metros de óleo.

Princípios de fluxo

O fluxo num sistema hidráulico é a ação que movimenta um atuador. Transmite-se a força só pela pressão, porém, o fluxo é essencial para causar movimento. A bomba cria o fluxo num sistema hidráulico.

Como medir o fluxo

Há duas maneiras para medir o fluxo de um fluido:

VELOCIDADE: é o tempo em que as partículas do fluido passam em determinado ponto ou a distância em que essas partículas se movem em uma unidade de tempo. Mede-se em metros por segundo.

VAZÃO: é a medida do volume de fluido que passa por um determinado ponto num dado tempo. nesse caso os volumes são dados em litros por minuto.

Vazão e velocidade

A velocidade de um atuador hidráulico sempre depende do seu tamanho e da vazão do fluido no atuador. Convertemos o volume de um atuador em decímetros cúbicos já que:

$1\ dm^3 = 1$ litro

Fluxo e queda de pressão

Para que um líquido flua, deve existir uma condição de desequilíbrio de forças causando o movimento. Assim sendo, quando houver fluxo através de um tubo de diâmetro constante, a pressão será sempre menor na saída. A diferença de pressão ou queda de pressão é necessária para superar o atrito na linha.

O fluido procura um nível

Inversamente, quando não houver diferença de pressão num líquido, esse simplesmente procura um nível. Se houver modificação num ponto, os níveis nos outros sobem até que o seu peso seja suficiente para equilibrar as pressões.

A diferença de peso no caso do óleo é de 1 metro por 0,09 Kg/cm^2. Assim, pode-se ver que é necessária uma diferença de pressão adicional para causar o fluxo ou levantar o fluido num tubo, porque a força, devido ao peso do líquido, precisa ser vencida.

No projeto de um circuito, a pressão necessária para movimentar a massa de óleo e vencer o atrito precisa ser adicionada à pressão requerida para movimentar a carga. Na maioria das aplicações, um bom projeto diminui essas quedas de pressão ao ponto de se tornarem quase desprezíveis.

Fluxo laminar e turbulento

Quando as partículas de um fluido se movimentam paralelamente ao longo de um tubo (condição ideal), chamamos essa condição de "fluxo laminar", que ocorre em baixa velocidade e em tubos retos. Com fluxo laminar, o atrito é mínimo.

Turbulência é a condição em que as partículas não se movimentam suavemente e em paralelo à direção do fluxo. São mudanças bruscas na direção de fluxo pelo fluido viscoso ou pela velocidade excessiva. O resultado disso é um aumento de atrito, o qual gera calor, aumenta a pressão de operação e desperdiça energia.

O princípio de Bernoulli

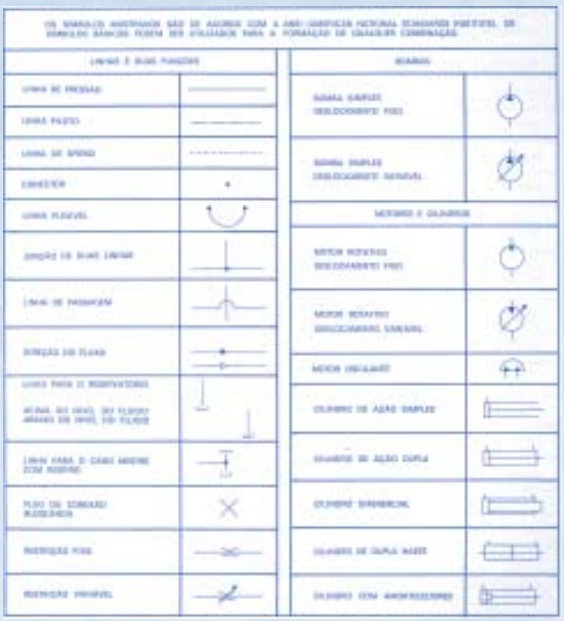
O fluido hidráulico num sistema contém energia em duas formas: energia cinética em virtude do peso e da velocidade e energia potencial em forma de pressão. Daniel Bernoulli, um cientista suíço, demonstrou que num sistema, com fluxo constante, a energia é transformada cada vez que se modifica a área transversal do tubo. O princípio de Bernoulli diz que a soma de energias, potencial e cinética, nos vários pontos do sistema, é constante, se o fluxo for constante.

Quando o diâmetro de um tubo se modifica, a velocidade também se modifica. A energia cinética aumenta ou diminui. Entretanto, a energia não pode ser criada e nem destruída. Logo, a mudança em energia cinética precisa ser compensada pela redução ou aumento da pressão. O uso de um venturi no carburador de um automóvel é um exemplo do princípio de Bernoulli. Na passagem de ar através da restrição, a pressão é diminuída. Essa redução de pressão permite que a gasolina flua, se vaporize e se misture com o ar.

Simbologia hidráulica

Para a criação e compreensão de projetos hidráulicos é necessário entender a simbologia convencionada para esses casos.

Veja a seguir uma tabela com os símbolos gráficos normalizados e que são utilizados na indústria:



OUTROS	
DIREÇÃO DE ROTAÇÃO (VISTO DE FRENTE DO EIXO)	
ENVELOPE	
RESERVATORIO	
RESERVATÓRIO PRESSURIZADO	
MANÔMETRO	
TERMÔMETRO	
ROTAMETRO (MEDIDOR DE FLUXO)	
MOTOR ELÉTRICO	
ACUMULADOR C/ATUAÇÃO POR MOLA	
ACUMULADOR C/ATUAÇÃO POR GAS	
FILTRO	
AQUECEDOR	
TROCADOR DE CALOR	
TERMOSTATO	
INTENSIFICADOR	
PRESSOSTATO	
VALVULAS — SIMBOLOS BASICOS	
VALV. DE RETENÇÃO	
VALV. AGULHA	
COMPONENTE BÁSICO DE VÁLVULA	
VALV. DE PASSAGEM UNICA NORMALMENTE FECHADA	

VÁLVULAS — SIMBOLOS BÁSICOS (CONT.)	
VÁLVULA DE PASSAGEM ÚNICA — NORMALMENTE ABERTA	
VÁLVULA DE SEGURANÇA	
SIMBOLO BASICO PARA VALVULA DE MÚLTIPLAS VIAS	
PASSAGEM DE FLUXO BLOQUEADA NA POSIÇÃO CENTRAL	
SIMBOLO P/ VÁLVULA DE MÚLTIPLAS VIAS (AS FLECHAS MOSTRAM A DIREÇÃO DO FLUXO)	
VÁLVULAS — EXEMPLOS	
VÁLV. DE DECARGA DRENO INTERNO CONTROLADA REMOTAMENTE	
VÁLVULA DESACELERADORA NORMALMENTE ABERTA	
VÁLVULA DE SEQUÊNCIA ATUADA DIRETAMENTE DRENADA EXTERNAMENTE	
VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO	
VÁLVULA DE CONTRABALANÇO COM RETENÇÃO INTEGRAL	
VÁLVULA CONTROLADORA DE FLUXO C/ COMPENSAÇÃO DE PRESSÃO E TEMPERATURA E COM RETENÇÃO INTEGRAL	
VÁLVULA DIRECIONAL DUAS POSIÇÕES, 2 VIAS	
VÁLV. DIRECIONAL TRÊS POSIÇÕES, 4 VIAS	
VÁLVULA DE POSICIONAMENTO INFINITO (INDICADO POR BARRAS HORIZONTAIS)	

MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
COMPENSADOR DE PRESSÃO	
DETENTE	
MANUAL	
MECÂNICO	
PEDAL	
BOTÃO	

MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
ALAVANCA	
PRESSÃO PILOTO	
SOLENÓIDE	
CONTROLADA POR SOLENÓIDE, OPERADO POR PRESSÃO PILOTO	
MOLA	
SERVO	

Seleção de fluidos

Em hidráulica, os fluidos são divididos normalmente em três categorias: óleos minerais, fluidos de base sintética e água. Os dois primeiros tipos de fluidos são usados em "dispositivos de potência acondicionados". A água é usada como fluido hidráulico em sistemas hidráulicos centrais.

A função de um bom fluido hidráulico é tripla:

1 - é um meio transmissor de potência hidráulica;

2 - é um meio lubrificador dos componentes do sistema de potência fluida;

3 - atua como um vedador.

A seleção do fluido hidráulico adequado é importante, e tem influência direta na eficiência do sistema hidráulico, no custo de manutenção, e na vida útil dos componentes do sistema. Vamos conhecer os dois primeiros tipos de fluidos, os óleos minerais e os fluidos sintéticos.

Óleos minerais

São três os tipos básicos de óleos minerais usados, derivados do petróleo:

1 - óleos de base parafínica;

2 - óleos de base naftênica ou asfáltica;

3 - óleos de base mista; estes últimos contêm compostos parafínicos e naftênicos.

Para obter certas características, adicionam-se ao óleo algumas substâncias químicas. Tais substâncias químicas são chamadas "aditivos". Os aditivos não são capazes de fazer um óleo inferior funcionar tão bem como um bom óleo, mas são capazes de fazer um bom óleo funcionar ainda melhor. Um aditivo pode possuir a forma de um agente anti-espumante, de um inibidor de oxidação, de um agente fortalecedor de película, ou de um estabilizador de oxidação.

O usuário não deve tentar colocar aditivos em um óleo hidráulico. Essa tarefa é primordialmente do fabricante ou refinador do óleo.

Fluidos de base sintética

Uma vez que os riscos de fogo são predominantes em tomo de certos tipos de máquinas operadas hidraulicamente, especialmente onde estiverem presentes chamas descobertas, foram feitas muitas pesquisas para desenvolver fluidos hidráulicos à prova de fogo. Esses fluidos são divididos em dois grupos: misturas de base sintética e fluidos a base de água. Nem todos os fluidos de base sintética são à prova de fogo.

Os fluidos de base sintética incluem compostos químicos, como bifenis clorados, fosfatos de ésteres, ou misturas que contêm cada um deles. Esses fluidos hidráulicos são à prova de fogo, pois é incluída uma grande percentagem de materiais fosforosos e clorosos.

Os fluidos a base de água dependem de uma grande percentagem de água para efetivarem a natureza à prova de fogo do fluido. Além da água, esses compostos contêm materiais anticongelantes, como glicóis de água, inibidores e aditivos.

Os fluidos de base sintética apresentam vantagens e desvantagens. Algumas das vantagens são:

1 - são à prova de fogo;

2 - a formação de sedimentos ou goma de petróleo é reduzida;

3 - a temperatura tem pouco efeito no engrossamento ou no armamento do fluido.

Uma desvantagem de muitos fluidos sintéticos é o efeito de deterioração sobre alguns materiais, como revestimentos, tintas, e alguns metais utilizados em filtros de entrada.

Requisitos de qualidade

Certas qualidades são exigidas em um bom fluido hidráulico - um óleo não deve sofrer um colapso e deve proporcionar serviço satisfatório. Eis algumas das qualificações exigidas:

1 - Evitar ferrugem nas peças internas de válvulas, bombas e cilindros.

2 - Evitar a formação de sedimentos ou goma de petróleo que possam bloquear pequenas passagens nas válvulas e nas telas de filtros.

3 - Reduzir a espuma que pode causar cavitação na bomba.

4 - Propriedades que proporcionem uma longa vida útil.

5 - Reter suas propriedades originais durante uso pesado - não deve deteriorar-se quimicamente.

6 - Qualidades que resistam à variação da capacidade de fluxo ou viscosidade com a mudança da temperatura.

7 - Formar uma película protetora que ofereça resistência ao desgaste de peças de operação.

8 - Evitar a ação de corrosão nas peças de bombas, válvulas e cilindros.

9 - Não emulsificar com água, que freqüentemente apresenta-se no sistema através de fontes externas ou de condensação.

10 - Não ter efeito deteriorante sobre gaxetas e vedações.

Seleção de um fluido hidráulico

As funções principais de um fluido hidráulico são as de transmitir uma força aplicada em um ponto do sistema de fluido para outro ponto do sistema e reproduzir rapidamente qualquer variação na força aplicada. Assim, o fluido deve fluir prontamente e deve ser relativamente incompressível. A escolha do fluido hidráulico mais satisfatório a uma aplicação industrial envolve duas considerações distintas:

1 - o fluido para cada sistema deve possuir certas características e propriedades físicas essenciais de fluxo e funcionamento;

2 - o fluido deve apresentar convenientes características de operação durante um período de tempo.

Um óleo pode ser o adequado quando inicialmente empregado; entretanto, suas características ou propriedades podem variar, resultando em um efeito adverso sobre o funcionamento do sistema hidráulico.

O fluido hidráulico deve proporcionar uma vedação ou película adequada entre as peças móveis, para reduzir o atrito. É aconselhável que o fluido não produza variações físicas ou químicas adversas enquanto estiver no sistema hidráulico. O fluido não deve provocar oxidação ou corrosão no sistema, e deve atuar como um lubrificante adequado para criar uma película resistente o bastante para separar as peças móveis e minimizar o desgaste entre elas.

Certos aspectos são necessários para avaliar o funcionamento e a adequabilidade de um fluido hidráulico, sendo os mais importantes: peso específico e viscosidade.

Peso Específico

O termo "peso específico" de um líquido indica o peso por unidade de volume. A água a 15°C, por exemplo, possui peso específico de 9,798 KN/m^3.

A "densidade relativa" ou "peso específico relativo" de um dado líquido é definido como a *razão entre o peso específico do líquido e o peso específico da água.* Se a densidade relativa de um óleo for de 0,93, por exemplo, o peso específico do óleo será (0,93 X 9,798), ou aproximadamente 9,112 KN/m^3.

Para os fluidos hidráulicos usados comercialmente, a densidade relativa pode variar de 0,80 a 1,45.

Viscosidade

A viscosidade é um termo freqüentemente usado. Em muitos casos, o termo é usado em um sentido geral, vago e impreciso. Para ser explícito e específico, o termo "viscosidade" deverá ser usado com um termo que o qualifique.

O termo *viscosidade absoluta* ou *dinâmica* é um termo específico preciso. Como indicado pela figura abaixo, o fluido hidráulico entre as duas placas paralelas adere à superfície de cada uma delas, o que permite que uma placa deslize com relação à outra (como cartas de baralho sobre o feltro); isso resulta numa ação de "cisalhamento", em que as camadas de fluido deslizam uma com relação à outra. Uma força de "cisalhamento" age para "cortar" as camadas de fluido numa certa velocidade, ou razão de movimento relativo, provocando a ação de cisalhamento entre as camadas de fluido.

O termo "viscosidade absoluta ou dinâmica" é uma propriedade física do fluido hidráulico, que indica a razão entre a força de cisalhamento e a razão ou velocidade na qual o fluido está sendo cisalhado.

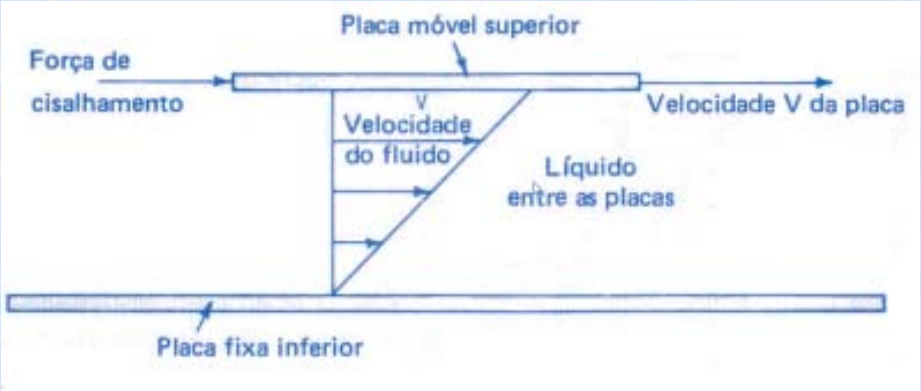


Fig. 5 - Diagrama ilustrando a ação de cisalhamento de um líquido

Para simplificar, um fluido muito *viscoso* ou um fluido que possua alta viscosidade dinâmica é um fluido que não flui livremente, ou um fluido que possua baixa viscosidade dinâmica flui livremente. O termo "fluidez" é recíproco de "viscosidade dinâmica". Um fluido com alta viscosidade dinâmica possui baixa fluidez, e um fluido com baixa viscosidade dinâmica possui alta fluidez.

Em geral, a viscosidade dinâmica de um líquido diminui com o aumento da temperatura; portanto, quando um óleo é aquecido, flui mais livremente. Devido aos efeitos da pressão, é difícil tirar conclusões gerais, sólidas, para todos os óleos. É possível, para um aumento da pressão do fluido, um aumento da viscosidade de um óleo.

Viscosímetro Universal Saybolt

O termo "viscosidade dinâmica" é confundido às vezes com a leitura fornecida pelo Viscosímetro Universal Saybolt. Na prática industrial, esse instrumento foi padronizado arbitrariamente para o teste de derivados de petróleo. Independentemente do fato de ser chamado viscosímetro, o instrumento de Saybolt não mede a "viscosidade dinâmica". A figura abaixo ilustra um diagrama apresentando o viscosímetro Saybolt.

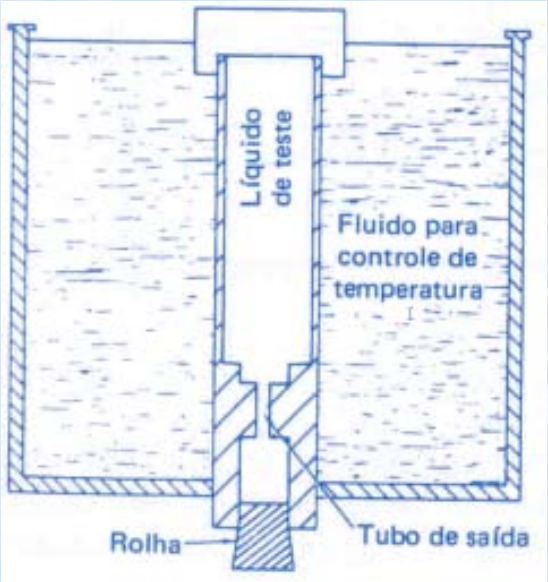


Fig. 6 – Diagrama ilustrando o princípio de operação do viscosímetro Saybolt

Na operação do instrumento, o líquido a ser testado é colocado no cilindro central, que é um tubo pequeno e de abertura reduzida, com uma rolha em sua extremidade inferior. Circundando o cilindro central, um banho líquido é utilizado para manter a temperatura do líquido que está sendo testado. Após a temperatura de ensaio ser atingida, a cortiça é retirada e o tempo necessário para que 60 milímetros do fluido em teste flua para fora do cilindro é medido com um cronômetro. Esse tempo medido, em segundos, é chamado Leitura Universal Saybolt ou *segundos Saybolt.*

A *S.A.E.* (Society of Automotive Engineers) estabeleceu números padronizados para classificar os óleos. Para óleos ensaiados a 54,4°C, em um instrumento Universal Saybolt padronizado, a tabela abaixo indica números de viscosidade *S.A.E.* para as faixas correspondentes de leituras Saybolt.

Viscosidade S.A.E. nº	Mínimo	Máximo
10	90	menos de 120
20	120	menos de 185
30	185	menos de 225

Se um óleo for classificado como “SAE 10”, por exemplo, a leitura Universal Saybolt a 54,4°C, nessa faixa, estará entre 90 e menos de 120 segundos.

Problemas de Viscosidade

Se a viscosidade do fluido hidráulico for muito alta (o fluido não flui tão livremente quanto desejado), poderão ocorrer as seguintes ações indesejáveis:

1 - Resistência interna ou atrito fluido é alta, o que significa uma alta resistência à passagem do fluido através de válvulas e bombas.

2 - O consumo de potência é alto, já que o atrito fluido é alto.

3 - A temperatura do fluido é alta, já que o atrito é alto.

4 - A queda de pressão através do sistema pode ser maior que a desejada, o que significa que estará disponível menos pressão útil para a realização de trabalho útil.

5 - O movimento e a operação das várias peças podem ser lentos e indolentes, como resultado da alta resistência fluida.

Se a viscosidade do fluido hidráulico for muito baixa (o fluido flui mais facilmente que o desejado), poderão ocorrer as seguintes ações indesejáveis:

1 - Mais vazamento que o esperado nos espaços livres.

2 - Menor pressão que a desejada no sistema.

3 - Um aumento no desgaste, em razão da falta de uma forte película de fluido entre as peças mecânicas que se movimentam umas com relação às outras.

4 - Aumento do vazamento na bomba, resultando em vazão e eficiência reduzidas.

5 - Uma perda de controle, já que a resistência da película de fluido é diminuída.

Com relação aos segundos Saybolt, as leituras do viscosímetro para óleo de serviço não devem exceder 4.000 segundos, e nem ser menores que 45 segundos.

Índice de viscosidade

Teoricamente, a viscosidade dinâmica de um óleo deve variar apenas ligeiramente com as variações da temperatura. No motor de um automóvel, o óleo do cárter é operado numa grande faixa de temperaturas. Numa manhã muito fria de inverno, após o carro funcionar por certo período de tempo, a temperatura do óleo poderá ser muito baixa, e a viscosidade dinâmica do óleo poderá ser muito alta.

Se a viscosidade dinâmica do óleo for exclusivamente alta, grandes forças e grandes quantidades de potência poderão ser necessárias para “cisalhar” as películas de óleo. Além disso, após o motor funcionar por um período de tempo em um dia quente de verão, a temperatura do óleo poderá ser muito alta, e a viscosidade dinâmica do óleo poderá ser muito baixa; portanto, o óleo não poderá formar uma película lubrificante adequada entre as superfícies deslizantes. Um rompimento da película de óleo poderá resultar em desgaste excessivo das superfícies de metal e numa perda de potência do motor.

O termo *índice de viscosidade* é uma razão arbitrariamente definida; indica a variação relativa na Leitura Universal Saybolt, com relação à temperatura. Os óleos mais recomendáveis são aqueles que possuem alto índice de viscosidade; isto é, a variação na leitura Saybolt é relativamente pequena com a variação da temperatura. Os óleos com um pequeno índice de viscosidade registram uma variação relativamente grande de leituras Saybolt com a variação da temperatura.

Valor lubrificante

Os termos *poder lubrificante* e *oleosidade* são usados com relação ao valor lubrificante de um óleo. Esses termos são usados com mais freqüência quando as superfícies móveis estão relativamente próximas e podem efetuar contato metal-metal. Na mesma pressão e temperatura, um óleo *A* pode ser melhor lubrificante que um outro óleo *B;* portanto, o óleo *A* possui maior poder lubrificante que o óleo *B.* O valor lubrificante de um fluido depende de sua estrutura química e de sua reação a várias superfícies metálicas, quando tais superfícies estão relativamente próximas entre si. Assim, o poder lubrificante e a oleosidade são extremamente importantes no funcionamento de um óleo.

Ponto mínimo de fluidez

O ponto mínimo de fluidez de um fluido é definido como a menor temperatura na qual o fluido flui quando é resfriado sob determinadas condições. O ponto mínimo de fluidez é importante quando o sistema hidráulico é exposto a baixas temperaturas. Como regra geral, o ponto mínimo de fluidez mais conveniente deve estar aproximadamente 11°C abaixo da menor temperatura à qual o fluido será exposto.

Oxidação e contaminação

Oxidação é uma reação química na qual o oxigênio se combina com um outro elemento. Como o ar contém oxigênio, o oxigênio envolvido na oxidação de um fluido é resultado da exposição ou mistura do fluido com o ar. A reação de oxidação aumenta com a exposição crescente do óleo ao ar.

Quantidades inconvenientes de ar em sistemas hidráulicos podem ocorrer em razão de causas mecânicas, como vazamento de ar na linha de sucção de óleo, baixo nível de fluido no reservatório de óleo e vazamento em tomo de vedações. O vazamento de ar pode ocasionar o movimento errôneo das peças mecânicas e também pode fazer o fluido oxidar mais rapidamente. Todos os óleos contêm um pouco de ar em solução, o que não implica a causa de qualquer problema. Se não houver ar em solução, poderá ocorrer uma ação espumante. Se preso em um cilindro, o ar fora de solução será altamente compressível; entretanto, o óleo não será tão altamente compressível quanto o ar. A ação irregular de um cilindro, por exemplo, poderá ocorrer se uma quantidade significante de ar tornar-se indissolúvel.

Os metais ferrosos são destruídos pela oxidação. A oxidação pode se desenvolver em um sistema hidráulico se a umidade estiver presente; essa umidade pode ser o resultado da condensação do ar que penetra por vazamentos pelo lado de sucção (de baixa pressão) de uma bomba.

A “estabilidade de oxidação” de um óleo refere-se à capacidade inerente de um óleo de resistir à oxidação. A oxidação aumenta com o aumento de temperatura, pressão e agitação. A oxidação aumenta também com a contaminação do óleo por substâncias como graxa, sujidade, umidade, tintas e compostos para juntas. Vários metais também promovem a oxidação do óleo, e os diferentes fluidos possuem diferentes características de oxidação.

A tabela abaixo apresenta as propriedades essenciais dos fluidos hidráulicos disponíveis comercialmente.

Fluidos à base de petróleo	
Faixa de viscosidade, segundos Saybolt, a 38 ºC	40 a 5000
Temperatura de funcionamento, em ºC	-60 a 260
índice de viscosidade mínimo	76 a 225

Fluidos resistentes ao fogo (emulsões água-óleo, glicóis de água, fosfatos de ésteres, cloridratos de hidrocarbonos, silicato de ésteres, silício)	
Faixa de viscosidade, segundos Saybolt, a 38 ºC	20 a 5000
Temperatura de funcionamento, em ºC	73 a 315

Controles de Fluxo

A função de um controle de fluido é a de controlar o volume de fluido que passa por certo ponto do circuito. Na realidade, um controle de fluxo é uma válvula que poderia ser comparada ao registro térmico doméstico. Se for aberta somente uma pequena quantidade, somente urna pequena quantidade de ar quente surgirá; mas se for aberta amplamente, o ar quente irá se precipitar. O registro pode ser regulado de completamente fechado a totalmente aberto em pequenas etapas.

Um controle de fluxo é utilizado para controlar a velocidade do pistão dos cilindros de potência, a velocidade em que a bobina de uma válvula piloto muda, o ciclo de tempo de urna válvula reguladora e a velocidade (rotação) em que um motor de fluido gira. Um controle de fluxo é um dispositivo simples, mas desempenha um papel muito importante em um circuito de potência fluida.

Tipos de controles de fluxo

Os controles de fluxo podem ser divididos nos seguintes grupos:

1 - Controle de vazão na entrada (*meter in*)

2 - Controle de vazão na saída (*meter out*)

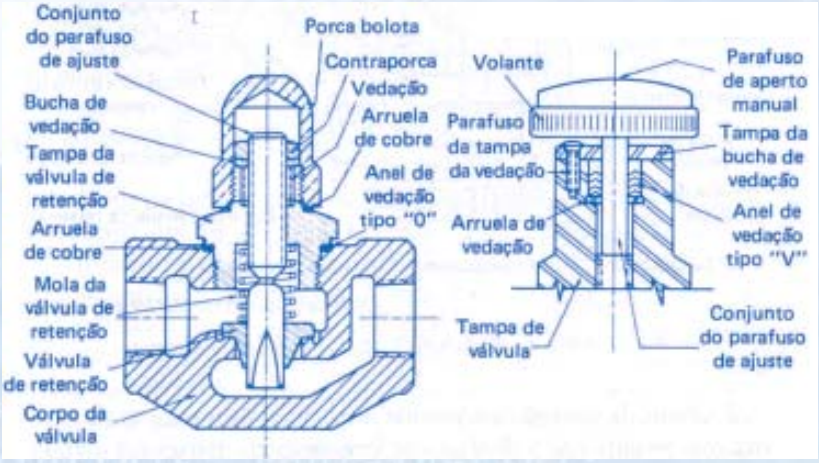
3 - Controle de vazão na entrada e na saída

4 - Regulagem por sangria (*bleed-off*)

No controle de vazão na entrada, o fluido é medido em sua trajetória para o dispositivo que o vai medir. O controle de vazão na saída mede o fluido quando ele deixa o dispositivo que o controla. Isto é chamado freqüentemente medição de exaustão. O controle de vazão na entrada e na saída mede o fluido de ambas as formas anteriores.

A maioria das válvulas de controle de fluxo do sistema *meter-in* é utilizada para serviço hidráulico, e muitas das válvulas de controle de fluxo do sistema *meter-out* são usadas para serviço pneumático. Muitas das válvulas desse tipo também são utilizadas para serviço hidráulico. As válvulas de controle de fluxo na entrada e na saída não são utilizadas em grande parte nos sistemas de potência fluida industriais. As válvulas de controle do sistema *bleed-off* são utilizadas nos sistemas hidráulicos; são utilizadas para desviar uma quantidade predeterminada de óleo, que está sob pressão.

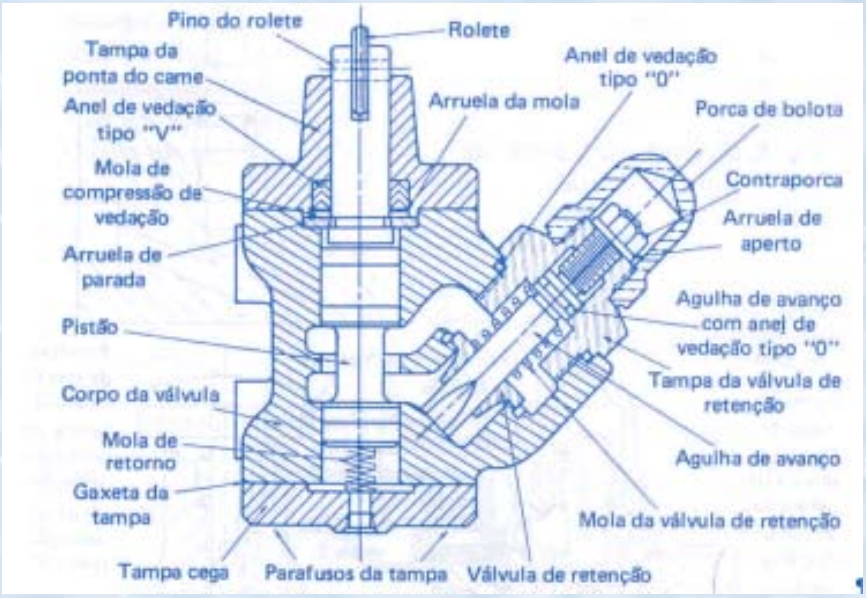
Os controles de fluxo também são construídos em conjunto com registros operados a *came*, que permitem que o fluido flua livremente até que o *came* acione o registro; o fluido deve correr então através do controle de fluxo. Os controles de fluxo são construídos com aberturas ajustáveis (veja figuraabaixo), isto é, a passagem através da qual o fluido corre pode ser feita maior ou menor, de acordo com as várias exigências. A vantagem desse arranjo é que o movimento do dispositivo que o controle de fluxo está controlando pode ser acelerado ou desacelerado. Mesmo numa mesma aplicação, quando cargas diferentes são aplicadas, é sempre aconselhável que haja condições de variar o fluxo a cada carga.



Os controles de fluxo do sistema *meter-in* ou *meter-out* normalmente possuem outra válvula embutida construída com eles, isto é, uma válvula de retenção. Essa válvula permite o fluxo livre quando o fluido está correndo no sentido oposto.

A válvula operada a *came* (veja figura a seguir) é, na realidade, um conjunto de três válvulas construídas numa só - um registro, uma válvula de controle de fluxo e uma válvula de retenção. Esse tipo de válvula oferece uma distinta vantagem, pois o meio que o controle de fluxo está regulando pode ser levado rapidamente ao trabalho; quando o registro é então fechado, o controle de fluxo toma conta do ciclo de operação.

Um exemplo típico é o avanço de ferramenta em uma máquina-ferramenta. O cilindro move o pistão e a ferramenta para dentro rapidamente, até que o rolete de *came* seja pressionado; então, o pistão e a ferramenta são movidos na razão determinada pelo controle de fluxo.



Em hidráulica, as válvulas de painel que contêm controles de fluxo e várias válvulas de operação são utilizadas em complicados circuitos de avanço de máquinas. A válvula de controle de fluxo operada a *came* poderá ser usada vantajosamente quando um grande amortecimento em um cilindro for adotado.

A válvula de retenção nas válvulas de controle de fluxo é um dispositivo que permite que o fluido corra livremente em apenas um sentido. Essa ação é similar à de uma porta numa casa; ela não pode ser aberta em um dos sentidos por causa de seu umbral, mas pode ser totalmente aberta para o outro sentido.

Os controles de fluxo pneumáticos são normalmente encontrados em tamanhos de 1/4 a 1 polegada (diâmetro de tubo), e os controles de fluxo hidráulico são encontrados em tamanhos de 1/4 a 2 polegadas (diâmetro de tubo), ou maiores. As faixas de pressão de até 10 bárias são encontradas na pneumática, e de até 200 bárias na hidráulica.

Controles de Pressão

A função das válvulas de controle de pressão é a de controlar as pressões no sistema de potência fluida. Os controles de pressão podem ser utilizados para reduzir, aliviar ou ajustar pressões ou para iniciar uma outra função.

Os tipos de componentes considerados controles de pressão são:

VÁLVULAS DE ALÍVIO - Em hidráulica, a função da válvula de alívio de pressão é a de aliviar a bomba para evitar que essa e o sistema fiquem sobrecarregados. Quando a pressão atinge certo ponto, a válvula de alívio borrifa óleo de volta ao reservatório, e a pressão é aliviada. Existem muitas modificações nessas válvulas, dependendo do sistema em que são utilizadas.

VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO - A válvula redutora de pressão é utilizada para reduzir a pressão em parte do sistema para uma pressão inferior. Em um sistema hidráulico, aconselha-se sempre a redução da pressão em certas partes do sistema.

VÁLVULA DE SEQÜÊNCIA - A função de uma válvula de seqüência é a de ajustar a seqüência de operações em um circuito hidráulico e pneumático. *As* válvulas de seqüência são utilizadas também para outras funções.

VÁLVULA DE DESCARGA - A função de uma válvula de descarga, conforme utilizada em circuitos hidráulicos, é a de descarregar a pressão em um instante desejado, para conservar potência e assegurar proteção para o sistema. Isso ajuda a reduzir o aquecimento.

Válvula de alivio de pressão hidráulica

A válvula de alívio de pressão hidráulica pode ser do tipo de operação direta, do tipo de piloto de operação direta ou do tipo piloto de controle remoto. Na válvula de operação direta, a pressão do fluido que atua no pistão deve superar a tensão aplicada por uma grande mola para abrir o orifício de descarga. A válvula tipo piloto de operação direta é operada a piloto e utiliza somente uma pequena mola. A válvula tipo piloto de controle remoto é controlada por uma válvula remota através de uma ligação de piloto. Protege a bomba, o motor elétrico, as linhas de fluido, os controles direcionais, os cilindros e os motores a fluido contra sobrecargas, ou uma pressão de operação aplicada acima da faixa de segurança dos componentes.

Embora as válvulas de alívio hidráulicas normalmente sejam consideradas uma parte do dispositivo de potência, poderão ser utilizadas em outros lugares no sistema hidráulico, como para aliviar a pressão durante um período de reserva.

O período de reserva é considerado o período de inatividade em que uma máquina de prensagem pneumática ou hidráulica não está realizando trabalho, como durante um período de carregamento. As vantagens de utilizar uma válvula de alívio extra no circuito para dar conta do período de reserva são as de reduzir o aquecimento, o consumo de potência e assumir a carga total do sistema por períodos relativamente longos. As válvulas de alívio são conhecidas como válvulas

normalmente fechadas, pois a passagem de exaustão é mantida fechada até que o pistão abra-a para aliviar a pressão de fluido.

As válvulas de alívio de pressão hidráulica do tipo de operação direta são normalmente construídas para pressões de até 200 bárias; entretanto, em alguns casos, são projetadas para pressões hidráulicas muito maiores. Normalmente, não cobrem toda uma faixa, mas são encontradas em faixas de 3 a 51 bárias, 48 a 100 bárias, 100 a 170 bárias, e 140 a 205 bárias.

O fluido flui sem impedimento de um orifício para outro, até que seja encontrada resistência; então a pressão no interior da válvula sobe a um ponto no qual a área diferencial entre a seção superior e a inferior do pistão da válvula, multiplicada pela pressão interna na válvula, trabalhe contra a mola. O pistão sobe a um ponto que permite que o fluido escape pelo terceiro orifício, aliviando a pressão. A pressão contra o pistão depende da tensão colocada contra a mola através do parafuso de ajuste.

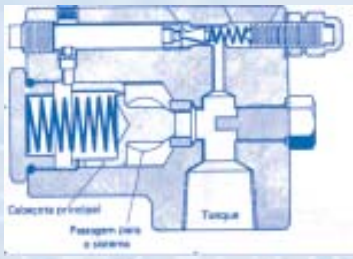
Esse tipo de válvula é construído em diâmetros de tubo que variam de 1/4 a 2 polegadas, ou mais. O pistão encaixa hermeticamente no corpo da válvula para reduzir os vazamentos a um mínimo. A válvula é de construção simples, possuindo somente duas peças móveis: o pistão e a mola. O pistão se move muito rapidamente.

A válvula de alívio tipo piloto externa ou interna pode ser construída para pressões de até 350 bárias, em tamanhos similares aos do tipo de operação direta.

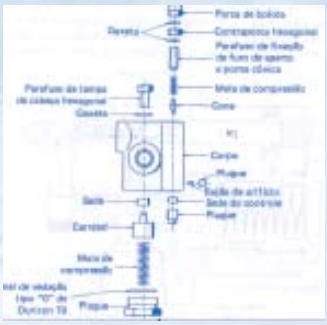
A válvula de alívio hidráulica de operação direta (figura a seguir) é compacta, pois não exige espaço para uma grande mola. O cabeçote móvel principal permite que um grande volume de óleo escape para o reservatório quando a pressão do sistema da válvula é atingida. A ação do cabeçote móvel principal maior é controlada por um cabeçote menor. A pressão do sistema age em ambos os lados do cabeçote principal devido ao pequeno orifício. A partir do momento em que uma área maior é exposta à pressão do sistema no lado superior ou esquerdo, o cabeçote principal é mantido firmemente em sua sede, reduzindo assim os vazamentos.

A pressão do sistema também age no cabeçote de controle através do orifício acima mencionado. Quando a pressão toma-se grande o bastante para superar a pressão da mola ajustável mantida sobre o cabeçote de controle, o fluido flui para o reservatório. As forças são então colocadas contra o cabeçote principal, porque o fluxo através do cabeçote de controle causa una diferença de pressão com relação ao orifício. A pressão na base ou lado direito excede então a do lado superior ou esquerdo, e o cabeçote principal move-se para cima, ou para a esquerda, para fora de sua sede. Um grande volume de óleo pode então escapar para o reservatório na pressão atmosférica, reduzindo assim a pressão do sistema. Quando a pressão reduzida permite que o cabeçote de controle volte à sua sede, o cabeçote principal fecha-se novamente. O ajuste de pressão é feito através de um parafuso com furo de aperto. Na válvula, uma mola é usada para toda a faixa de

pressões até 140 bárias. Algumas válvulas tipo piloto de operação direta usam a mola em incrementos, similarmente à válvula de alívio hidráulica de operação direta.

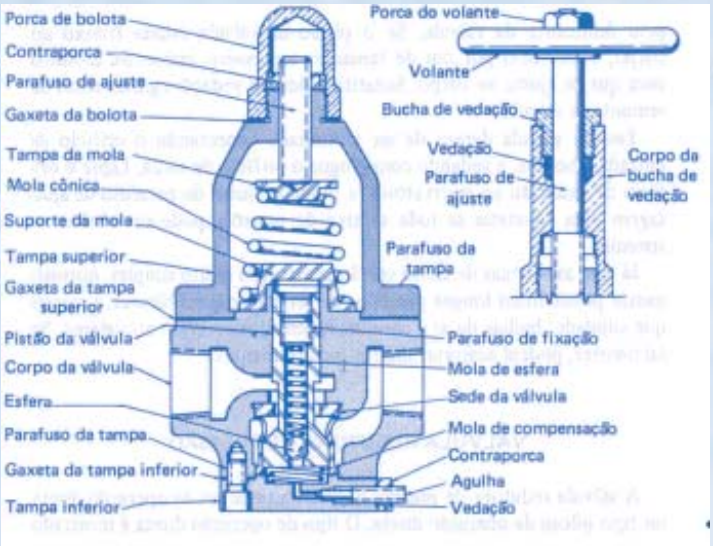


As peças que compõem a válvula, como mostra a figura acima, podem ser estudadas como as peças relacionadas na figura abaixo.



Válvula redutora de pressão

A válvula redutora de pressão hidráulica pode ser de operação direta ou tipo piloto de operação direta. O tipo de operação direta é mostrado pela figura 13. O tipo piloto de operação direta é um pouco mais compacto, uma vez que não utiliza a mola grande (veja figura 14).



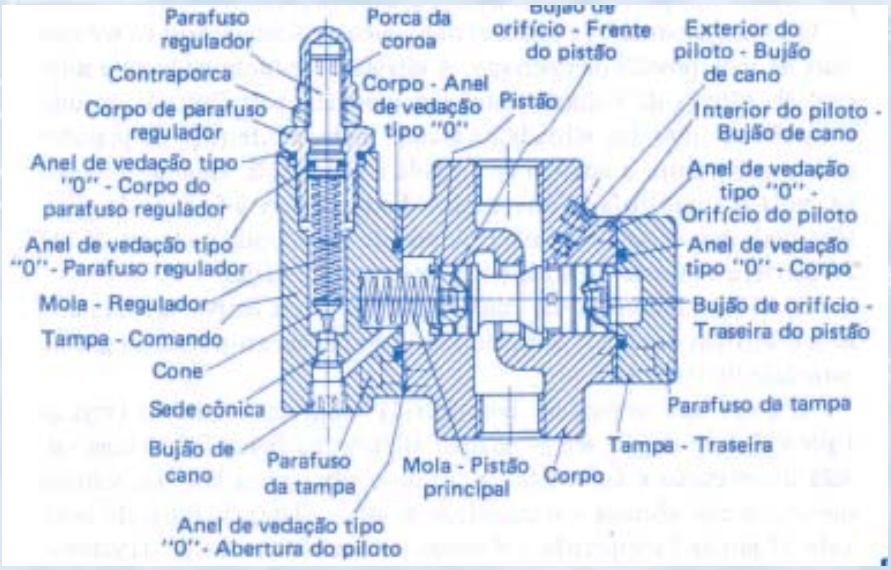
Em muitos circuitos e sistemas hidráulicos, é aconselhável ao sistema mais de uma pressão de operação. A válvula de redução pode ser a solução. Na válvula de redução hidráulica mostrada pela figura 13, quando a tensão da mola for aliviada na grande mola, a diferença de pressões será a maior entre o orifício de entrada e o de saída. Quando a tensão na mola é aumentada, a diferença é diminuída. A diferença de pressões pode ser de até 10 para 1. A pressão de entrada pode ser de até 35 bárias, e a pressão de saída pode ser de até 3,5 bárias.

As válvulas redutoras são construídas em faixas de pressão similares às das válvulas de alívio. Normalmente, não são construídas com grande variedade de tamanho.

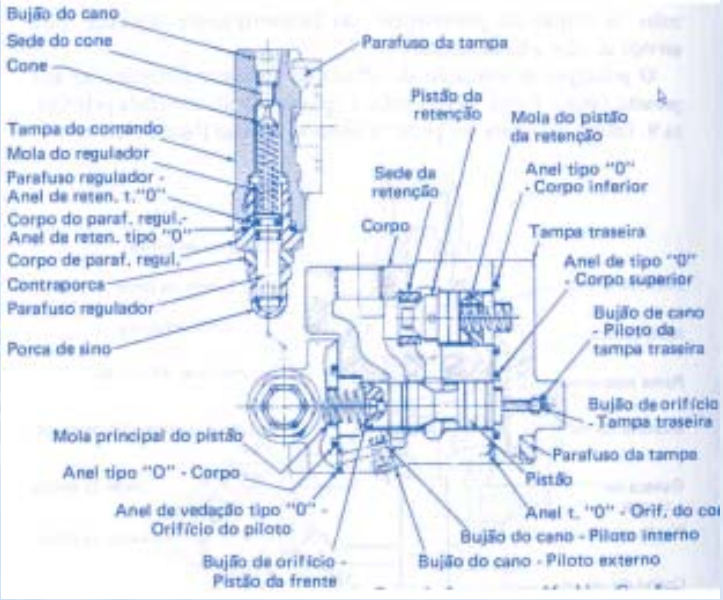
As peças que compõem uma válvula redutora hidráulica (veja as Figuras 13 e 14) devem ser estudadas. Observe na figura 13 que uma válvula de retenção é embutida, para que o óleo possa fluir no sentido oposto, o que elimina a necessidade de uma válvula de retenção separada. O pistão é temperado, e é polido com relação ao corpo da válvula. A sede da válvula também é temperada. A válvula da figura 14 não possui a válvula de retenção embutida.

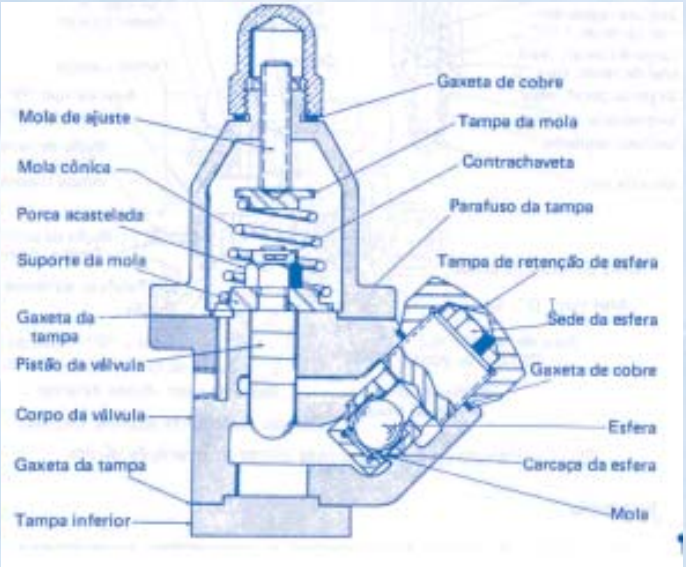
Válvulas de seqüência

As válvulas de seqüência são largamente utilizadas nos sistemas hidráulicos. Utilizando-se essas válvulas, uma segunda válvula de controle direcional pode freqüentemente ser eliminada. As válvulas de seqüência hidráulicas podem ser de operação direta, tipo piloto de operação direta ou tipo piloto de controle remoto, da mesma forma que as válvulas de alívio. A figura 15 mostra urna válvula de seqüência hidráulica de operação direta. A figura 16 mostra uma válvula de seqüência tipo piloto de operação direta projetada para montagem em tubulação. Tais válvulas são também encontradas para montagem em subplaca. Essa válvula possui uma válvula de retenção embutida.



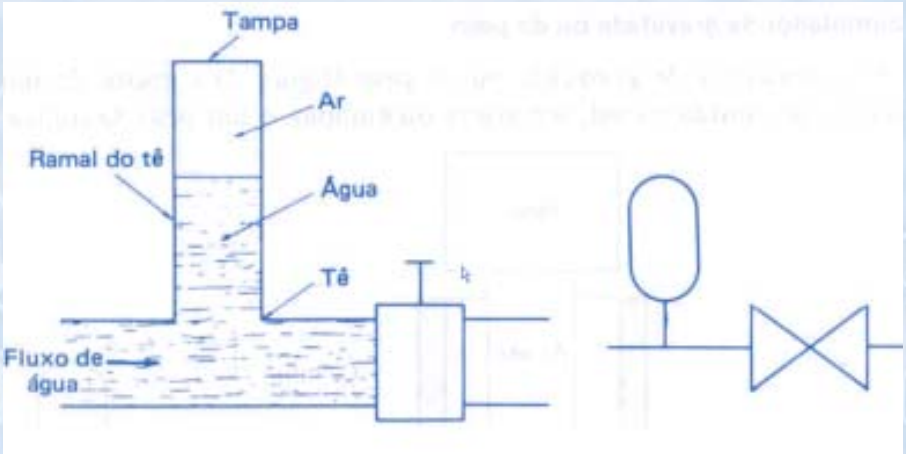
Estude os nomes das peças de todas as válvulas (figuras 15 e 16).





Acumuladores

Um acumulador é encontrado em muitos sistemas hidráulicos. O acumulador, como sugere seu nome, é um dispositivo de armazenamento. Um acumulador simples é utilizado algumas vezes em sistemas hidráulicos domésticos (figura 17). O acumulador pode consistir de um "T" com ramal coberto. O ar que é apanhado no tubo ramal é comprimido e então atua como uma mola comprimida. Quando urna torneira é aberta ou fechada rapidamente, uma repentina mudança de pressão e fluxo ocorre. O ar apanhado atua como uma almofada, ou absorve dor de choques, para evitar a martelagem pela água do sistema de encanamento.



A bateria de um carro é um exemplo típico de acumulador elétrico ou hidráulico. A energia química é armazenada na bateria quando a bateria não é utilizada. A energia química armazenada é convertida em eletricidade, que é usada para acionar o motor.

Acumuladores Hidráulicos

Um acumulador hidráulico pode ser usado para uma variedade de propósitos. Algumas de suas utilizações são:

1 - para absorver dor de choques;

2 - para proporcionar recolocação de óleo em um sistema fechado;

3 - para compensar vazamentos de um sistema;

4 - para proporcionar uma fonte de potência de emergência no caso de falha da fonte de potência normal;

5 - para manter uniforme a pressão de distribuição durante determinado período de tempo, sem que a bomba deixe de operar continuamente; e

6 - como um dispositivo-barreira de transferência para separar o óleo de algum outro fluido do sistema.

Tipos de acumuladores

Os acumuladores podem ser divididos em três tipos gerais:

1 - de gravidade;

2 – de mola;

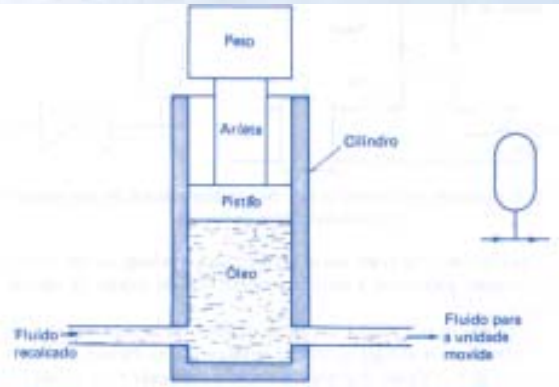
3 – acumuladores a gás ou a ar.

Os acumuladores a ar ou a gás podem ser subdivididos nos tipos separadores e não-separadores.

Acumulador de gravidade ou de peso

O acumulador de gravidade ou de peso (figura 18) consiste de um cilindro, um pistão móvel, um aríete ou êmbolo e um peso. O contra-peso, que pode ser colocado em um recipiente, pode ser de concreto, ferro, aço água ou um outro material pesado. O pistão deve ter um encaixe de precisão no interior do cilindro para reduzir vazamentos. A parede interna do cilindro deve ter um acabamento esmerilhado ou polido para reduzir atrito e desgaste. Um óleo hidráulico é bombeado para o interior do cilindro, e então o pistão empurra o peso para um nível mais alto. Assim, a energia potencial ou armazenada do peso é aumentada. A energia armazenada pelo peso é liberada no movimento descendente que lhe é exigido pelas demandas do sistema.

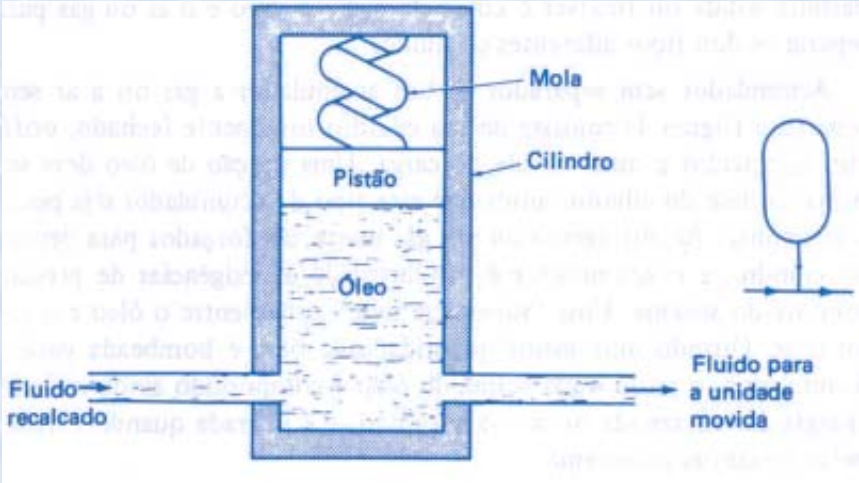
Um acumulador desse tipo pode ser construído sob encomenda para urna instalação particular. O peso é ajustado para que o aríete suba quando a pressão de fluido atinja um nível predeterminado. O curso do aríete pode ser controlado pelo arranjo de um *came* no êmbolo e chaves de limite. A força de gravidade do pistão sobre o óleo proporciona um nível quase constante de pressão de óleo durante todo o curso do pistão. Fornecendo uma área de pistão adequada e um curso de pistão de comprimento adequado, um grande volume de fluido pode ser fornecido a alta pressão. Um único acumulador grande pode fornecer serviço para várias máquinas diferentes.



Acumulador de mola

Um acumulador de mola é ilustrado pela figura 19. O dispositivo consiste de um cilindro, um pistão e uma mola. Uma ou mais molas podem ser utilizadas. As molas podem ser arranjadas para fornecer vários ajustes através de parafusos. Quando o óleo é bombeado para dentro do acumulador, o pistão ou êmbolo comprime a mola; assim é armazenada energia na mola. A energia armazenada na mola é liberada quando necessário pelas demandas do sistema. A pressão no óleo não é constante em todas as posições do pistão, pois a força da mola depende de seu deslocamento.

Normalmente, esse tipo de acumulador distribui somente uma pequena quantidade de óleo a baixa pressão.

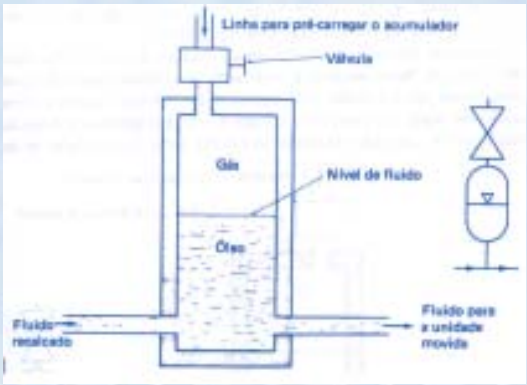


Acumulador a gás ou a ar

O fluido hidráulico ou óleo é quase incompressível. Isto significa que um grande aumento na pressão do óleo resulta em somente um pequeno ou desprezível decréscimo no volume de óleo. Por outro lado, um grande aumento na pressão do gás ou do óleo resulta numa grande diminuição do volume de gás ou óleo. De modo geral, o óleo hidráulico é menos elástico que o ar. O óleo não pode ser usado efetivamente para armazenar energia ao ser comprimido, enquanto que o ar ou o gás podem ser comprimidos para armazenar energia. Assim, um tipo geral de acumulador utiliza um gás ou o ar, em vez de uma mola mecânica ou um peso, para fornecer a ação de mola. Os acumuladores a ar ou a gás podem ser subdivididos em dois grupos: o tipo sem separador e o tipo com pistão separador. No tipo de acumulador sem separador, o óleo faz contato direto com o ar ou o gás. No acumulador com separador, algum tipo de material ou dispositivo mecânico é utilizado para separar o ar ou o gás do óleo. No acumulador com separador, uma barreira sólida ou flexível é colocada entre o óleo e o ar ou gás para separar os dois tipos diferentes de fluidos.

Acumulador sem separador

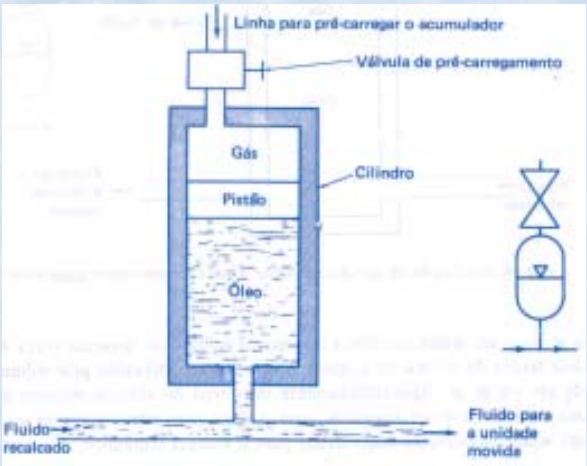
Um acumulador a gás ou a ar sem separador (figura 20) consiste de um cilindro totalmente fechado, orifícios adequados e uma válvula de carga. Uma porção de óleo deve ser presa na base do cilindro antes que esse tipo de acumulador seja posto a funcionar. Ar, nitrogênio ou um gás inerte são forçados para dentro do cilindro, e o acumulador é pré-carregado às exigências de pressão mínima do sistema. Uma “superfície livre” existe entre o óleo e o gás ou o ar. Quando uma maior quantidade de óleo é bombeada para o acumulador, o ar ou o gás acima do óleo é comprimido ainda mais. A energia é armazenada no ar comprimido e é liberada quando exigido pelas demandas do sistema.



Esse tipo de acumulador deve ser montado numa posição vertical, pois o gás deve ser retido na parte superior do cilindro. Para evitar que o ar ou o gás sejam exauridos no sistema hidráulico, somente cerca de dois terços do volume do acumulador podem ser utilizados pelo volume de gás ou de ar. Aproximadamente um terço do volume restante do acumulador deve ser reservado para o óleo, para evitar que o ar ou o gás sejam puxados do acumulador para o sistema hidráulico. A aeração ou mistura de óleo e ar ou gás podem resultar na diminuição do pré-carregamento do acumulador. Se o ar ou o gás forem absorvidos pelo óleo, o acumulador não funcionará adequadamente. O acumulador sem elemento separador requer um compressor de ar ou de gás para a operação de pré-carregamento do acumulador.

Acumulador com pistão separador

Um acumulador com pistão separador, com um pistão livre ou flutuante atuando como elemento separador entre o ar ou gás e o óleo, é ilustrado pela figura abaixo. O ar ou o gás a alta pressão é carregado no espaço de um dos lados do pistão, e o óleo hidráulico é carregado no espaço oposto. O tubo deve ser usinado com precisão. A vedação do pistão mantém o óleo e o gás separados.



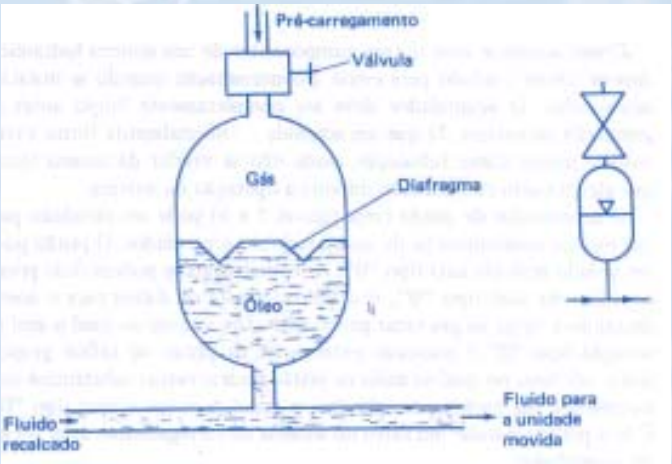
Esse tipo de acumulador pode ser instalado em qualquer posição. A posição preferida, entretanto, é a em que se coloca o eixo do cilindro verticalmente, com a conexão de gás na parte superior. O desgaste da vedação entre o pistão e o cilindro deve ser verificado após uso prolongado, pois pode resultar em vazamento significativo.

Um pistão flutuante dentro de um acumulador cilíndrico é ilustrado pela figura a seguir. Nesse modelo, a construção de invólucro duplo fornece uma camisa interna equilibrada à pressão que contém o pistão e serve como um separador entre o ar ou gás de pré-carregamento e o fluido hidráulico de operação. O invólucro externo serve como recipiente de válvula de pré-carregamento a gás. A descompressão rápida do ar ou gás de pré-carregamento, resultante de uma descarga rápida do fluido hidráulico de operação, proporciona um refrigerante para toda a área de operação da camisa interna. Os orifícios de balanceamento de pressão proporcionam pressões iguais em ambos os anéis; isso evita bloqueio de pressão entre as vedações.

Outros dois tipos de acumuladores a gás ou ar são os com separador de diafragma e o acumulador de bexiga:

Acumulador com elemento separador de diafragma

Um acumulador de diafragma (figura a seguir) envolve dois hemisférios feitos de peças de aço forjadas. Os hemisférios são unidos hermeticamente, e um diafragma de borracha flexível, enrolado, é preso em torno da periferia. Um pré-carregamento de ar ou gás é aplicado a um dos hemisférios; o óleo sob recalque é aplicado ao hemisfério oposto para comprimir a carga de ar ou gás. Quando o ar ou gás é comprimido, a pressão sobe, e então o gás atua como uma mola. A pressão do óleo e a pressão do gás são iguais, pois o elemento separador é flexível.



ACUMULADOR DE BEXIGA

O acumulador de bexiga é um invólucro de aço inoxidável de forma cilíndrica, esférica em ambas as extremidades. Uma válvula de gás está localizada em uma extremidade do invólucro e abre-se para dentro dele. Uma grande abertura através da qual a bexiga pode ser inserida está localizada

no extremo oposto. A bexiga é feita de borracha sintética e tem a forma de pêra. A bexiga totalmente encerrada, incluindo uma haste pneumática moldada, é presa através de uma contra-porca à extremidade superior ao envoltório. Do lado oposto do envoltório é montado um conjunto de tomada contendo um orifício para o óleo e uma válvula de gatilho. O acumulador não pode ser desmontado enquanto uma carga de gás estiver no interior da bexiga. O acumulador deve ser instalado com a extremidade que contém o ar na parte superior para evitar apanhar óleo quando se descarrega.

Filtro de entrada ou de reservatório

A maioria das bombas hidráulicas é equipada com filtro de entrada ou de reservatório. Outra denominação para o filtro de entrada é "passador". O propósito do filtro de entrada é o de impedir que a sujidade e os corpos estranhos atinjam as peças de precisão da bomba e causem danos. Um corte de camisa protetora de metal expandido mostra a posição das barras magnéticas. O filtro de entrada é ligado à extremidade rosqueada da tubulação de entrada.

O filtro é montado numa posição horizontal. Isso permite que o filtro seja montado na parte inferior do tanque de onde se captam os fluidos, de forma que nenhuma de suas partes seja exposta ao ar. Se a seção de tela do filtro for exposta ao ar, esse entrará na tubulação de entrada; depois entrará na bomba, causando cavitação, que ocasiona inconvenientes às peças de operação da bomba e aos outros componentes importantes por todo o sistema hidráulico.

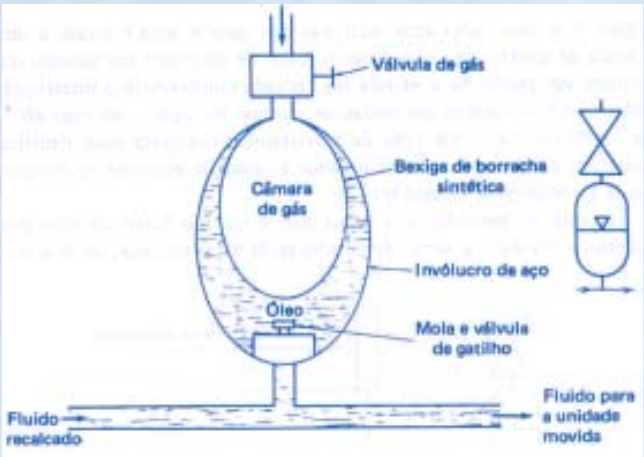
Observe-se também que o filtro não deve tocar a base do reservatório. Isso evita que a sujidade que porventura esteja acumulada na base do reservatório fique presa ao filtro e obstrua-o. Isso também causa cavitação. Partículas de algodão no óleo também bloqueiam o filtro.

Em algumas instalações, é necessário utilizar filtros de tela maior. Se o reservatório for raso, poderá ser necessário mais de um filtro para proporcionar a superfície de filtragem conveniente; manter os filtros no lugar adequado com relação ao nível de óleo e à base do reservatório.

Os filtros de elementos sintéticos são construídos para remover partículas de até um mícron de diâmetro. Os elementos sintéticos são feitos de uma fibra aglutinada com material resinoso. Os elementos filtrantes de fibra são muito porosos, deixando grandes áreas de filtragem com relação ao tamanho do filtro.

A maioria dos filtros é limpa facilmente encharcando-os em solvente, e enxaguando-os depois com solvente ou ar. Normalmente, os elementos de filtragem são facilmente substituídos.

Os filtros de linha são usados em conjunto com o dispositivo de potência, mas não são usados no reservatório de óleo.



4 - PNEUMÁTICA

INTRODUÇÃO À PNEUMÁTICA

Embora a base da pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade, foi preciso aguardar o século XIX para que o estudo do seu comportamento e propriedades se tornasse sistemático. Porém, pode-se dizer que somente após o ano de 1950 é que ela foi realmente introduzida no meio industrial. Antes, porém, já existiam alguns campos de aplicação e aproveitamento da pneumática, como por exemplo a indústria de mineração, a construção civil e a indústria ferroviária (freio a ar comprimido).

A introdução de forma mais generalizada da pneumática na indústria começou com a necessidade, cada vez maior, da automatização e racionalização dos processos de trabalho.

Apesar da sua rejeição inicial, quase que sempre proveniente da falta de conhecimento e instrução, ela foi aceita e o número de campos de aplicação tornou-se cada vez maior.

Hoje, o ar comprimido tornou-se indispensável nos mais diferentes ramos industriais, principalmente na automatização de equipamentos.

Propriedades Físicas do Ar

Apesar de insípido, inodoro e incolor, percebemos o ar através dos ventos, aviões e pássaros que nele flutuam e se movimentam; sentimos também o seu impacto sobre o nosso corpo. Concluímos facilmente que o ar tem existência real e concreta, ocupando lugar no espaço.

Compressibilidade

O ar, assim como todos os gases, tem a propriedade de ocupar todo o volume de qualquer recipiente, adquirindo seu formato, já que não tem forma própria. Assim, podemos encerrá-lo num recipiente com volume determinado e posteriormente provocar-lhe uma redução de volume usando uma de suas propriedades - a compressibilidade. Podemos concluir que o ar permite reduzir o seu volume quando sujeito à ação de uma força exterior.

Elasticidade

Propriedade que possibilita ao ar voltar ao seu volume inicial uma vez extinto o efeito (força) responsável pela redução do volume.

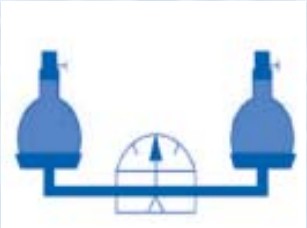
Difusibilidade

Propriedade do ar que lhe permite misturar-se homogeneamente com qualquer meio gasoso que não esteja saturado.

Expansibilidade

Propriedade do ar que lhe possibilita ocupar totalmente o volume de qualquer recipiente, adquirindo o seu formato.

Peso do Ar



Como toda matéria concreta, o ar tem peso. A experiência abaixo mostra a existência do peso do ar.

Temos dois balões idênticos, hermeticamente fechados, contendo ar com a mesma pressão e temperatura.

Colocando-os numa balança de precisão, os pratos se equilibram.

O Ar Quente é Mais Leve que o Ar Frio

Uma experiência que mostra esse fato é a seguinte: uma balança equilibra dois balões idênticos, abertos. Expondo-se um dos balões em contato com uma chama, o ar do seu interior se aquece, escapa pela boca do balão, tornando-se assim menos denso. Conseqüentemente há um desequilíbrio na balança.

Desenvolvimento da técnica do ar comprimido

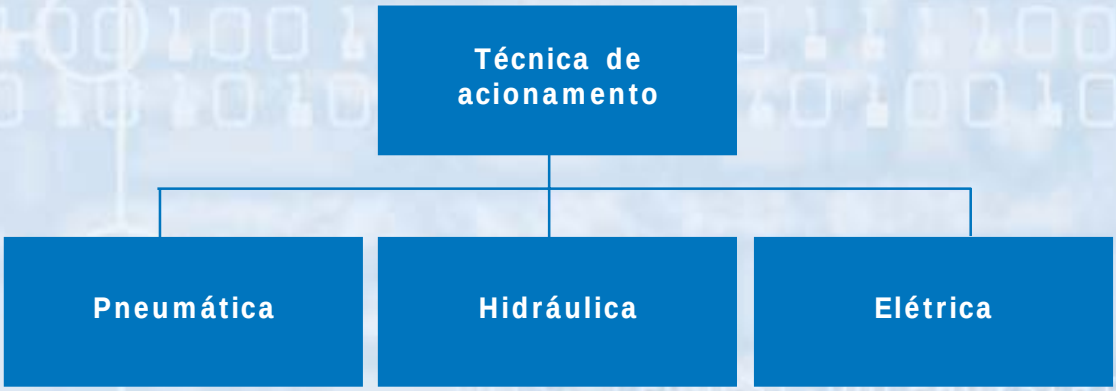
O ar comprimido é uma das formas de energia mais antigas que o homem conhece e é utilizada para ampliar seus recursos físicos. O reconhecimento da existência física do ar, bem como sua utilização mais ou menos consciente para o trabalho, são comprovados há milhares de anos.

O primeiro homem que, com certeza, sabemos ter-se interessado pela pneumática, isto é, o emprego do ar comprimido como meio auxiliar de trabalho, foi o grego KTESIBIUS. Há mais de 2.000 anos, ele construiu uma catapulta a ar comprimido. Um dos primeiros livros sobre o emprego do ar comprimido como transmissão de energia, data do século 19 d.C. e descreve equipamentos que foram acionados com ar aquecido. Dos antigos gregos provém a expressão "PNEUMA" que significa fôlego, vento e filosoficamente, alma. Derivando da palavra "PNEUMA", surgiu, entre outros, o conceito de "PNEUMÁTICA": a matéria dos movimentos dos gases e fenômenos dos gases.

Embora a base da pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade, foi preciso aguardar o século XIX para que o estudo do seu comportamento e propriedades se tornasse sistemático. Porém, pode-se dizer que somente após o ano de 1950 é que ela foi realmente introduzida no meio industrial. Antes, porém, já existiam alguns campos de aplicação e aproveita-

mento da pneumática, como por exemplo, a indústria de mineração, a construção civil e a indústria ferroviária (freios a ar comprimido) .

A introdução de forma mais generalizada da pneumática na indústria começou com a necessidade, cada vez maior, da automatização e racionalização dos processos de trabalho. Apesar da sua rejeição inicial, quase que sempre proveniente da falta de conhecimento e instrução, ela foi aceita e o número de campos de aplicação tornou-se cada vez maior.



Hoje o ar comprimido se tornou indispensável e nos diferentes ramos industriais instalam-se equipamentos pneumáticos. Faremos então, uma comparação da pneumática com outras técnicas.

Propriedades do Ar Comprimido - Vantagens na Utilização da Pneumática.

É notável como a pneumática tem-se expandido, impondo-se em tão pouco tempo e com tanta rapidez. Isso se deve, entre outras coisas, à solução de alguns problemas de automatização, não se dispondo de outro meio mais simples e barato. Algumas propriedades tornam o ar comprimido importante:

QUANTIDADE: o ar, para ser comprimido, encontra-se em quantidades ilimitadas, praticamente em todos os lugares.

TRANSPORTE: o ar comprimido é facilmente transportável por tubulações, mesmo para distâncias consideravelmente grandes. Não há necessidade de preocupação com o retorno de ar.

ARMAZENAMENTO: no estabelecimento não é necessário que o compressor esteja em funcionamento contínuo. O ar pode ser sempre armazenado em um reservatório e posteriormente tirado de lá. Além disso é possível o transporte em reservatórios (botijões).

TEMPERATURA: o trabalho realizado com ar comprimido é insensível às oscilações da temperatura. Isso garante, também em situações térmicas extremas, um funcionamento seguro.

SEGURANÇA: não existe o perigo de explosão ou incêndio. Portanto, não são necessárias custosas proteções contra explosões.

LIMPEZA: o ar comprimido é limpo. O ar, que eventualmente escapa das tubulações ou outros elementos mal vedados, não poluem o ambiente. Essa limpeza é uma exigência, por exemplo, nas indústrias alimentícias, madeireiras, têxteis e químicas.

CONSTRUÇÃO DOS ELEMENTOS: os elementos de trabalho são de construção simples e, portanto, de custo vantajoso.

VELOCIDADE: o ar comprimido é um meio de trabalho rápido, permitindo alcançar altas velocidades de trabalho. (A velocidade de trabalho dos cilindros pneumáticos oscila entre 1-2 m/segundos). Em turbo-motores pneumáticos, a rotação alcança 250.000 rpm.

REGULAGEM: a velocidade e forças de trabalho dos elementos a ar comprimido são reguláveis sem escala.

SEGURO CONTRA SOBRECARGA: elementos e ferramentas a ar comprimido são carregáveis até a parada total e portanto seguros contra sobrecargas.

Limitações da Pneumática

Para limitar corretamente os campos de emprego da pneumática, é necessário também conhecer as propriedades negativas da mesma.

PREPARAÇÃO: o ar comprimido requer uma boa preparação. Impureza e umidade devem ser evitadas, pois provocam desgastes nos elementos pneumáticos.

COMPRESSIBILIDADE: não é possível manter uniforme e constante as velocidades dos pistões mediante ar comprimido.

FORÇAS: o ar comprimido é econômico somente até uma determinada força, limitado pela pressão normal de trabalho de 700 kPa (7 bar) e também pelo curso e velocidade. O limite está fixado entre 2.000 a 3.000 kP.

ESCAPE DE AR: o escape de ar é ruidoso. Com desenvolvimento de silenciadores, esse problema está atualmente solucionado.

CUSTOS: o ar comprimido é uma fonte de energia muito cara. Porém, o alto custo de energia está em grande parte, compensado pelos elementos de preço vantajoso e pela grande rentabilidade do ciclo de trabalho.

Relação Custo / Benefício

Em conseqüência da automatização e racionalização, a energia humana foi substituída por outras formas energéticas. Trabalhos, antigamente feitos pelo homem, agora estão sendo realizados mediante o emprego do ar comprimido. Exemplo: deslocamento de volumes pesados, acionamento de alavancas, contagem de peças, etc.

O ar comprimido é uma fonte de energia cara, porém, sem dúvida, oferece muitas vantagens. A produção e armazenamento, bem como a distribuição do ar comprimido às máquinas e dispositivos, requerem custos elevados. Isso cria uma opinião de que o emprego de equipamentos a ar comprimido é relacionado com custos elevadíssimos. Essa opinião é equivocada, pois para um cálculo de rentabilidade real não devem ser considerados os custos de energia empregada, mas sim os custos gerais acumulados. Considerando isto mais realisticamente, verificamos que, na maioria dos casos, os custos da energia empregada são insignificantes para poder desempenhar um papel determinante em relação aos salários, custos de investimentos e de manutenção.

Um exemplo nos dará uma idéia de custo do ar comprimido:

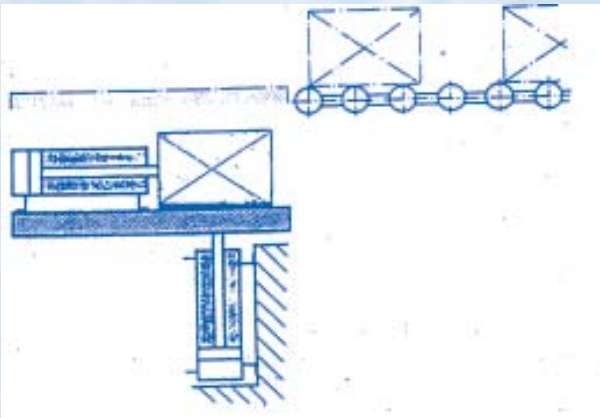
> Suponhamos uma instalação com dois compressores, acumulador reservatório, torre de resfriamento, bombas de água refrigerante, ventilador, rede de água refrigerante, instalação elétrica e rede distribuidora do ar comprimido para um estabelecimento de aproximadamente 600 trabalhadores.

Considerando-se todas as despesas decorrentes do uso dos equipamentos, como: gasto com energia elétrica, água de refrigeração, conserto e manutenção, temos uma média entre US$ 0,005 e 0,0015 para a compressão de 1m³ de ar a uma pressão de 6 bar.

Que tipo de trabalho que pode ser feito com 1m³ de ar?

Um exemplo mostra como o emprego do ar comprimido é vantajoso: um cilindro com diâmetro de 35mm, levanta volumes de 200 N (20 kP) de peso. Um segundo cilindro de mesmo diâmetro empurra os volumes para uma esteira transportadora.

Exemplo de aplicação:



Com a pressão de 600 kPa (6 bar), a força é de 520 N (52 kP).

Curso do cilindro 1 = 400 mm

Curso do cilindro 2 = 200 mm

Para ambos os cilindros, serão necessários 8 litros de ar por curso duplo (avanço e retorno), com um metro cúbico de ar podem, portanto, ser levantados e empurrados para a esteira transportadora 125 volumes.

Esse exemplo mostra que, com o emprego do ar comprimido em todos os ramos industriais, pode ser reduzida a utilização da custosa energia humana. O ar comprimido deve ser utilizado especialmente na realização de trabalhos monótonos, pesados e repetitivos.

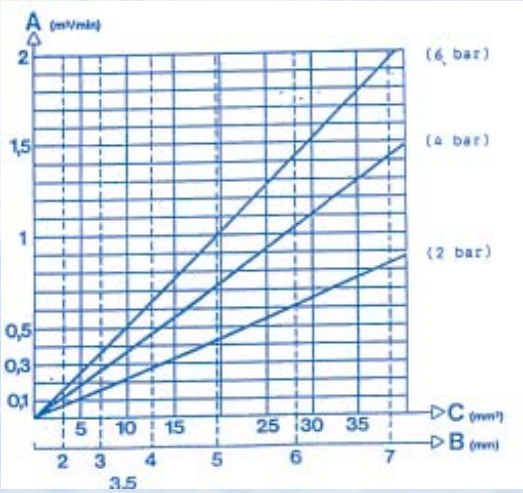
Os custos do ar comprimido podem aumentar consideravelmente se não prestarmos atenção suficiente quanto à existência de vazamentos de ar na rede de distribuição.

O diagrama a seguir mostra o volume que pode escapar por certa secção de abertura a uma determinada pressão.

EXEMPLO A:

Por um orifício de 3,5 mm de diâmetro escapa, a uma pressão de 600 kPa (6 bar), uma quantidade de 0,5 m^3)/min, ou seja, (30 m^3/hora) de ar.

Diagrama de escape de ar:



EXEMPLO B:

Devido ao desgaste de uma gaxeta, forma-se uma abertura circular de 0,06 mm em toda circunferência do fuso de uma válvula (20 mm diâmetro). Essa folga corresponde a uma abertura de escape de 2 mm de diâmetro com a perda de ar aproximadamente 0,2 m^2/min. O resultado à pressão de 600 kPa (6 bar) é de 12 m^3/hora. O ar também escapa durante os intervalos de trabalho, resultando assim numa perda diária de 288 m^3. Calculando-se a um preço de produção de US$ 0,015 por m^3, essa abertura de escape custa por dia US$ 4,50.

Esses exemplos demonstram que a eliminação dos pontos de escape eleva bastante a rentabilidade do ar comprimido.

Unidade de medida e fundamentos físicos

Para melhor compreender as leis e o comprimento do ar, devemos primeiramente considerar as grandezas físicas e sua classificação nos sistemas de medidas. Com o fim de estabelecer relações inequívocas e claramente definidas, os cientistas e técnicos na maioria dos países estão empenhados em definir um só sistema de medidas que será válido para todos, denominado "SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS", abreviadamente "SI".

Preparação do Ar Comprimido

Para a produção de ar comprimido são necessários compressores, os quais comprimem o ar para a pressão de trabalho desejada. Na maioria dos acionamentos e comandos pneumáticos se encontra, geralmente, uma estação central de distribuição de ar comprimido. Não é necessário calcular e planejar a transformação e transmissão da energia para cada consumidor individual. A instalação de compressão fornece o ar comprimido para os devidos lugares através de uma rede tubular.

Instalações móveis de produção são usadas, principalmente, na indústria de mineração, ou para máquinas que freqüentemente mudam de local.

Já ao projetar, devem ser consideradas a ampliação e aquisição de outros novos aparelhos pneumáticos. Por isso é necessário sobredimensionar a instalação para que mais tarde não venha se constatar que ela está sobrecarregada. Uma ampliação posterior da instalação se torna geralmente muito cara. Muito importante é o grau de pureza do ar. Um ar limpo garante uma longa vida útil da instalação. A utilização correta dos diversos tipos de compressores também deve ser considerada.

Tipos de Compressores

Serão diferenciados dois tipos básicos de compressores:

- baseado no princípio de redução de volume: consegue-se a compressão sugando o ar para um ambiente fechado e diminuindo-se posteriormente o tamanho desses ambientes. Esse tipo de construção denomina-se compressor de êmbolo ou pistão (compressores de êmbolo de movimento linear).

- funcionamento segundo o princípio de fluxo: sucção do ar de um lado e compressão no outro por aceleração da massa (turbina).

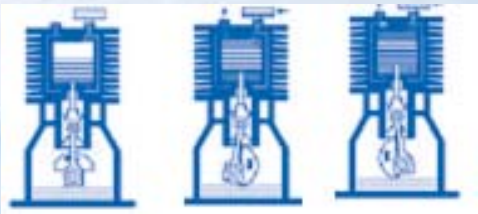
Compressor tipo parafuso

Esse compressor é dotado de uma carcaça onde giram dois rotores helicoidais em sentidos opostos. Um dos rotores possui lóbulos convexos, o outro uma depressão côncava e são denominados, respectivamente, rotor macho e rotor fêmea. Os rotores são sincronizados por meio de engrenagens; entretanto existem fabricantes que fazem com que um rotor acione o outro por contato

direto. O processo mais comum é acionar o rotor macho, obtendo-se uma velocidade menor do rotor fêmea. Esses rotores revolvem-se numa carcaça cuja superfície interna consiste de dois cilindros ligados como um "oito". Nas extremidades da câmara existem aberturas para admissão e descarga do ar. O ar à pressão atmosférica ocupa espaço entre os rotores e, conforme eles giram, o volume compreendido entre os mesmos é isolado da admissão. Em seguida, começa a decrescer, dando início à compressão. Essa prossegue até uma posição tal que a descarga é descoberta e o ar é descarregado continuamente, livre de pulsações. No tubo de descarga existe uma válvula de retenção para evitar que a pressão faça o compressor trabalhar como motor durante os períodos em que estiver parado.

Compressor de Duplo Efeito – Compressor Tipo Cruzeta

Esse compressor é assim chamado por ter duas câmaras, ou seja, as duas faces do êmbolo aspiram e comprimem. O virabrequim está ligado a uma cruzeta por uma biela; a cruzeta, por sua vez, está ligada ao êmbolo por uma haste. Dessa maneira consegue transmitir movimento alternativo ao êmbolo, além do que a força de empuxo não é mais transmitida ao cilindro de compressão e sim às paredes guias da cruzeta.

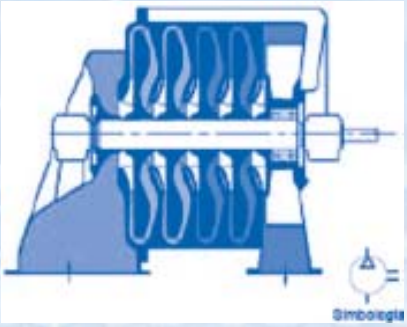


O êmbolo efetua o movimento descendente e o ar é admitido na câmara superior, enquanto o ar contido na câmara inferior é comprimido e expelido. Procedendo-se o movimento oposto, a câmara que havia efetuado a admissão do ar realiza a sua compressão e a que havia comprimido efetua a admissão. Os movimentos prosseguem dessa maneira, durante a marcha do trabalho.

Compressor de Simples Efeito ou Compressor Tipo Tronco

Esse tipo de compressor leva esse nome por ter somente uma câmara de compressão, ou seja, apenas a face superior do pistão aspira o ar e comprime. A câmara formada pela face inferior está em conexão com o Carter. O pistão está ligado diretamente ao virabrequim por uma biela (esse sistema de ligação é denominado tronco), que proporciona um movimento alternativo de sobe e desce ao pistão; o empuxo é totalmente transmitido ao cilindro de compressão. Iniciado o movimento descendente, o ar é aspirado por meio de válvulas de admissão, preenchendo a câmara

de compressão. A compressão do ar tem início com o movimento da subida. Após obter-se uma pressão suficiente para abrir a válvula de descarga, o ar é expulso para o sistema.



Compressor Dinâmico de Fluxo Radial

O ar é acelerado a partir do centro de rotação, em direção à periferia, ou seja, é admitido pela primeira hélice (rotor dotado de lâminas dispostas radialmente), axialmente, é acelerado e expulso radialmente.

Elementos pneumáticos de trabalho

A energia pneumática será transformada, por cilindros pneumáticos, em movimentos retilíneos e pelos motores pneumáticos em movimentos rotativos.

Elementos pneumáticos de movimento retilíneo (cilindros pneumáticos).

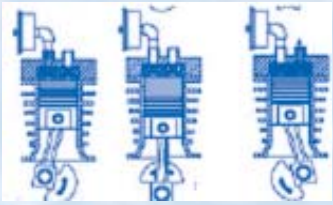
A geração de um movimento retilíneo com elementos mecânicos, conjugados com acionamentos elétricos é relativamente custosa e ligada a certas dificuldades de fabricação e durabilidade. Por essa razão utilizam-se os cilindros pneumáticos.

Cilindros de ação simples

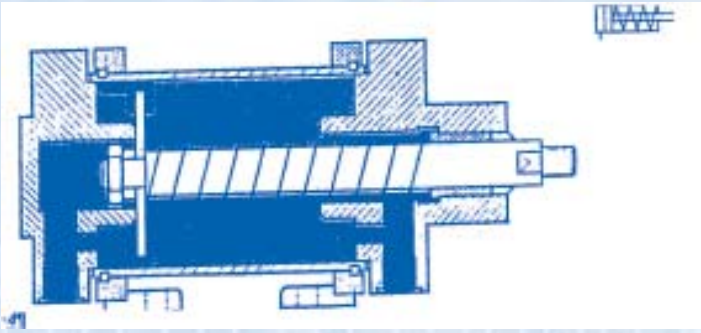
Os cilindros de ação simples são acionados por ar comprimido de um só lado, e, portanto, realizam trabalho em um só sentido. O retrocesso efetua-se mediante uma mola ou através de força externa.

A força da mola é calculada para que possa retroceder o êmbolo à posição inicial, com uma velocidade suficientemente alta, sem absorver, porém, energia elevada.

Em cilindros de ação simples com mola, o curso do êmbolo é limitado pelo comprimento da mola. Por essa razão fabricam-se cilindros de ação simples com comprimento de curso até aproximadamente 100 mm.

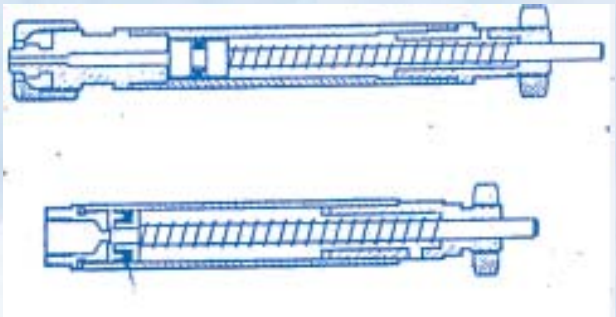


Esses elementos são utilizados principalmente para fixar, expulsar, prensar, elevar, alimentar, etc.



Cilindro de ação simples - Miniatura

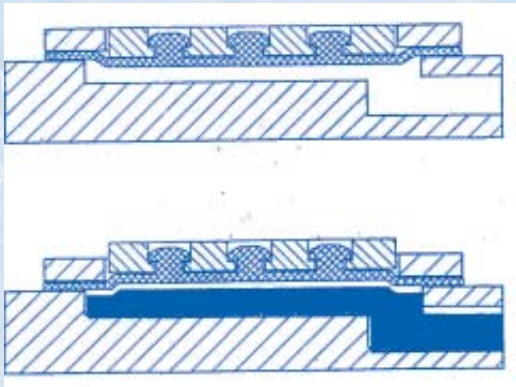
Cilindro de 6 a 20 mm de diâmetro.



Cilindro de membrana

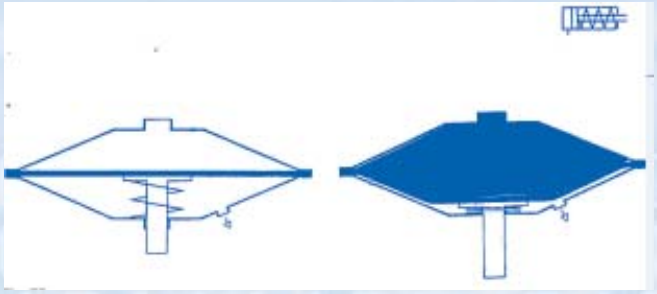
Uma membrana, que pode ser de borracha, de material sintético ou também metálico, assume a tarefa do êmbolo. A haste do êmbolo é fixada no centro da membrana. Nesse caso, a vedação deslizante não existe. Em ação contrária ocorre somente a força elástica da membrana.

Esses elementos são utilizados na fabricação de ferramentas e dispositivos, bem como em prensas de cunhar, rebitar e fixar peças em lugares estreitos.



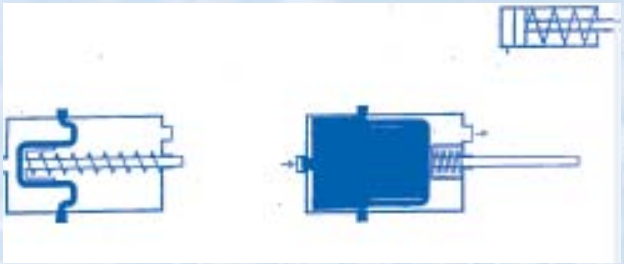
Cilindro de membrana com haste

Entre duas cubas metálicas uma membrana de borracha, plástico ou metal está firmemente tensionada. A haste do êmbolo está fixa à membrana e o retorno se dá através da mola.



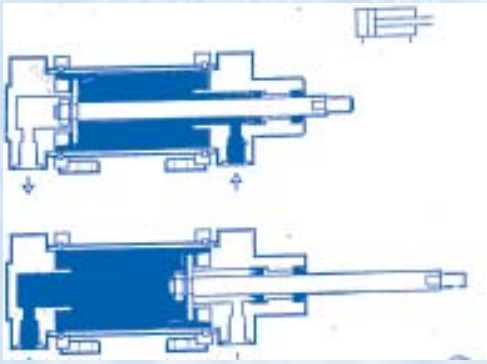
Cilindro de membrana de projeção

A construção desses cilindros é similar ao anterior. Também se emprega uma membrana que, quando submetida à pressão, projeta-se ao longo da parede inferior do cilindro movimentando a haste para fora. Esse sistema permite cursos maiores (aproximadamente 50 - 80 mm). O atrito é bem menor.



Cilindros de Ação Dupla

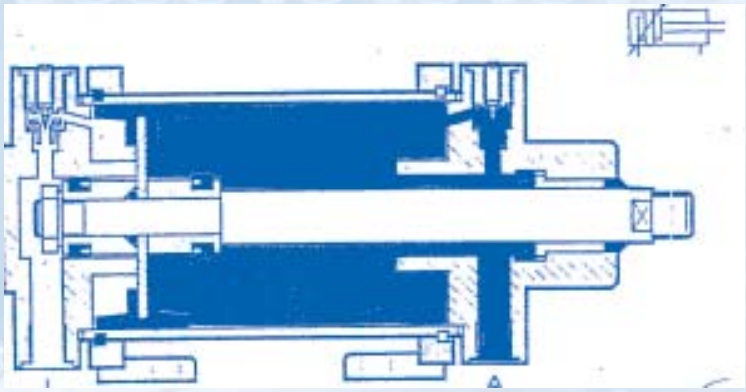
A força exercida pelo ar comprimido movimenta o êmbolo do cilindro de ação dupla, realizando movimento nos dois sentidos. Será produzida uma determinada força no avanço, bem como no retorno do êmbolo. Os cilindros de ação dupla são utilizados especialmente onde é necessário também realizar trabalho no retrocesso. O curso, em princípio, é limitado, porém importante levar em consideração a deformação por flexão e flambagem. A vedação aqui efetua-se mediante êmbolo de dupla vedação.



Cilindro com amortecimento nos fins de curso

Quando volumes grandes e pesados são movimentados por um cilindro, deve existir neste um sistema de amortecimento para evitar impactos secos ou até danificações. Antes de alcançar a posição final, um êmbolo de amortecimento interrompe o escape direto do ar, deixando somente uma pequena passagem geralmente regulável.

Com o escape do ar restringido, cria-se uma sobrepressão que, para ser vencida absorve parte da energia e resulta em perda de velocidade nos fins de curso. Invertendo o movimento do êmbolo, o ar entra sem impedimento pelas válvulas de retenção, e o êmbolo pode, com força e velocidade total, retroceder.



Elementos pneumáticos em movimento giratório

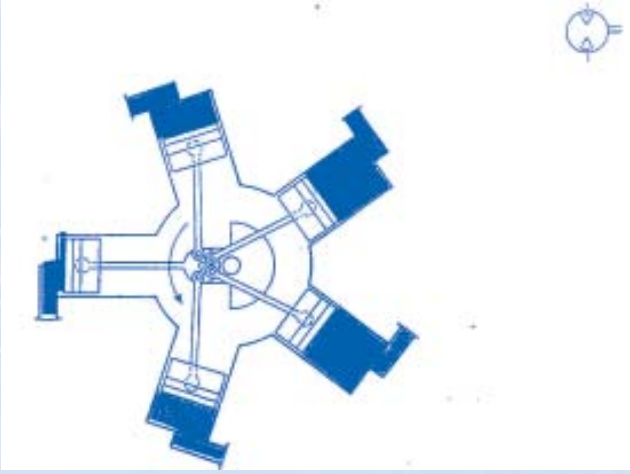
Esses elementos transformam a energia pneumática em movimento de giro. São os motores a ar comprimido.

Motores de pistão

Esse tipo está subdividido em motores de pistão radial e axial.

- Pistões em movimento radial: o êmbolo, através de uma biela, aciona o eixo do motor. Para que seja garantido um movimento sem golpes e vibrações são necessários vários pistões. A potência dos motores depende da pressão de entrada, o número de pistões, área dos pistões e do curso dos mesmos.
- pistão axial: é similar ao dos motores de pistão radial. Um disco oscilante transforma a força de 5 cilindros, axialmente posicionados, em movimento giratório. Dois pistões são alimentados simultaneamente com ar comprimido. Com isso se obtém um momento de inércia equilibrado, garantindo um movimento de motor uniforme e sem vibrações.

Existem motores pneumáticos com rotação à direita e à esquerda. A rotação máxima está fixada em 5.000 rpm e a faixa de potência, em pressão normal, varia entre 1,5 a 19 KW (2 a 25 CV).



Motor de palhetas

Graças à construção simples e pequeno peso, os motores pneumáticos geralmente são fabricados segundo esse tipo construtivo.

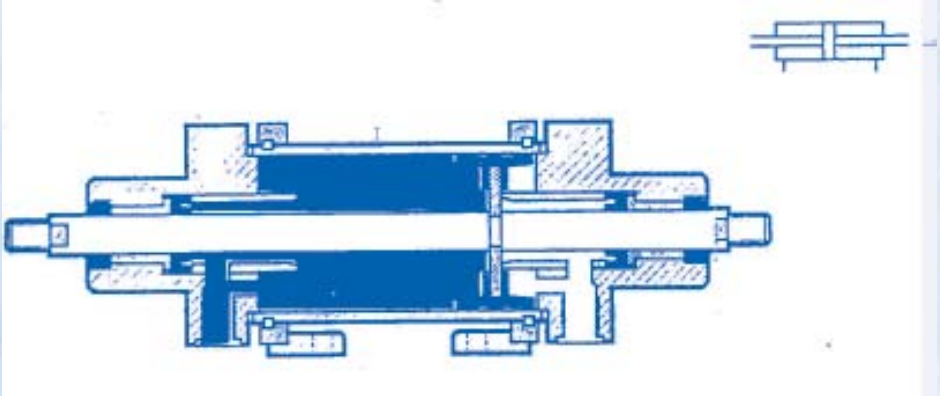
Eles são, em princípio, de funcionamento inverso aos compressores multicelular de palhetas (compressor rotativo). O rotor está fixado excentricamente em um espaço cilíndrico e é dotado de "ranhuras". As palhetas colocadas nas ranhuras serão, pela força centrífuga, afastadas contra a parede interna do cilindro. A vedação individual das câmaras é garantida.

Por meio da pequena quantidade de ar, as palhetas serão afastadas contra a parede interna do cilindro, já antes de acionar o rotor. Em tipos de construção diferente, o encosto das palhetas é feito por pressão de molas. Motores dessa execução têm geralmente entre 3 a 10 palhetas, que formam no motor câmaras de trabalho, nas quais pode atuar o ar, sempre de acordo com o tamanho da área de ataque das palhetas. O ar entra na câmara maior, expandindo-se na medida do aumento da câmara.

Cilindros de Ação Dupla com Execução Especial

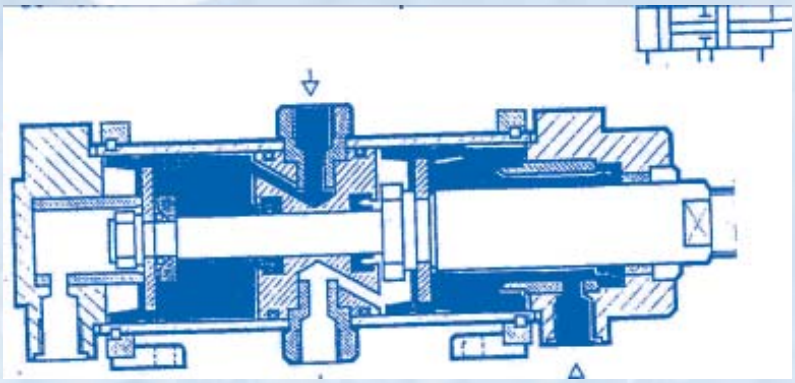
Cilindro com haste passante

Esse tipo de cilindro de haste passante possui algumas vantagens. A haste é melhor guiada devido aos dois mancais de guia, possibilitando a admissão de uma ligeira carga lateral. Os elementos sinalizadores podem ser montados na parte livre da haste do êmbolo. Nesse cilindro, as forças de avanço e retorno são iguais devido à mesma área de aplicação de pressão em ambas as faces do êmbolo.



Cilindro Tanden

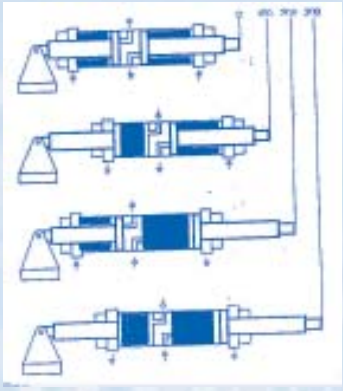
Essa construção nada mais é do que dois cilindros de ação dupla, os quais formam uma só unidade. Dessa forma, com simultânea pressão nos dois êmbolos, a força é uma soma das forças dos dois cilindros. O uso dessa unidade é necessário para se obter grandes forças em locais onde não se dispõe de espaço suficiente para a utilização de cilindros de maior diâmetro.



Cilindros de múltiplas posições

Esse tipo de cilindro é formado de dois ou mais cilindros de ação dupla. Esses elementos estão, como ilustrado, unidos um ao outro. Os cilindros movimentam-se, conforme os lados dos êmbolos que estão sobre pressão, individualmente. Com dois cilindros de cursos diferentes obtém-se quatro posições.

Aplicação:



•Seleção de ramais para transporte de peças em esteiras;

• Acionamento de alavancas;

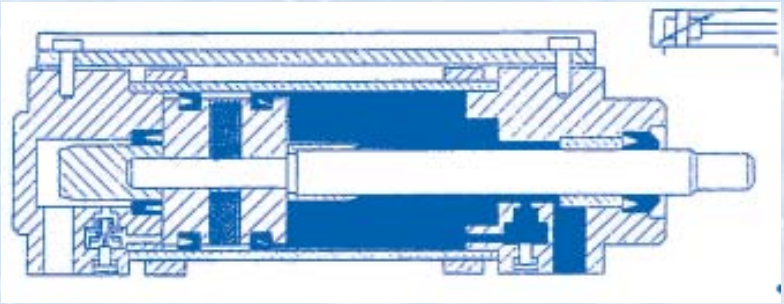
• Dispositivo selecionador (peças boas, refugadas e a serem aproveitadas).

Cilindro com êmbolo magnético

Na utilização de cilindros pneumáticos, necessita-se com freqüência detectar as posições iniciais, finais e até intermediários. Para a resolução desse problema, basta a utilização de roletes fins de curso (elétricos ou pneumáticos), ou ainda sensores (eletrônicos ou pneumáticos). Essa solução, porém, tem como desvantagem a necessidade de espaço físico para a instalação desses detectores.

Com o cilindro de êmbolo magnético, instala-se, por exemplo, detectores do tipo "Reed", no trilho localizado no tubo. Na aproximação do êmbolo, esse detector é acionado.

Na construção desse cilindro, utilizam-se materiais não magnéticos, como: latão, alumínio, aço inox e plásticos.



Interruptor elétrico de proximidade

Em muitas máquinas e instalações, a montagem de sinalizadores (fins de curso) apresenta vários problemas. Freqüentemente falta espaço, a máquina é muito pequena ou os fins de curso não devem entrar em contato com sujeira, água de resfriamento, óleo ou aparas.

Um contato REED está blindado e fixo em uma caixa fundida sob pressão e em suporte de poliamida. O referido contato é composto de duas lingüetas, que se encontram dentro de uma ampola de vidro preenchida com um gás inerte.

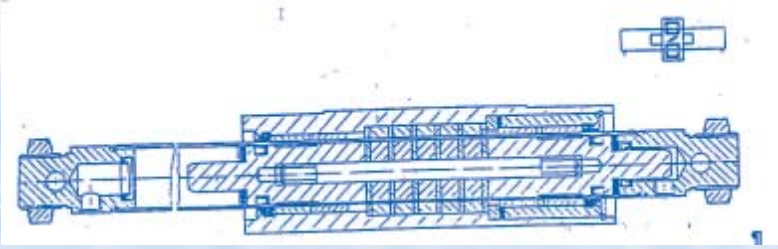
Cilindro com êmbolo magnético sem haste

Nas aplicações práticas, encontramos, em determinados dispositivos, uma dificuldade na instalação de um cilindro pneumático de construção normal, pois o trabalho a ser executado pelo mesmo sempre terá o movimento, realizado em sua parte dianteira.

Quando esse tipo de problema ocorre, normalmente no projeto utiliza-se um mecanismo de transmissão ou, em outros casos, torna-se inviável a utilização de cilindros pneumáticos. Para selecionarmos esse problema, utiliza-se um cilindro de êmbolo magnético, que movimenta um anel magnético colocado no tubo cilíndrico. O magnetismo é obtido através de vários ímãs permanentes em forma de anel. O material utilizado nos cabeçotes, tubos e anel, deverá ser não magnético como: latão, alumínio e aço inoxidável.

O trabalho é realizado no anel que desliza no tubo, dispensando assim a haste, que reduz em 40% o espaço necessário para a montagem do cilindro.

O deslizamento dos anéis imantados externos, em relação aos anéis imantados internos, não ocorre, pois a força de atração magnética é superior à força máxima axial que o êmbolo é capaz de produzir a 6 bar de pressão.



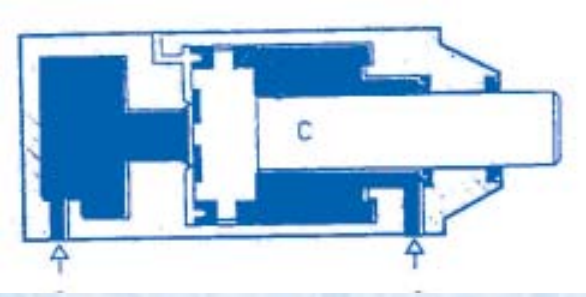
Cilindro de Impacto

Em cilindros normais, a força de deformação é limitada. Em cilindros de impacto, eleva-se essa força pelo aumento da velocidade.

Os cilindros de impacto desenvolvem uma velocidade de 7,5 a 10 m/s, (a velocidade de um cilindro normal é de 1 a 2 m/s). Essa velocidade só pode ser alcançada por um elemento de construção especial. A energia desse cilindro será empregada para prensar, rebordar, rebitar, cortar, etc.

A força de impacto é muito grande em relação ao tamanho de construção dos cilindros. Geralmente são usados em pequenas prensas. Em relação ao diâmetro do cilindro podem ser alcançadas energias cinéticas de 25 a 500 Nm.

ATENÇÃO: Para deformação profunda, a velocidade diminui rapidamente, assim como a energia cinética, razão pela qual esse cilindro não é bem apropriado para esse fim.



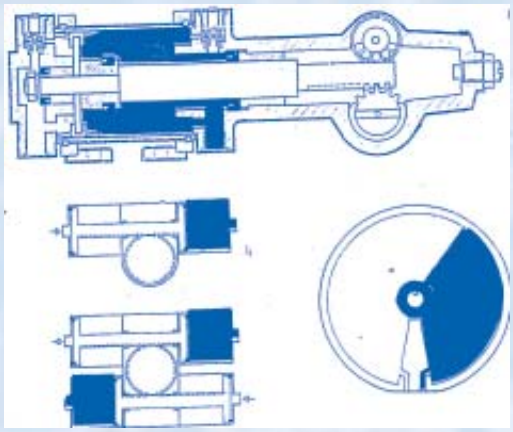
Funcionamento:

A câmara "A" do cilindro está sob pressão. Por acionamento de uma válvula, a pressão aumenta na câmara "B". A câmara "A" é exaurida. Quando a força exercida na superfície "C" for maior que a força sobre a superfície da coroa na câmara "A", o pistão se movimenta em direção a Z. Com isso, libera-se o restante da superfície do êmbolo e sua força é aumentada. O ar comprimido contido na câmara "B" pode fluir rapidamente pela grande secção de passagem, acelerando fortemente o êmbolo do cilindro.

Cilindro rotativo

Nesse tipo, a haste do êmbolo tem um perfil dentado (cremalheira), que aciona uma engrenagem, transformando o movimento linear num movimento rotativo à esquerda ou direita, sempre de acordo com o sentido do curso. Os campos de rotação mais usuais são vários, isto é, de 45° - 90° - 180° - 290°, até 710°.

Um parafuso de regulagem possibilita, porém, a determinação do campo de rotação parcial, dentro do total. O momento de torção depende da pressão de trabalho da área do êmbolo e da relação de transmissão. O acionamento giratório é utilizado para virar peças, curvar tubos, regular instalações de ar condicionado e no acionamento de válvula de fechamento e válvulas borboleta.

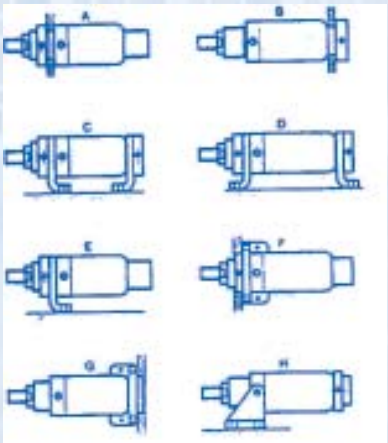


Cilindro de aleta giratória

Como os cilindros rotativos já descritos, também nos de aleta giratória é possível um giro angular limitado. O movimento angular raramente vai além de 300°. A vedação é problemática, o diâmetro em relação à largura, em muitos casos, somente possibilita pequenos movimentos de torção (torque).

Tipos de Fixação

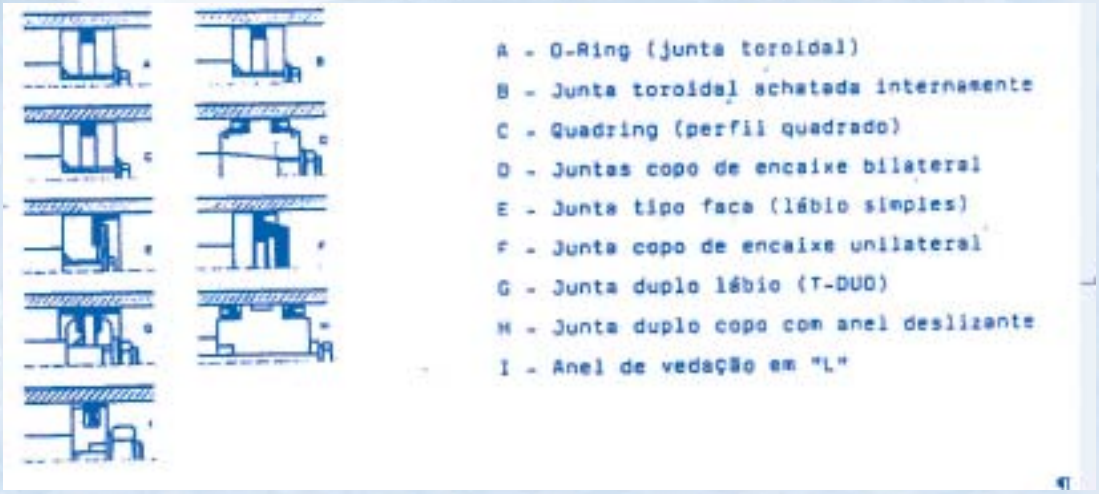
Determina-se o tipo de fixação pela montagem dos cilindros em máquinas e dispositivos. O cilindro pode ser construído para certo tipo de fixação, se esse tipo de fixação não necessitar modificações.



Pelo contrário, ainda é possível modificar o cilindro para uma outra fixação usando peças de montagem padronizadas. Especialmente ao usar um grande número de cilindros, é vantajoso um estoque racional simplificado das peças de montagem padronizadas, pois assim basta apenas combinar o cilindro básico com o tipo de fixação desejado.

Tipos de vedação para êmbolos

As vedações utilizadas nos êmbolos dos cilindros variam conforme fabricante. Suas formas alteram força de atrito, durabilidade,capacidade de vedação, temperatura de operação e custo.



Cálculos dos cilindros

Força do êmbolo

A força do êmbolo exercida no elemento de trabalho depende da pressão do ar, do diâmetro do cilindro e da resistência de atrito dos elementos de vedação.

A força teórica do êmbolo é calculada conforme a fórmula abaixo:

$$Fth = A \cdot P$$

Fth = Força teórica do êmbolo (N)

A = Superfície útil do êmbolo (cm^2)

P = Pressão de trabalho (kPa, 105 N/m^2, bar)

Na prática é importante a força efetiva do êmbolo. Ao calculá-la, a resistência de atrito deve ser considerada. Em condições normais de trabalho (faixa de pressão de 400 a 800 kPa ou 4 a 8 bar), essa resistência pode absorver de 3 a 20% da força calculada.

Na tabela abaixo temos os valores das forças, para várias pressões de trabalho, com cilindros de diâmetro normalizados.

(A referência será sempre o diâmetro do êmbolo).

Tabela 1:

CILINDRO	TABELA DA FORÇA DE UM CILINDRO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO														
	1	2	3	4	5	*6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
25	6	9	13	17	21	24	30	34	38	42	46	50	55	60	63
35	8	17	26	35	43	52	61	70	76	86	95	104	113	122	129
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	136	148	160
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	175	194	212	230	248	264
90	34	65	104	139	173	208	243	278	312	346	381	416	451	486	519
100	70	141	212	283	253	424	295	566	636	706	777	848	919	990	1059
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1306	1525	1664	1803	1942	2079
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	8550	2832	3116	3400	3683	3966	4248
250	433	866	1300	1733	2165	2600	3033	3466	3800	4332	4766	5200	5633	6066	6498

*** Pressão normal de trabalho**

Para cilindros de ação simples, devemos considerar a força da mola de reposição (dado pelo fabricante).

Para o acionamento com partida a plena carga, devemos considerar a força dinâmica, necessária para a colocação do objeto em movimento. Devido a isto, em termos práticos, consideramos como utilização de forma econômica uma força de até 80% de força máxima.

EXEMPLO:

Força necessária = 100 kP

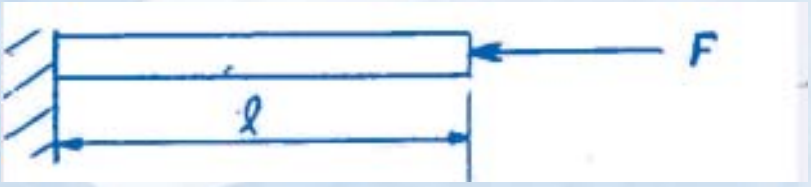
Para cilindro de 50 mm de diâmetro temos 100%, pois é igual a sua força máxima (não recomendável).

Então devemos utilizar o cilindro de 70 mm:

$$\% = \frac{\text{F. necess.} \times 100}{\text{F. max.}} = \frac{100 \times 100}{208} = 48\%$$

Cilindro de 70 com 48% de carga.

Diâmetro da haste do cilindro

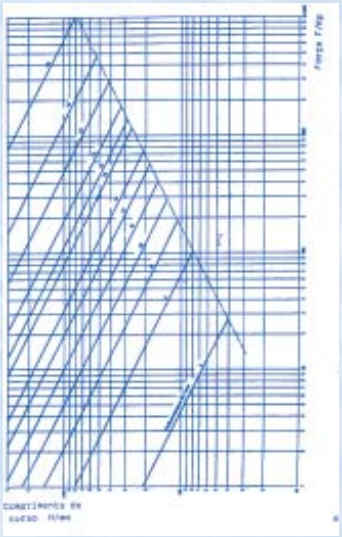


O diâmetro da haste do cilindro depende do limite de resistência à flambagem, que é influenciado por:

- Força aplicada (carga)
- Comprimento (curso)
- Material da haste

Comprimento do curso

O comprimento do curso em cilindros pneumáticos não deve ser maior que 2.000 mm. A pneumática não é mais rentável para cilindros de diâmetro grande e de curso muito longo, pois o consumo de ar é muito grande. Em cursos longos, a carga mecânica sobre a haste do êmbolo e nos mancais é grande. Para evitar uma flambagem, é necessário determinar o diâmetro da haste do êmbolo um pouco maior. Além disso, é aconselhável prolongar as buchas de guia da haste do êmbolo. No gráfico seguinte temos os diâmetros de hastes normalizados, considerando-se como material Aço VC-140.



Exemplo:

F = 100 kP

S = 300 mm

Encontramos um ponto no gráfico que está localizado entre a linha 10 e 12. Isso significa que ultrapassou o limite para haste 10, porém não alcançou o 12. Portanto haste de 12 mm.

Consumo de ar do cilindro

O consumo de ar do cilindro é um dado importante na determinação das dimensões dos condutores de ar (tubos, mangueiras, acessórios). Na tabela abaixo encontramos os valores de q (Nl 1/cm curso).

Tabela de consumo do ar para cilindros pneumáticos

Cil. ø mm	Pressão de serviço em bar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Consumo de ar em Nl/cm de curso do cilindro														
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0033	0,0036	0,0038	0,0041	0,0044
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,032
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,057	0,062	0,067	0,071	0,076
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103	0,112	0,121	0,131	0,140	0,149
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135	0,146	0,157	0,171	0,183	0,195
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411	0,448	0,485	0,523	0,560	0,597
100	0,155	0,213	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839	0,915	0,991	1,067	1,143	1,219
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644	1,793	1,942	2,091	2,240	2,389
200	2,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356	3,660	3,964	4,268	4,572	4,876
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243	5,718	6,193	6,668	7,144	7,619

A partir do valor obtido na tabela, empregam-se as seguintes fórmulas:

$$Q = s \cdot n \cdot q \text{ (Cilindros de Ação Simples)}$$

ou

$$Q = s \cdot n \cdot q \cdot 2 \text{ (Cilindros de Ação Dupla)}$$

Sendo:

Q = Consumo de ar (1/min)

s = Comprimento do Curso (cm)

O valor do consumo de ar representa o consumo de ar à pressão atmosférica que flui por minuto. Para obtenção da tabela exibida na Fig. 27, partiu-se da fórmula:

$$Q = A \cdot s \cdot n \cdot i \text{ (Cilindros de Ação Simples)}$$

Sendo:

Q = Consumo de ar (1/min)

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \text{área do êmbolo } (cm^2)$$

s = comprimento de curso (cm)

n = número de cursos por minuto

i = relação de compressão

$$i = \frac{1{,}01^3 + \text{pressão de trabalho}}{1{,}013}$$

Para cilindros de ação dupla temos:

$$Q = [s \cdot D^2 \cdot \pi + s \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi] \cdot n \cdot i$$

Sendo

d = diâmetro da haste (cm)

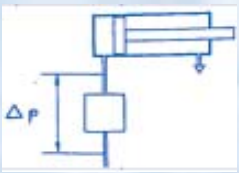
Conexões do Cilindro

As dimensões das conexões no cilindro estão normalizadas segundo a norma ISO. Assim como a rosca (normalmente laminada) nas hastes.

DIÂMETROS NORMALIZADOS ISO		
Êmbolo mm	Rosca	
	Haste	Conexões
8	M4	M5
10	M4	M5
12	M6	M5
16	M6	M5
20	M8	G-1/8
25	M10 X 1,25	G-1/8
32	M10 X 1,25	G-1/8
40	M12 X 1,25	G-1/4
50	M16 X 1,5	G-1/4
63	M16 X 1,5	G-3/8
80	M20 X 1,5	G-3/8
100	M20 X 1,5	G-1/2
125	M27 X 2	G-1/2
160	M36 X 2	G-3/4
200	M36 X 2	G-3/4
250	M42 X 2	G1
320	M42 X 2	G1

Válvulas de Comando - Dimensionamento

Considera-se como válvula de comando o elemento que está interligado diretamente no cilindro.



A velocidade do cilindro depende da vazão, que por sua vez depende diretamente da queda da pressão entre a entrada e saída Δp. Na prática, parte-se de um valor de velocidade (máxima ou mínima) do cilindro para a determinação da válvula necessária. A velocidade necessária é um valor característico de aplicação do cilindro, por exemplo, tempo mínimo para um ciclo da máquina. Nos cilindros pneumáticos, devido à compressibilidade do ar, a velocidade poderá variar em torno de 10%.

Na tabela a seguir, válida para pressão de trabalho 6 bar, temos as velocidades dos cilindros, que, podemos notar, dependem também da carga aplicada.

Quanto maior a carga, maior a pressão necessária para o movimento, menor é a queda da pressão, menor será o fluxo e conseqüentementea velocidade.

POR EXEMPLO:

F. necess. = 320 kP

Para cilindro de 100 mm - 80% da carga máx.

Temos: Válvula 1/4" - v = 56 mm/s

3/8 " - v = 112 mm/s

1/2 " - v = 225 mm/s

Para cilindros de 140 mm - 40% da carga máx.

Válvula 1/4" - v = 50 mm/s

3/8" - v = 100 mm/s

1/2" - v = 200 mm/s

TABELA COM VELOCIDADE DOS CILINDROS (mm/s)

Diâmetro do Cilindro	Conexão da Válvula	Carga							
		<10%	De 10 à 30%	De 31 à 40%	De 41 à 50%	De 51 à 60%	De 61 à 70%	De 71 à 75%	De 76 à 80%
6	M5	500	450	400	335	315	280	250	225
8	M5	500	450	400	335	315	280	250	225
10	M5	500	450	400	335	315	280	250	225
12	M5	500	450	400	335	315	280	250	225
16	M5 ou 1/8	500	450	400	335	315	280	250	225
20	M5 ou 1/8	500	450	400	335	315	280	250	225
25	M5	500	450	400	335	315	280	250	225
	1/8	710	630	560	500	450	400	355	315
32	1/8	250	225	200	180	160	140	125	112
	1/4	1000	900	800	710	630	560	500	450
35	1/8	250	225	200	180	160	140	125	112
	1/4	1000	900	800	710	630	560	500	450
40	1/8	180	160	142	126	112	100	90	80
	1/4	710	630	560	500	450	400	355	315
50	1/8	125	112	100	90	80	70	62,5	56
	1/4	500	450	400	335	315	280	250	225
	3/8	1000	900	800	710	630	560	500	450
63	1/8	125	112	100	90	80	70	62,5	56
	1/4	500	450	400	335	315	280	250	225
70	1/8	62,5	56	50	45	40	35	31	28
	1/4	250	225	200	180	160	140	125	112
	3/8	500	450	400	335	315	280	250	225
	1/2	1000	900	800	710	630	560	500	450
80	1/8	62,5	56	50	45	40	35	31	28
	1/4	250	225	200	180	160	140	125	112
	1/2	1000	900	800	710	630	560	500	450
100	1/8	125	112	100	90	80	70	62,5	56
	3/8	250	225	200	180	160	140	125	112
	1/2	500	450	400	335	315	280	250	225
125	1/4	62,5	56	50	45	40	35	31	28
	1/2	250	225	200	180	160	140	125	112
140	1/4	62,5	56	50	45	40	35	31	28
	3/8	125	112	100	90	80	70	62,5	56
	1/2	250	225	200	180	160	140	125	112
160	1/2	250	225	200	180	160	140	125	112
200	3/8	62,5	56	50	45	40	35	31	28
	1/2	125	112	100	90	80	70	62,5	56
250	1/2	100	90	80	71	63	56	50	45
	3/4	200	180	160	142	126	112	100	90

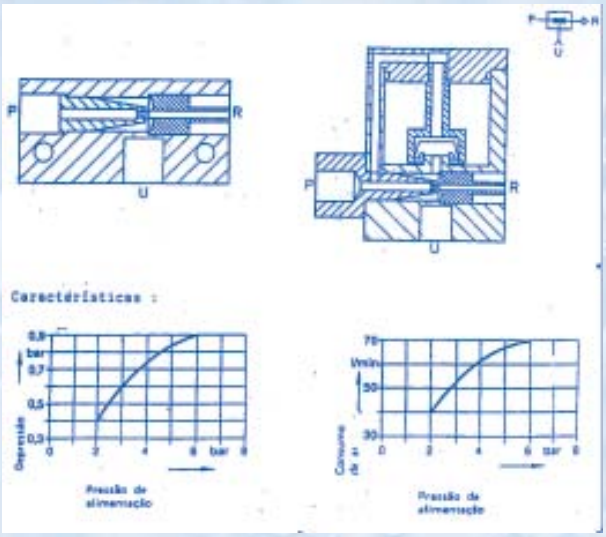
Bocal de Aspiração por Depressão

Esse bocal é utilizado juntamente com uma ventosa, como elemento de transporte. Com isto, pode-se transportar variados tipos de peças. Seu funcionamento está baseado no princípio de "Venturi" (depressão). A pressão de alimentação é aplicada na entrada P. Devido ao estrangulamento da secção de passagem, a velocidade do ar até T aumenta e na saída A, ou seja, na ventosa, é produzida uma pressão (efeito de sucção).

Com esse efeito, a peça é presa e transportada. A superfície deve estar bem limpa, para que se obtenha um bom efeito de sucção.

Cabeçote de aspiração por depressão

O funcionamento também está baseado no mesmo princípio (Venturi). A diferença do elemento anterior é um depósito adicional. Nesse depósito é acumulado ar durante o processo de sucção. Não existindo mais o ar em P, o ar no depósito sai através de uma válvula de escape rápido para ventosa, produzindo um golpe de pressão e soltando as peças fixadas pela mesma.



Sistemas Hidro-Pneumáticos

Acionamentos pneumáticos de ferramentas são usados quando houver necessidade de movimentos rápidos, porém a força fica limitada em aproximadamente 30.000 N (3.000 kP). Além desse limite, os cilindros pneumáticos são anti-econômicos.

Uma outra restrição para o uso do acionamento pneumático existe quando há movimentos lentos e constantes de avanço ou retorno. A utilização de um acionamento puramente pneumático não é possível. A compressibilidade do ar comprimido, vantajosa em muitos casos, aqui será desfavorável.

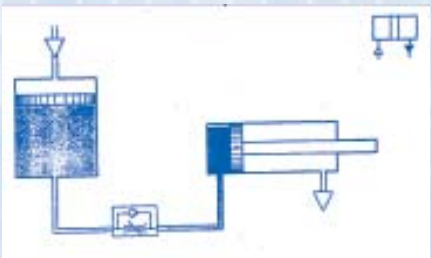
Como meio auxiliar utiliza-se, portanto, a hidráulica. As vantagens dessa, unidas com as da pneumática, resultam em: simples elementos pneumáticos de comando, velocidades uniformes e, em certos casos, grandes forças em cilindros de diâmetro pequeno. O trabalho é efetuado pelo cilindro pneumático, a regulagem da velocidade de trabalho será feita através do cilindro hidráulico.

Esses elementos são utilizados freqüentemente em serviços de furar, fresar e tornear, bem como em intensificadores de pressão em prensas e dispositivos de fixação.

Conversores de pressão

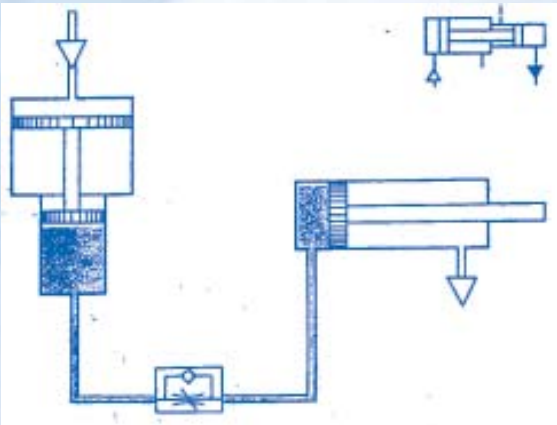
O conversor é uma combinação de energia aplicada, utilizando óleo e ar comprimido. Com a entrada do ar comprimido num reservatório com óleo, ele flui para a câmara posterior do cilindro, deslocando-o.

A velocidade pode ser controlada através de uma válvula reguladora de fluxo. O cilindro terá uma velocidade lenta, controlada e uniforme. O retorno é feito com ar comprimido na outra câmara do cilindro, exaurindo o óleo do lado posterior. Na conversão do meio de pressão, a pressão se mantém constante.



Variador de pressão (intensificador)

O variador de pressão consiste em duas câmaras de pressão em áreas diferentes. No ponto 1, introduz-se ar no cilindro que empurra o pistão, deslocando o óleo da segunda câmara. O óleo chega através do ponto 2 a uma válvula reguladora de fluxo e de lá para o elemento de trabalho. A diferença de superfície dos êmbolos produz um aumento da pressão do óleo. As relações de multiplicação normais são: 4:1, 8:1, 16:1, 32:1.



A pressão recomendada é no máximo de 1.000 kPa (10 bar). A pressão do óleo conforme a multiplicação, é relativamente grande. Por isso, para alcançar uma determinada força, pode-se, portanto, usar um pequeno cilindro de trabalho. Em sistemas hidráulicos sempre se tem fugas de óleo, provocando freqüentemente interrupções de trabalho. Isso somente pode ser evitado por uma contínua conservação e manutenção. Por exemplo: completar óleo e sangrar o ar.

Não é possível usar cada elemento para diferentes tamanhos de instalações, devido ao volume de óleo nele existente. Para cada comando e acionamento de cilindro é necessário calcular o volume de óleo e escolher o elemento correspondente.

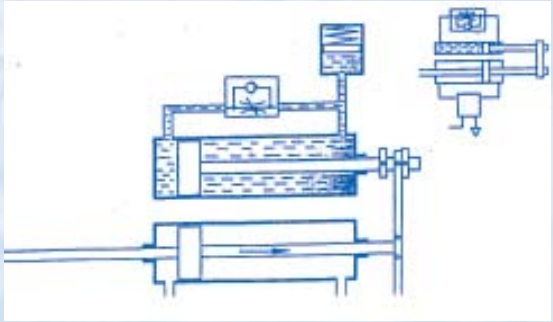
Unidade de avanço hidro-pneumática

Esses aparelhos são utilizados principalmente onde há necessidade de uma velocidade uniforme de trabalho. Uma unidade completa é formada por: cilindro pneumático, cilindro de frenagem hidráulica e válvula pneumática de comando. Unem-se os dois cilindros por meio de uma travessa rígida. O cilindro pneumático funciona como elemento de trabalho.

Alimentando o cilindro pneumático com ar, esse arrasta junto o cilindro de frenagem hidráulica. O êmbolo da frenagem desloca o óleo através de uma válvula reguladora de fluxo para o outro lado do êmbolo.

A válvula reguladora pode ser ajustada e com isso regular a velocidade de avanço. O óleo não permite, mesmo se a resistência de trabalho for alterada, que a velocidade seja irregular. O retrocesso é rápido devido à válvula reguladora de fluxo ser do tipo unidirecional.

Um encosto regulável na haste do cilindro de frenagem permite dividir o curso em avanço rápido e avanço de trabalho lento. O cilindro de frenagem somente será arrastado quando a travessa tocar no encosto. A velocidade do curso de trabalho é regulável, sem escala de 30 a 6000 mm/min. Existem unidades especiais que também, no retrocesso, executam um curso regulável. Uma segunda válvula de regulagem de fluxo atua como freio durante o retrocesso.

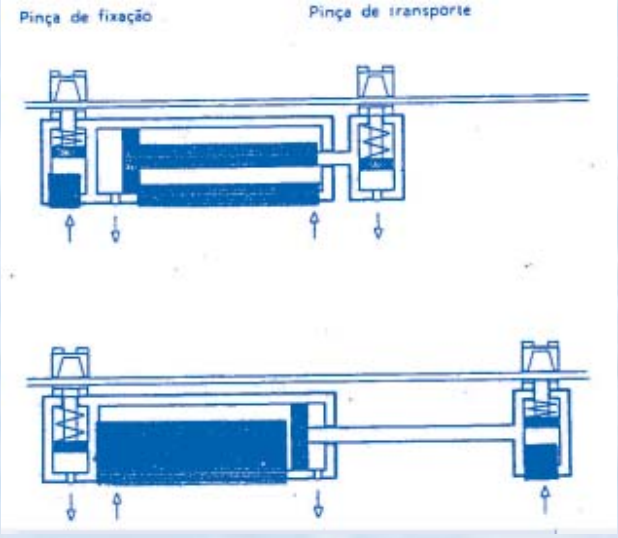


O cilindro de frenagem hidráulica tem um circuito fechado de óleo. O escape de óleo é mínimo, constituindo somente a camada visível na haste do êmbolo. Essa perda de óleo será compensada com novo óleo, através de um reservatório montado no cilindro de frenagem.

Alimentador de Avanço Compassado

A tarefa dessa unidade é a de transportar compassadamente e em ciclos contínuos vários tipos de materiais, principalmente chapas e fitas em bobinas, em prensas, serras ou outros tipos de máquinas.

Essa unidade consiste em um corpo base, no qual está alojado um cilindro de ação dupla de dois eixos-guia para a pinça de transporte, que está fixada na haste do referido cilindro, e de uma outra garra, essa de fixação, sobre o corpo base. As garras consistem em dois cilindros de ação simples de membrana e de dois suportes opostamente colocados aos referidos cilindros. A unidade possui batentes com amortecedores pneumáticos e parafuso micrométrico de regulagem.



O material a ser transportado deve ter no máximo 200 mm de largura e 2 mm de espessura. Em condições ideais de utilização pode-se obter precisão de transporte da ordem de 0,02 a 0,05 mm.

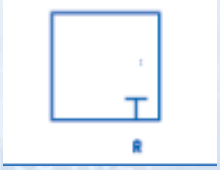
Conceito

O desenho do circuito é chamado diagrama ou esquema. É um desenho simplificado, feito com a utilização de símbolos. Cada componente do circuito é representado por um símbolo. Examinando o diagrama, é possível compreender como funciona um circuito.

Um dos símbolos mais importantes é aquele usado para representar válvulas. Uma válvula pode assumir várias posições, dependendo do estado em que se encontra: não acionada, acionada para a direita, acionada para a esquerda, etc. Assim, precisamos de símbolos capazes de representar esses vários estados da válvula. Vamos estudar esses símbolos.

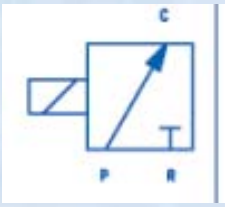
Cada posição ou estado da válvula é representado por um quadrado.

No interior do quadrado, representam-se as passagens que estão abertas, permitindo o fluxo de fluido, e as que estão fechadas. Na figura está representado um orifício da válvula fechado: é o orifício R (de Retorno de ar comprimido) fechado.

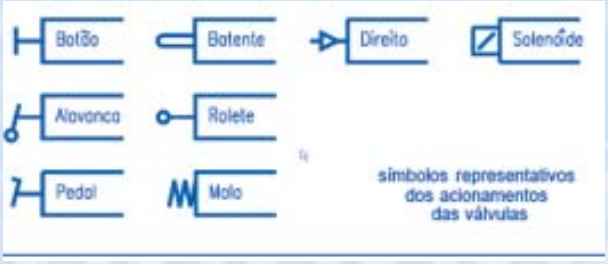


Quando um orifício da válvula se comunica com outro, permitindo a passagem de fluido, essa passagem é representada por uma seta e denomina-se via.

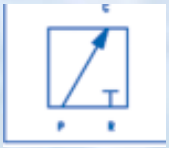
O orifício P (de Pressão, entrada de ar comprimido) comunica-se com o orifício C (que será ligado a um Cilindro pneumático), permitindo, devido à diferença de pressão, que o ar escoe de P para C.



Além disso, é preciso representar como a válvula chegou a esse estado, ou seja, se foi acionada e como foi acionada. Os vários tipos de acionamento são representados pelos símbolos ao lado.



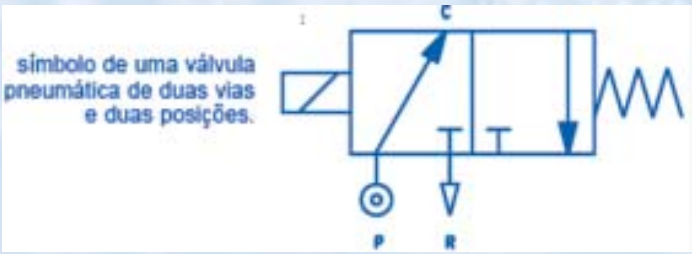
No caso de uma válvula solenóide, o estado ou posição dessa válvula de três vias é representado pelo símbolo mostrado na figura.



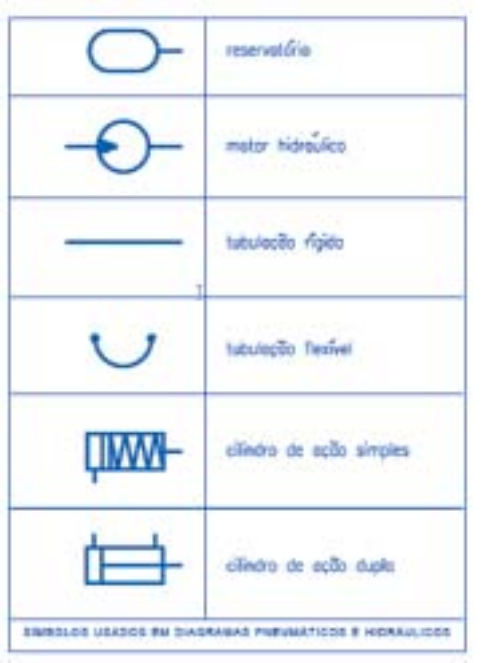
Se fôssemos traduzir esse símbolo, escreveríamos assim: quando a válvula for acionada, o orifício P se comunicará com o orifício C, permitindo a passagem de ar de P para C, e o orifício R será fechado.

Quando a válvula não está acionada, ela se encontra em outra posição. Vamos então considerar uma válvula de duas posições. Enquanto ela não for acionada, seu carretel é mantido numa posição por meio de uma mola. Essa nova posição é representada pelo símbolo mostrado abaixo, em que o orifício P está fechado e o orifício C se comunica com o orifício R.

O símbolo de uma válvula deve representá-la em suas várias posições possíveis. A válvula representada abaixo é classificada como de duas vias (entre P e C e entre C e R) e duas posições (acionada ou não pelo solenóide).



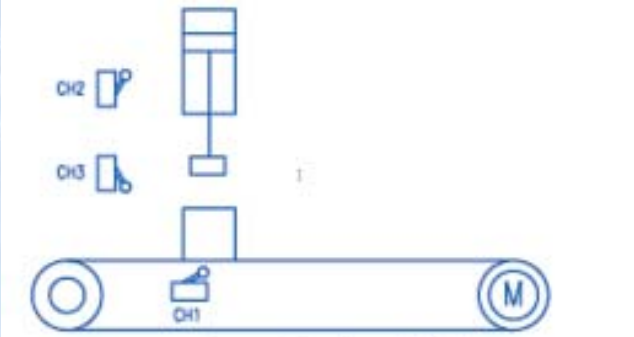
Encontramos outros símbolos usados nos diagramas pneumáticos e hidráulicos e seus respectivos significados.



CASO DE AUTOMAÇÃO Nº. 1

Agora estamos preparados para realizar nosso primeiro projeto de automação industrial utilizando componentes pneumáticos. Vamos, antes de mais nada, estudar o sistema a ser automatizado.

Uma esteira é usada para transportar caixas de papelão. Num determinado local sobre a esteira, existe um pistão pneumático montado verticalmente. Na extremidade do pistão há um carimbo. Cada caixa deve parar debaixo do pistão, ser carimbada e, logo depois, seguir viagem pela esteira, conforme o esquema.



esquema do caso de automação nº 1

Assim, podemos dividir a operação do sistema em 4 fases:

1 - ligar a esteira e levar a caixa até a posição (sob o pistão);

2 - desligar a esteira;

3 - descer o pistão;

4 - subir o pistão.

Concluída a fase 4, voltamos à fase 1, repetindo o ciclo. Como vimos anteriormente, uma máquina automática possui atuadores e sensores. Os atuadores são os componentes da máquina responsáveis pelo trabalho mecânico. Podemos dizer que os atuadores são os "braços" da máquina. Por outro lado, os sensores são os componentes que indicam em que situação a máquina se encontra num determinado momento. Podemos dizer que os sensores são os "olhos" da máquina. No nosso sistema, temos dois atuadores: o pistão pneumático, que carimba as caixas de papelão, e o motor elétrico, que faz a esteira se movimentar.

Como sensores, vamos usar três chaves fim-de-curso. Cada chave (CH1, CH2 ou CH3) indica a seguinte situação:

CH1: caixa embaixo do pistão;

CH2: pistão na posição superior;

CH3: pistão na posição inferior.

Uma chave fim-de-curso é um interruptor elétrico, como aquele que você usa em sua casa para acender ou apagar a luz. Só que ele é acionado não pelo dedo, mas por meio de uma peça qualquer da máquina que entra em contato com a haste de acionamento da chave fim-de-curso. Uma chave fim-de-curso pode estar na posição aberta (impede a passagem de corrente elétrica) ou fechada (permite a passagem de corrente elétrica).

Verificando essa posição, é possível saber o que ocorre na máquina que estamos automatizando. Assim saberemos se a caixa está na posição correta, se o pistão está na posição superior e assim por diante. Dependendo do estado da máquina, teremos de ligar ou desligar a esteira, subir ou descer o pistão pneumático, etc. Quem vai tomar essas decisões é o controlador. O controlador geralmente é um circuito elétrico ou eletrônico, construído segundo uma determinada lógica de funcionamento. É no controlador que são ligados os fios das chaves fim-de-curso. Além disso, ele também é capaz de enviar sinais elétricos para as válvulas solenóide e para os motores elétricos. Podemos dizer, de maneira simples, que no controlador está a "inteligência" da máquina. No entanto, não vamos nos preocupar agora com o controlador, uma vez que nosso objetivo principal é estudar o circuito pneumático. Assim, vamos analisar como o sistema funciona, examinando o circuito.

circuito pneumático usado no caso de automação nº 1

Quando a caixa que está sendo transportada encontra a chave CH1, o motor da esteira é desligado e a caixa pára sob o pistão.

Em seguida, o solenóide S1 é acionado. A válvula passa para a posição da esquerda. O ar comprimido flui de P para C2 e chega à câmara superior do cilindro. Ao mesmo tempo, o orifício C1 comunica-se com o R e o ar da câmara inferior do cilindro escoa para a atmosfera. O pistão desce.

Quando o pistão desce, a chave CH2 que indica o fim-de-curso superior é desacionada.

O pistão continua descendo até atingir sua posição inferior, quando, então, a chave CH3 é acionada e a caixa é carimbada. O pistão pode permanecer um determinado tempo (definido pelo controlador) nessa posição. O solenóide S1 é desacionado e se aciona então o solenóide S2. A válvula passa para a posição da direita. O ar comprimido flui de P para C1 e chega à câmara inferior do cilindro. Ao mesmo tempo, a via C2 comunica-se com R e o ar da câmara superior do cilindro escoa para a atmosfera. O pistão sobe. Quando chega à posição superior e é acionada a chave CH2, o motor da esteira é novamente ligado, até que uma nova caixa seja posicionada sob o pistão, repetindo o ciclo.

CASO DE AUTOMAÇÃO Nº. 2

Agora, vamos estudar outro exemplo.

Uma fresadora CNC pode trabalhar com várias ferramentas. Cada ferramenta é presa a um suporte porta-ferramentas. O porta-ferramentas, por sua vez, circuito pneumático usado no caso de automação nº. 1 é fixado a um mecanismo responsável pela troca automática de uma ferramenta por outra. Esse mecanismo é chamado de torre porta-ferramentas.

Vamos ver como é possível automatizar os movimentos da torre porta-ferramentas por meio de um circuito hidráulico. Quando o controlador (Comando Numérico) da fresadora manda trocar uma ferramenta por outra, deve ser realizada a seguinte seqüência de tarefas:

1 - Destravar o porta-ferramentas que está sendo utilizado.

2 - O carrossel, com todas as ferramentas da torre, desloca-se para a esquerda, fazendo com que as hastes dos suportes porta-ferramentas abandonem seus alojamentos na torre. Essa etapa é chamada de destravamento da torre.

3 - O carrossel gira e a nova ferramenta é colocada na posição de usinagem. Essa etapa é chamada de giro da torre.

4 - O carrossel desloca-se agora para a direita, fazendo com que as hastes de todos os suportes porta-ferramentas novamente se encaixem em seus alojamentos. Essa etapa é chamada de travamento da torre.

5 - Trava-se o novo porta-ferramentas, para que possa suportar as forças de usinagem.

Vamos precisar dos seguintes atuadores:

CF: cilindro hidráulico para travamento ou destravamento do suporte porta-ferramentas;

CT: cilindro hidráulico para travamento ou destravamento da torre;

MT: motor hidráulico para girar a torre;

torre porta-ferramentas de uma fresadora CNC.

Vamos precisar também de vários sensores, cada um deles capaz de indicar um determinado estado da máquina:

FT: porta-ferramentas travado;
FD: porta-ferramentas destravado;
TT: torre travada;
TD: torre destravada.

Além disso, precisaremos de um sensor que indique qual a ferramenta que está atualmente na posição de usinagem.

Não iremos nos preocupar agora com os tipos de sensores utilizados nem com seu modo de funcionamento. Vamos considerar também que as válvulas responsáveis pelos movimentos dos cilindros e do motor hidráulico são todas acionadas por meio de solenóides. Os sensores e os solenóides das válvulas são ligados ao controlador (Comando Numérico), que se encarrega da lógica de funcionamento do mecanismo.

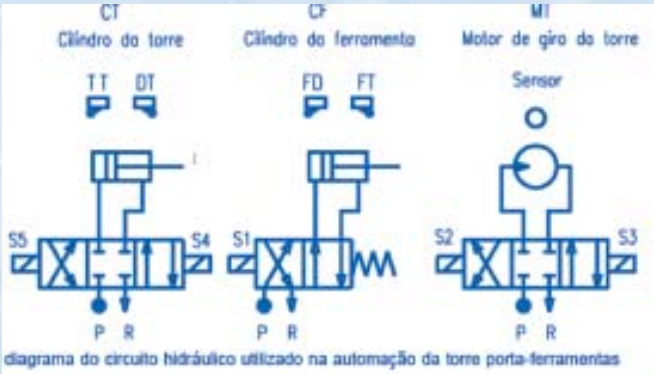


diagrama do circuito hidráulico utilizado na automação da torre porta-ferramentas

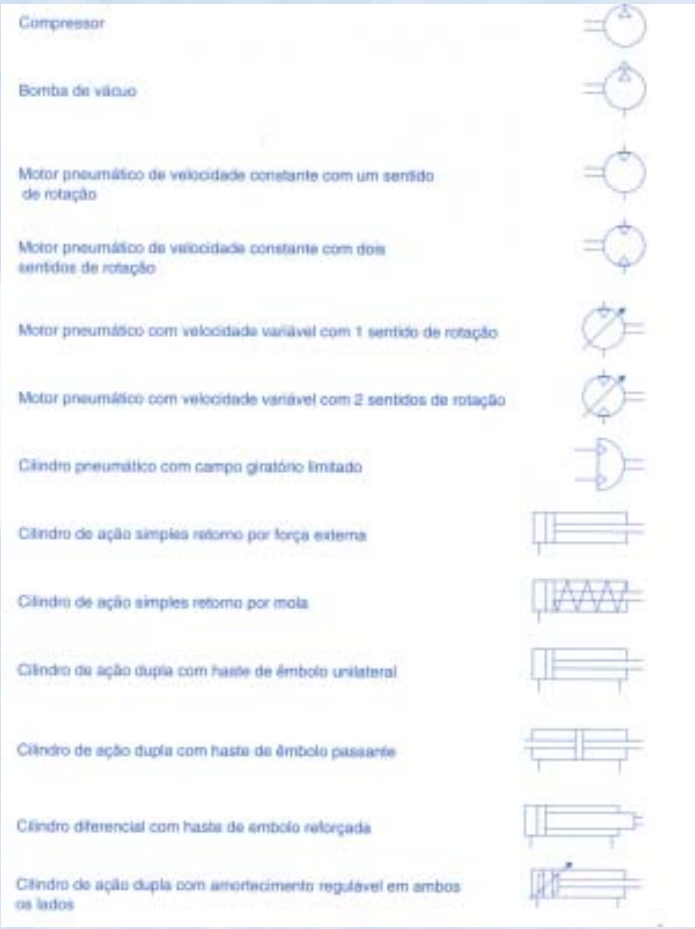
O mecanismo funciona da seguinte maneira:

O solenóide S1 é acionado. O pistão do cilindro CF se retrai e a ferramenta é destravada. O sensor FD informa o destravamento ao controlador. Aciona-se, então, o solenóide S4. O pistão do cilindro CT avança e destrava a torre. O sensor DT informa o destravamento da torre ao controlador. O controlador verifica, por meio do sensor, qual a ferramenta que está na posição de usinagem. Dependendo da nova ferramenta a ser trocada, o controlador determina qual o sentido de giro da torre que corresponde ao caminho mais curto. Em função do sentido escolhido, o controlador aciona o solenóide S2 ou S3, fazendo com que o motor hidráulico da torre gire num sentido ou noutro.

O sensor da ferramenta indica se o porta-ferramentas desejado já está na posição correta. Se estiver, o solenóide S2 ou S3, conforme o sentido em que a torre estava girando, é desacionado.

Desligado o motor hidráulico, o solenóide S5 é acionado e a torre é novamente travada. O sensor TT informa o travamento ao controlador. O controlador desaciona, então, o solenóide S1 e a mola traz o carretel da válvula de volta para a posição de repouso. O pistão do cilindro CF avança e o porta-ferramentas é novamente travado. O sensor FT informa o travamento da ferramenta ao controlador e a usinagem da peça prossegue.

SIMBOLOGIA PNEUMÁTICA BÁSICA



5 - ELETRICIDADE BÁSICA

Nesse capítulo, faremos uma breve introdução sobre atomística, conheceremos os principais princípios, grandezas e unidades de medida em eletricidade e principalmente sua aplicação em circuitos elétricos.

ATOMÍSTICA

Os cientistas chamam todas as coisas que constituem o universo, e das quais o homem pode tomar conhecimento através dos seus órgãos de sentido, de matéria. A matéria toda é constituída na qualidade de partículas mínimas de átomos. Se colocássemos 100 milhões de átomos, um ao lado do outro numa fila obteríamos um segmento de cerca de 10 mm de comprimento.

Elementos químicos são substâncias que não podem ser decompostas em outras substâncias, nem por meios químicos nem mecânicos, e que não podem ser obtidos por composição de outras substâncias. Entretanto, a física nuclear conseguiu transformar um número relativamente pequeno de elementos em outros, ou produzir novos elementos.

A ciência determinou que todas as substâncias do universo podem ser obtidas a partir dos 104 elementos conhecidos até agora, por mais diferentes que sejam suas propriedades.

Todos os átomos de um determinado elemento ou substância simples são iguais entre si e apresentam a mesma estrutura, assim como o próprio elemento. Entretanto, as suas massas e as suas propriedades são diferentes daquelas apresentadas pelos outros elementos. Portanto, existem muitos tipos de átomos, tantos quantos são os elementos existentes. Logo, a substância simples cobre é constituída apenas de átomos iguais de cobre.

Moléculas e Ligações Químicas

Os átomos de muitos elementos combinam-se entre si. Quando se combinam átomos do mesmo tipo ou átomos de tipos diferentes, à combinação de átomos damos o nome de molécula. Moléculas são combinações de átomos. As moléculas de substâncias simples são formadas por átomos do mesmo tipo.

Quando se combinam átomos de tipos diferentes, resultam moléculas de substâncias simples a partir das quais elas foram obtidas.

Estrutura dos átomos

Até o início do século XX admitia-se que os átomos eram as menores partículas do universo e que não mais poderiam se subdividir. Hoje, sabe-se que o próprio átomo é constituído por um núcleo e pelos elétrons. Segundo o modelo, muito evidente, do átomo proposto pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), os elétrons circundam o núcleo com grandes velocidades e a distâncias variáveis do mesmo. Entretanto, as órbitas não pertencem a um só plano, mas formam superfícies esféricas concêntricas que envolvem o núcleo.

Os elétrons que circundam o núcleo formam a eletrosfera, em forma de invólucro. O átomo de hidrogênio é aquele de estrutura mais simples. O seu núcleo é envolvido por apenas um elétron.

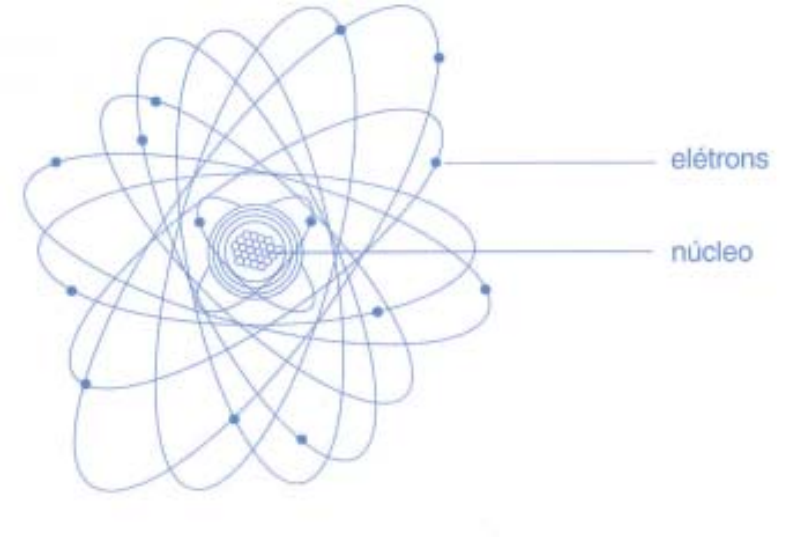


fig. 1

Elétrons, prótons, nêutrons, cargas elétricas

Nem o núcleo do átomo é ainda a menor partícula constituinte da matéria. Ele é constituído de prótons, de carga elétrica positiva, e de nêutrons, eletricamente neutros (sem carga elétrica). As duas partículas constituintes do núcleo são chamadas, pelos físicos, de núcleos.

Os prótons são portadores da menor carga elétrica positiva, chamada carga elementar, e portadores de carga elementar negativa são os elétrons que envolvem o núcleo. Normalmente o átomo é neutro, se visto como um todo. Portanto, o número de seus elétrons negativos deve ser igual ao número de prótons positivos. Logo, as suas cargas elétricas se anulam. Portanto, aos 29 elétrons de um átomo neutro de cobre, além dos neutros, contrapõem-se 29 prótons do núcleo.

Um corpo eletricamente neutro (condutor ou isolante) possui um mesmo número de cargas negativas e positivas. A carga positiva do núcleo está relacionada com a massa. Os elétrons negativos não têm massa. Uma partícula nuclear pesa, aproximadamente, duas mil vezes mais do que um elétron.

Friccionando um bastão de resina com um pano de lã, ou um bastão de vidro com um pano de seda (seda pura), os bastões passarão a atrair papel picado, pequenos flocos de algodão, etc. As cargas elétricas são a causa da ação de forças. Durante a fricção do bastão de resina, os portadores de carga negativa (elétrons) passam do pano de lã para o bastão, isso é, a carga negativa do bastão passa a ter predominância e passar a atuar externamente. Pelo contrário, no pano de lã passa a predominar a carga positiva. Durante a fricção do bastão de vidro com o pano de seda, a seda retira elétrons do vidro; no bastão, a carga positiva ganha predominância e passa a agir externamente. Conseqüentemente o pano de seda carregou-se negativamente. Existem cargas elétricas positivas e negativas.

Um corpo com excesso de elétrons é carregado negativamente, e um com falta de elétrons é carregado positivamente. Para determinar as cargas livres é necessário separar as cargas elétricas positivas das negativas. Nessa separação é necessário consumir trabalho (nesse caso, por exemplo: através de fricção dos isolantes).

Estabilidade dos átomos

Os cientistas determinaram que as cargas positivas e negativas exercem forças umas sobre as outras. Eles enunciaram a seguinte lei:

"CARGAS ELÉTRICAS DE MESMO SINAL REPELEM-SE. CARGAS ELÉTRICAS DE SINAIS CONTRÁRIOS ATRAEM-SE."

De acordo com essa lei, entre o núcleo carregado positivamente e os elétrons de carga negativa deve haver ação de forças. Uma força eletrostática procura atrair os elétrons para o núcleo. Entretanto, os elétrons não podem se aproximar do núcleo, pois a força centrífuga, que aparece por causa do movimento de translação dos elétrons, procura afastar os elétrons do núcleo. A força centrífuga, ou força de escape, é uma força dirigida do centro para fora; ela equilibra a força de atração do núcleo. Os prótons, carregados positivamente e comprimidos num espaço reduzido, repelem-se mutuamente. As partículas neutras, os nêutrons, incumbem-se de anular essas forças de repulsão. Elas aumentam a massa do núcleo, mas não a sua carga. Os nêutrons impedem a dilatação do núcleo atômico.

Elétrons de valência, íons

Por meio do fornecimento de energia (por exemplo: calor) os átomos podem carregar os seus elétrons de valência da camada externa, ou receber para sua camada externa os elétrons de valência estranhos. Nesse caso, o número de elétrons não coincide mais com o número de prótons, isso é, obtêm-se átomos com cargas elétricas positivas ou negativas, cujas ações se manifestam externamente.

Os átomos com cargas elétricas positivas ou negativas denominam-se íons. Os átomos que apresentam falta de elétrons chamam-se íons positivos ou cátions. Em tubos preenchidos com

gases condutores de eletricidade e nos líquidos condutores (eletrólitos), os íons assumem a responsabilidade do transporte das cargas elétricas.

Ligação iônica

Como já é conhecido, os átomos de gases nobres não reagem quimicamente. Eles são estáveis, isso é, apresentam 8 elétrons de valência nas suas camadas externas. O hélio constitui uma exceção. Ele possui apenas a camada K completa, com 2 elétrons de valência. Os átomos de outros elementos possuem a tendência de formar, a partir de suas camadas externas, camadas iguais àquelas dos gases nobres, onde recebem ou perdem elétrons.

Os dois átomos podem atingir o assim chamado caráter de gás nobre, onde a camada M do átomo de sódio entrega o seu elétron para a camada M do átomo de cloro. Agora, a camada L de sódio e a camada M de cloro possuem 8 elétrons. Nisso, obtém-se dois átomos carregados eletricamente, ou seja, um átomo com carga positiva de sódio (Na+) e um átomo com carga negativa de cloro (Cl -). Os íons positivos e negativos atraem-se e formam um composto químico. No exemplo: Na+ e Cl - = NaCl (sal de cozinha). A molécula é eletricamente neutra, apesar dos átomos não o serem.

A ligação iônica, também chamada ligação polar, acontece por causa da ação de atração entre dois íons de cargas opostas. Esse tipo de ligação é comum entre metais e não metais.

Ligação atômica (ligação covalente)

A ligação iônica torna-se impossível quando, por exemplo, dois átomos de hidrogênio ou dois átomos de cloro formam uma molécula. A ligação é conseguida à custa do fato de que os elétrons de valência, aos pares, envolvem os átomos vizinhos. Nisso, eles pertencem aos dois átomos. Cada átomo permanece neutro. A ligação atômica (formação de pares de elétrons) é comum entre átomos de não metais. O mesmo tipo de ligação ocorre também nos cristais semicondutores de silício e germânio.

Ligação metálica

Sobre a superfície de, por exemplo, um pedaço de cobre, e sobre superfícies metálicas lisas atacadas, pode-se reconhecer que os metais apresentam uma estrutura cristalina. Portanto, os átomos devem estar ordenados numa grade cristalina. Sendo que os átomos dos metais apresentam poucos elétrons de valência, torna-se impossível numa estrutura estável por meio de ligações iônicas e atômicas. Um estado estável somente é possível quando cada átomo perder seus elétrons de valência.

Essa separação é possível através do movimento browniano. Tão logo a temperatura suba acima do zero absoluto (OK, em escala Kelvin), a grade cristalina passa a mover-se. Os diversos núcleos atômicos oscilam tanto mais longe do seu lugar, quanto mais a temperatura subir. Nas temperaturas muito elevadas, os núcleos dos átomos oscilam tão fortemente que o material passa

a emitir ondas de luz, isso é, torna-se incandescente. No caso de bons condutores elétricos, já na temperatura ambiente todos os elétrons de valência estão livres. Nos semicondutores, é necessária uma temperatura mais elevada.

Os íons positivos remanescentes constituem a grade cristalina. Na grade eles estão fixos aos seus respectivos lugares. Por exemplo: um cristal de cobre é um cubo de cobre em cujos vértices e centro das faces encontram-se ainda os elétrons de valência, muito móveis e não mais pertencentes a nenhum íon determinado. Eles se movem irregularmente como uma nuvem de elétrons, ou gás eletrônico, entre os íons. Os elétrons livres são empurrados para lá e para cá pela grade cristalina oscilante. Eles percorrem trajetórias irregulares, em ziguezague, com grande velocidade (aproximadamente 100Km/s) e grandes distâncias. O mesmo pode ser dito para todos os metais.

Padrões elétricos e convenções

Em eletricidade usa-se o sistema métrico internacional de unidades conhecido comumente por SI. A abreviação SI, assim usada também em inglês, decorre das palavras *systeme internationale.* As sete unidades básicas do SI são: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, intensidade luminosa e quantidade de matéria (**Tabela 1**).

Antigamente usava-se o sistema métrico MKS, onde M representava o metro (comprimento), K representava o quilograma (massa) e S representava o segundo (tempo). As duas unidades suplementares do SI são o ângulo plano e o ângulo sólido (**Tabela 2**).

Tabela 1

GRANDEZA	UNIDADE FUNDAMENTAL	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	Kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Intensidade luminosa	candela	cd
Quantidade de matéria	mole	mol

Tabela 2

GRANDEZA	UNIDADE FUNDAMENTAL	SÍMBOLO
ângulo plano	radiano	rad
ângulo sólido	estereorradiano	sr

Outras unidades usuais podem ser deduzidas a partir das unidades fundamentais e das unidades suplementares. Por exemplo, a unidade de carga é o Coulomb, símbolo C, homenagem a Coulomb, físico francês (1736-1806), que é deduzida a partir das unidades fundamentais segundo e Ampere.

Ampere é a unidade fundamental da corrente elétrica, símbolo A, de Ampêre, físico francês (1755-1836).

A maioria das unidades utilizadas em eletricidade é do tipo unidade derivada.

TABELA 3

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Energia	joule	J
Força	newton	N
Potência	watt	W
Carga elétrica	coulomb	C
Potencial elétrico	volt	V
Resistência elétrica	ohm	Ω
Condutância elétrica	siemens	S
Capacitância elétrica	farad	F
Indutância elétrica	henry	H
Freqüencia elétrica	hertz	Hz
Fluxo magnético	weber	Wb
Densidade de Fluxo magnético	tesla	T

PREFIXOS MÉTRICOS

No estudo da eletricidade básica, algumas unidades elétricas são pequenas demais ou grandes demais para serem expressas convenientemente. Por exemplo, no caso da resistência, freqüentemente utilizamos valores em milhões ou milhares de ohms (Ω). O prefixo *kilo* (designado pela letra K) mostrou-se uma forma conveniente de se representar mil. Assim, em vez de se dizer que um resistor tem um valor de 10.000 Ω, normalmente nos referimos a ele como um resistor de 10 Kilohms (10 KΩ). No caso da corrente, freqüentemente utilizamos valores de milésimos ou milionésimos de Ampere. Utilizamos então expressões como miliamperes e microamperes. O prefixo *mili* é uma forma abreviada de se escrever milésimos e *miero* é uma abreviação para milionésimos. Assim, 0,012 A toma-se 12 miliamperes (mA) e *0,000005* A toma-se 5 microamperes (µA). A tabela 4 relaciona os prefixos métricos usados mais freqüentemente em eletricidade com a sua equivalência numérica.

TABELA 4

PREFIXO	SÍMBOLO	VALOR
mega	M	1.000.000
kilo	k	1.000
mili	m	0,001
micro	µ	0,000001
nano	n	0,000000001
pico	p	0,000000000001

Exemplo: um resistor tem um valor de 10 M estampado no seu invólucro. Quantos ohms de resistência têm esse resistor?

A letra M representa mega ou milhões. Logo, o resistor tem um valor de 10 megohms (Mil) ou de 10 milhões de ohms.

CARGAS ELÉTRICAS

Para obtermos um movimento resultante de sentido definido, embora com o movimento individual dos elétrons desordenados, é necessária a aplicação de uma tensão elétrica, grandeza que definiremos adiante.

Coulomb, em seus estudos de física, verificou que entre duas cargas elétricas existia uma força de atração ou repulsão devido à existência de um Campo Elétrico. Ao colocarmos uma carga elétrica imersa em um Campo Elétrico, nessa carga aparecerá uma força eletrostática; demanda-se certo trabalho. O quociente entre o trabalho realizado e o valor da carga elétrica define a tensão elétrica.

TENSÃO ELÉTRICA - LEI DE COULOMB

Sabendo-se que cargas elétricas exercem forças entre si, Coulomb determinou, através de experiências, a intensidade e o alcance dessas forças elétricas. Com ajuda de uma balança de torção por ele construída, determinou o seguinte: "A força de atração ou repulsão entre duas cargas elétricas é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas".

Temos a fórmula:

$$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

Para poder calcular a força através dessa lei, foram definidas, posteriormente, as unidades de medida. Como unidade de carga elétrica Q, foi definido 1 Coulomb (C).

1 C = 1 As;

1 C = carga elétrica de 6,25 x 1018 elétrons.

Obs.: 1 *Coulomb é igual* à *carga elétrica* Q *que atravessa* a *seção de* um *condutor durante* um *segundo,* em *condições de corrente constante de* 1 *Ampere.*

De acordo com o sistema internacional de unidades, a lei de Coulomb diz:

$$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{4\pi \times \varepsilon_0 \times r^2}$$

A força é obtida em Newton (N), quando as cargas Q forem dadas em Coulomb e a distância r em metros, e a constante dielétrica

$$100e_0 = 8{,}854 \times 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

Linhas de força do Campo Elétrico e formas do campo

Com ajuda das linhas de forças imaginárias, é possível visualizar a causa da atração ou repulsão dos corpos eletricamente carregados, mesmo sem se tocarem. O fenômeno também é observado no vácuo.

Obs.*: O espaço onde atuam* as *forças elétricas de uma carga denomina-se Campo Elétrico. Esse campo é preenchido por linhas de força elétrica e nele manifestam-se forças sobre outras cargas elétricas.*

Determinou-se que de uma carga elétrica positiva saem, radialmente e em todas as direções, as linhas de força. Elas terminam em uma carga elétrica negativa, situada a uma distância arbitrária. As linhas de força de um Campo Elétrico nunca terminam no espaço livre. Os campos elétricos são produzidos por duas cargas de um mesmo sinal (ação de repulsão) e por duas cargas de sinais contrários (ação de atração).

Separação das cargas e tensão elétrica

Introduzindo em um campo homogêneo (constante em todos os pontos) reinante entre duas placas metálicas carregadas de eletricidade de sinais opostos, um corpo com carga elétrica negativa, que apresenta uma quantidade de carga constante Q, percorrerá uma distância S de um ponto inicial P_1 até um ponto final P_2.

Nesse movimento, as forças do campo realizarão um trabalho W = F x S, que é proporcional à quantidade de carga Q, Portanto, a relação W/Q é uma grandeza independente de Q e relacionada com as distâncias entre P_1 e P_2. Portanto, a tensão elétrica é determinada pelo trabalho W, liberado no transporte de uma unidade de carga.

Obs.: A Tensão Elétrica E entre dois pontos é calculada pela razão entre o trabalho de transporte W e a carga transportada Q:

$$E = \frac{W}{Q}$$

Diferença de potencial - tensão elétrica

Se uma carga negativa Q_1 for transportada da placa metálica à esquerda até o ponto P_1, o trabalho gasto é armazenado na forma de energia potencial. Dizemos que entre as duas cargas separadas existe um potencial elétrico.

$$\text{Potencial Elétrico} = \frac{\text{Energia potencial } W_{p1}}{\text{Quantidade Carga}_{Q1}}$$

Se uma outra carga negativa Q_2 for transportada até o ponto P_2 , então o trabalho armazenado com energia potencial é sensivelmente maior do que no caso da carga Q_1. Freqüentemente costuma-se admitir, com a finalidade de comparação, que o potencial da Terra ou de um ponto qualquer de referência é zero.

Por exemplo, se um circuito elétrico está em contato com o chassi, então cada um dos pontos do circuito tem seu próprio potencial em relação ao chassi. Dois pontos que possuem potenciais diferentes apresentam uma diferença de potencial. A diferença de potencial é denominada tensão elétrica.

Logo, tensão = gasto de energia por unidade de carga.

Produção de tensão elétrica

A tensão elétrica se obtém por separação de cargas, isto é, os portadores de cargas elétricas positivas e negativas dos átomos eletricamente neutros devem ser separados entre si. Para a separação deve-se consumir trabalho. As tensões podem ser produzidas de diversas maneiras:

- Por ação química (elemento, acumulador)
- Por ação magnética (gerador)
- Por ação térmica (par termo-elétrico)
- Por ação luminosa (fotoelemento)
- Por ação de pressão sobre cristais (efeito piezo-elétrico)

Tensão normalizada

Os aparelhos elétricos são constituídos unicamente para tensões normalizadas. De acordo com a norma DIN 40001, devem ser utilizadas tensões contínuas e alternadas entre 1 e 100 Volts, cujos valores são iguais aos da série principal: 2, 4, 6, 12, 24, 40, 42, 60 e 80 Volts. Campos de aplicação: comunicações, instalações de baixa tensão, aparelhos eletromedicinais, carrinhos elétricos, etc. De preferência devem ser aplicadas como tensões industriais para instalações elétricas de alta tensão, tensões contínuas de 110, 220 e 440 Volts. Para estradas de ferro: 600, 750 1200, 1500 e 3000 Volts. Para instalações monofásicas com 16.1/2 Hz e trifásicas com 60 Hz, devem ser usadas principalmente: 127, 220, 380, 440, 6000, 15000, 30000, 60000, 100000 e 200000 Volts.

Unidade e símbolo da tensão elétrica

A maioria das unidades usadas na eletrotécnica é denominada pelo nome dos cientistas que se destacaram nos trabalhos em eletrotécnica. A unidade de tensão no sistema internacional de unidades é o Volt (símbolo: V).

Veja na tabela abaixo os prefixos para designar múltiplos e submúltiplos das unidades (válido para todas as unidades):

Tabela 5

T	Tera	10^{12}
G	Giga	10^{9}
M	Mega	10^{6}
K	Quilo	10^{3}
h	hecto	10^{2}
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	mili	10^{-3}
µ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

Tipos de tensões elétricas

De acordo com a forma de obtenção da tensão elétrica podemos ter tensões invariáveis no decorrer do tempo ou tensões que oscilam invertendo seu sinal ou oscilam variando somente sua amplitude. A tensão contínua normalmente é obtida em baterias, pilhas, estendendo-se também a denominação de tensão contínua para todo sinal em que não ocorra polaridade, embora seja um sinal pulsante.

Na tensão alternada existe a inversão da polaridade certo número de vezes em um determinado espaço de tempo, para essa característica define-se a freqüência do sinal.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}0166} = 60Hz \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}001} = 1000Hz \text{ ou } 1khz$$

Vmáx = 311 volts Vmáx = 24v

onde: T = período em segundo

f = freqüencia em seg^{1} ou hertz

V máx = tensão máxima em volts

Medida de tensão elétrica

Para a medida de tensões elétricas é utilizado um instrumento chamado "voltímetro". Ao ser medida uma tensão, o voltímetro deve ser conectado sempre em paralelo com a fonte geradora ou então com o consumidor. Ao ser medida uma tensão contínua, é necessário observar a correta polaridade das ligações do voltímetro.

A corrente elétrica

O movimento orientado das cargas elétricas denomina-se corrente elétrica. Os portadores de carga são: elétrons nos condutores elétricos, íons nos líquidos condutores e gases; elétrons e lacunas nos semicondutores.

Ligando por um fio metálico os fios A e B, nos quais existe uma diferença de número de elétrons, isto é, entre os quais existe uma tensão, os elétrons passam a fluir, ao longo do eixo do fio, da região com excesso de elétrons (-) para a região com falta de elétrons (+), até que se estabeleça o equilíbrio. Nesse instante a diferença de potencial é zero. Se os elétrons devem fluir ininterruptamente através do fio, então, a diferença de potencial entre A e B deve ser produzida continuamente por um gerador de tensão.

Sob ação de uma tensão, os elétrons são animados, além dos movimentos irregulares em ziguezague provocados pelo calor, por um movimento orientado num determinado sentido, na direção do eixo longitudinal do fio.

Enquanto os elétrons percorrem aproximadamente 100 km/s no seu movimento de ziguezague, no sentido longitudinal do fio eles percorrem apenas frações de milímetro.

A velocidade dos elétrons, por exemplo, num condutor de cobre, é igual a 0,3 mm/s. Para percorrer a distância entre São Paulo e Santos, um elétron levaria aproximadamente 6 anos. Apesar disso, uma lâmpada incandescente, mesmo depois de apagada por longo tempo, acende imediatamente ao se ligar o interruptor.

Explicação: nos fios, nos componentes condutores do interruptor e no filamento incandescente da lâmpada, existem inúmeros elétrons. Todos eles se põem imediatamente em movimento quando o interruptor é fechado. Os elétrons que penetram na ligação colidem com os elétrons imediatamente vizinhos. O choque propaga-se com grande velocidade até o último elétron, apesar dos primeiros elétrons terem se deslocado de uma distância muito pequena.

Leis básicas da corrente elétrica contínua

Para um circuito elétrico fechado são necessários uma fonte de tensão, um consumidor que opõe uma resistência à corrente elétrica e condutores elétricos para ligar o consumidor à fonte de alimentação. O circuito elétrico pode ser fechado, assim como interrompido por meio de um interruptor (chave). Os pontos de ligação de fonte de tensão denominam-se pólos. Como no pólo negativo existe excesso de elétrons, e no pólo positivo falta de elétrons, então os elétrons fluem do pólo negativo, através do condutor, do consumidor e do interruptor fechado, seguindo pelo condutor de retorno, para o pólo positivo da fonte. Dentro da fonte de tensão, os elétrons fluem do pólo positivo para o pólo negativo. O valor da corrente é o mesmo no circuito inteiro. Por isso, um medidor de corrente pode ser intercalado em qualquer ponto de circuito.

Um caminho da corrente elétrica que se fecha entre si mesmo é definido como circuito elétrico, pois o círculo é o melhor exemplo para um caminho fechado em si mesmo. As partes de um circuito elétrico são denominadas ramos de um circuito.

Os portadores de carga negativa (elétrons) movimentam-se quando o interruptor é fechado, do pólo negativo para o pólo positivo. Esse é o sentido de fluxo dos elétrons. Além dos portadores de carga negativa, existem também os portadores de carga positiva, cujo sentido de movimento, por exemplo, num acumulador, é do pólo positivo para o negativo. Antes que a física descobrisse a existência dos elétrons, a direção da corrente estava baseada nos portadores de carga positiva.

À corrente elétrica, opõem-se, num circuito, resistências de diversas magnitudes (resistência do condutor, do consumidor, etc). A grandeza da corrente elétrica é portanto influenciada pela grandeza da resistência e pela tensão elétrica.

Unidade e símbolo da corrente elétrica

A intensidade da corrente elétrica é dada pelo número de elétrons que fluem, por segundo, através de um condutor. A unidade fundamental da corrente é o Ampere (símbolo A). Para a corrente de intensidade de 1A, através da seção transversal de um condutor, fluem aproximadamente 6,25 trilhões de elétrons por segundo.

Definição oficial**:** a unidade fundamental de 1A é a intensidade da corrente elétrica constante com o tempo, que fluindo através de dois condutores retilíneos e paralelos, de comprimento infinito

e seção circular infinitamente pequena, distanciados de 1 metro, produz entre esses condutores, em cada metro de comprimento, uma força eletrodinâmica de 2×10^{-7} Newton (N). O símbolo da corrente é a letra latina I. Os valores instantâneos da corrente são representados pela letra minúscula (i).

Tipos de corrente elétrica

- Corrente contínua: é uma corrente que, ao longo do tempo, não sofre variações de intensidade nem inversão de polaridade.
- Corrente alternada: é uma corrente que, ao longo do tempo, varia de intensidade e sofre constantes inversões de polaridade.
- Corrente pulsante: ao longo do tempo, somente sofre variações de intensidade, porém conserva a mesma polaridade.

Perigos da corrente elétrica

CORRENTES ACIMA DE 50 mA (0,05 A) SÃO PERIGOSAS PARA O HOMEM, SE O PERCURSO DA MESMA PASSAR ATRAVÉS DO CORAÇÃO.

O corpo humano e o corpo dos animais são condutores elétricos. A corrente pode produzir queimaduras e espasmo musculares. Se a corrente flui através do coração se produz a denominada "fibrilação dos ventrículos do coração". As conseqüências disso são a paralisação do coração e da respiração. Portanto, na prática é necessário observar as medidas de proteção a fim de evitar acidentes.

Ação da corrente no homem:

0,3 mA	limite da sensibilidade
1 mA	susto
10 mA	espasmo muscular
30 mA	o homem fica inconsciente
50 mA	fibrilação dos ventrículos do coração

Para a medição de correntes elétricas, é utilizado um instrumento chamado "amperímetro".

Outra característica importantíssima da tensão alternada é a freqüência f. A freqüência é definida como o número de ciclos realizados em um segundo. Como a duração de cada ciclo é T, temos:

$$f.T = 1 \text{ ou } f = 1/T$$

A unidade de freqüência é o Hz (Hertz) e assim, em termos de unidade, temos:

$$Hz = 1/S$$

O valor máximo da tensão (E_{mx}) é também conhecido como valor de pico (E_p). A amplitude total do valor máximo negativo da tensão ao seu máximo positivo é conhecida como valor de pico a pico da tensão (E_{pp}) e temos:

$$E_{pp} = 2.\ E_p = 2.\ E_{mx}$$

Para especificar a magnitude de uma tensão alternada, não se usa o valor de pico E_p, mas sim um valor que tem o mesmo efeito que uma tensão contínua de mesmo valor nominal. Esse valor é chamado de valor eficaz ou valor r.m.s. (root medium square) da tensão alternada. É representado por E e f, sendo dado por:

$$E_{ef} = E_{mx} / \sqrt{2}$$

Por exemplo, uma tensão "e" alternada cujo valor eficaz é 110V causa a mesma dissipação numa resistência ôhmica que uma tensão contínua de 110V. Inclusive os aparelhos de medida de tensão (e corrente) alternada fornecem a leitura em valores eficazes. A tensão alternada "e", sendo senoidal, pode ser expressa por:

$$e = E_{mx}.\text{sen}$$

Onde "e" representa o valor instantâneo da tensão alternada e alfa o ângulo de fase ou simplesmente fase. O ângulo de fase alfa pode ser dado em função da velocidade angular w (ou pulsação) com que a bobina gira no campo magnético:

$$\alpha = \omega.t$$

$$e = E_{mx}\ \text{sen}\omega t$$

A velocidade angular w é dada em radianos por segundo (rd/s), podendo ser dada em função da freqüência:

$$\omega = 2\pi.f = 2\pi/T$$

$$e = E_{mx}\ \text{sen}2\pi.f.t$$

$$e = (E_{mx}\ \text{sen}2\pi/T).t$$

Condutores e isolantes elétricos

• Condutores elétricos: são substâncias nas quais os elétrons livres encontram pouca resistência no sentido de seu movimento ordenado. Essas substâncias "conduzem" a corrente elétrica. A essas pertencem: prata, cobre, alumínio e aço. Nas ligas metálicas, os elétrons conseguem mover-se apenas com dificuldade, pois os átomos dos diferentes metais intercalam-se.

• Isolantes elétricos: são substâncias que possuem poucos elétrons livres. Esses elétrons são tão poucos que o seu movimento pode ser constatado apenas com grande dificuldade. Aos isolantes pertencem: borracha, PVC, porcelana, etc. Por meio dos isolantes, os condutores elétricos podem ser separados do meio no qual se encontram, ou como diz o técnico, podem ser "isolados". Eles cuidam para que a corrente elétrica não saia do caminho pré-estabelecido. Nos condutores nus, essa tarefa é desempenhada pelo ar.

Isolantes ideais não possuem elétrons livres (p.ex: hélio ou hidrogênio em zero absoluto). Também o espaço vazio (vácuo) é um isolante absoluto, pois ele não contém elétrons. Entretanto, pode ser percorrido por elétrons que nele são injetados (válvulas eletrônicas, tubos de televisão, etc.).

Entre os condutores e os isolantes situam-se os semicondutores.

•Semicondutores: são substâncias que no estado puro e em zero absoluto de temperatura (-273,15ºC) são isolantes ideais; no estado puro e a 20ºC são maus condutores. Aumentam a sua condutividade ao serem misturados com outras substâncias, e com aumento de temperatura. A esse grupo pertencem: selênio, germânio e silício. Com eles fabricam-se retificadores, transistores, tirístores, etc.

Carga elétrica

A grandeza elétrica mais elementar é a carga elétrica. Um dos primeiros fatos ao estudarmos os efeitos das cargas elétricas é que essas cargas são de dois tipos diferentes. Esses tipos são arbitrariamente chamados positivos (+) e negativos (-). O elétron, por exemplo, é uma partícula carregada negativamente. Um corpo descarregado possui o mesmo número de cargas positivas e negativas. Um corpo está carregado positivamente quando existe uma deficiência de elétrons e lima carga negativa significa um excesso de elétrons.

A carga elétrica é representada pela letra Q e medida em Coulombs (abreviado C). A carga de um elétron é $-1,6 \times 10^{-19}$ C, ou seja, um Coulomb equivale à carga aproximada de $6,25 \times 10^{18}$ elétrons.

Um dos efeitos mais significativos de uma carga elétrica é que ela pode produzir uma força. Especificamente, uma carga repelirá outras cargas de mesmo sinal e atrairá cargas de sinal contrário como apresenta a figura abaixo. Deve-se notar que a força de atração ou de repulsão é sentida de modo igual pelos dois corpos ou partículas carregados.

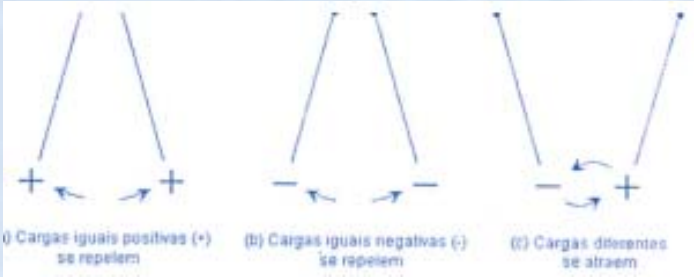


fig. 15 - Força entre cargas

Existe uma região de influência em tomo de uma carga elétrica tal que uma força se tornará tanto menor quanto mais afastada estiver a carga. Uma região de influência como essa é chamada "campo". O campo estabelecido pela presença de cargas elétricas é chamado de Campo Elétrico E. Quando as cargas elétricas estão em repouso, esse campo será chamado de Campo Eletrostático.

O Campo Elétrico pode ser representado por linhas de campo radiais orientadas e a sua unidade é o Newton/Coulomb (N/C). Se a carga for positiva, o campo é divergente, isto é, as linhas de campo saem da carga e,) se a carga for negativa, o campo é convergente, isto é, as linhas de campo chegam à carga conforme mostra a figura 16.

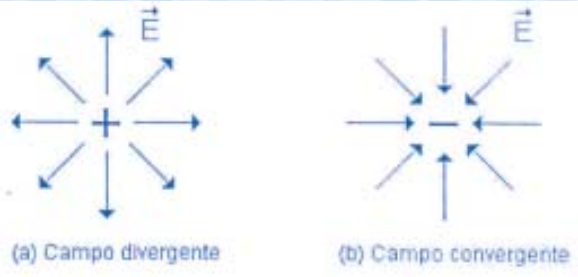


fig. 16 - Linhas de campo.

Quando duas cargas de sinais contrários estão próximas, as linhas de campos convergem da carga positiva para a carga negativa, conforme a figura 17. Em cargas próximas de mesmo sinal as linhas de campo se repelem, figuras 18 e 19.

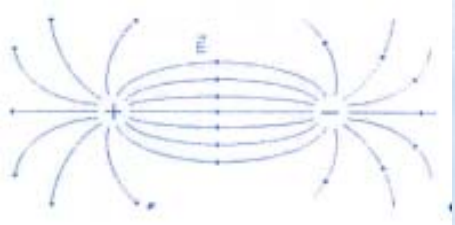


fig. 17 - Linhas de campo entre cargas de sinais contrários.

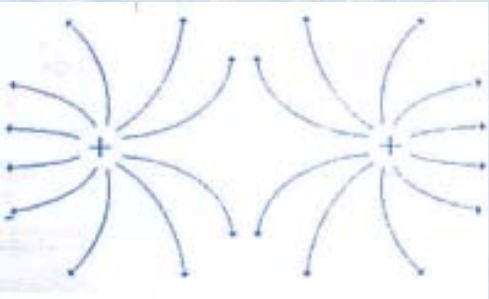


fig. 18 - Linhas de campo entre cargas positivas.

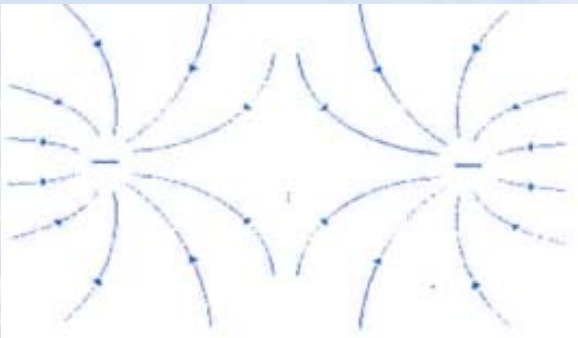
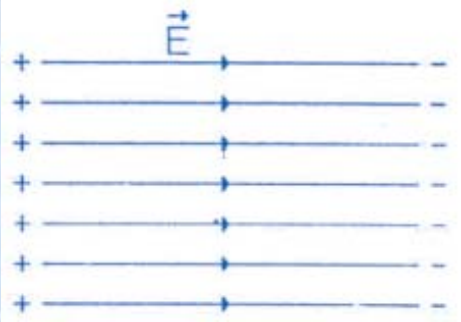


fig. 19 - Linhas de Campo entre cargas negativas.

Quando duas placas paralelas são eletrizadas com cargas de sinais contrários, surge entre elas um Campo Elétrico uniforme, caracterizado por linhas de campo paralelas.



Fig, 20 - Linhas de campo entre duas placas paralelas eletrizadas com cargas contrárias.

A expressão matemática do Campo Elétrico é dada por:

$$E = K.Q \ / \ d^2$$

onde:

K = $9x10^9 N.m^2/C^2$ (no vácuo e no ar)

Q = módulo da carga elétrica, em Coulomb [C]

d = distância, em metro [m]

Uma carga Q colocada em um Campo Elétrico uniforme ficará sujeita a uma força F, cuja unidade de medida é Newton (N) e cujo módulo é:

$$F = Q.E$$

onde: Q = módulo da carga elétrica em Coulomb (C)

E = módulo do Campo Elétrico em Newton/Coulomb (N/C)

A amplitude da força entre duas partículas carregadas é proporcional ao produto cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Isto é, a força F entre duas partículas carregadas com cargas Q I e Q2 é dada por:

$$F = K \frac{Q1..Q2}{d^2}$$

onde: d é a distância entre as cargas e k é uma constante que depende das unidades usadas e do meio que envolve as cargas. Essa equação é conhecida como Lei de Coulomb ou Lei do Inverso do Quadrado.

Força entre cargas de sinais contrários:

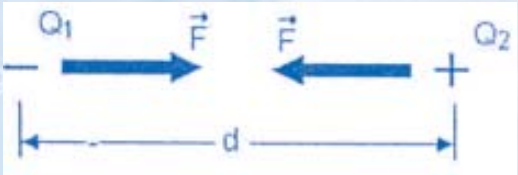


fig. 22

Força entre cargas de sinais iguais:

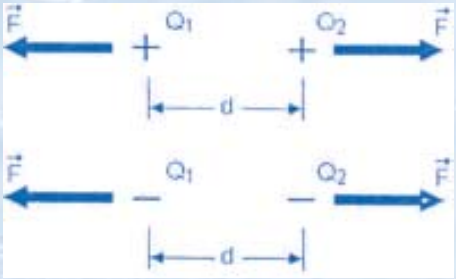


fig. 23

Potencial Elétrico

Dizer que uma carga elétrica fica sujeita a uma força quando está numa região submetida a um Campo Elétrico, significa dizer que, em cada ponto dessa região, existe um potencial para a realização de trabalho. O Potencial Elétrico (V) é expresso em Volts e é dado pela expressão:

$$V = \frac{k \cdot Q}{d}$$

O potencial elétrico é uma grandeza escalar, podendo ser positivo ou negativo, dependendo do sinal da carga elétrica. Pela expressão acima, podemos verificar que o potencial em uma superfície onde todos os pontos estão a uma mesma distância da carga geradora, possui sempre o mesmo valor. Essas superfícies são denominadas de *superfícies equipotenciais.*

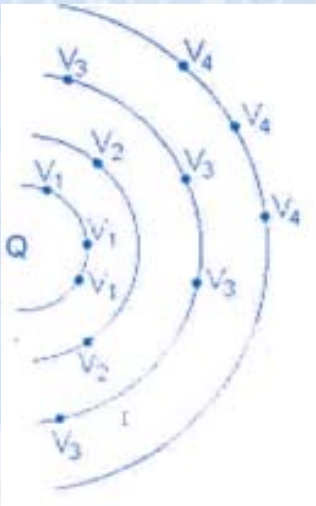


fig. 25 - Superfícies equipotenciais.

Corrente Elétrica

Usualmente estamos mais interessados em cargas em movimento do que cargas em repouso, devido à transferência de energia que pode estar associada às cargas móveis. Estamos particularmente interessados nos casos em que o movimento de cargas esteja confinado a um caminho definido formado de materiais como cobre, alumínio, etc., devido a serem bons condutores de eletricidade. Em contraste, podemos utilizar materiais mal condutores de eletricidade chamados de isoladores, para confinar a eletricidade a caminhos específicos formando barreiras que evitam a fuga das cargas elétrica. Os caminhos por onde circulam as cargas elétricas são chamados de circuitos.

Aplicando uma diferença de potencial num condutor metálico, os seus elétrons livres movimentam-se de forma ordenada no sentido contrário ao do Campo Elétrico. O movimento da carga elétrica é chamado de corrente elétrica. A intensidade I da corrente elétrica é a medida da quantidade de carga elétrica Q (em *Coulombs*) que atravessa a seção transversal de um condutor por unidade de tempo t (em segundos). A corrente tem um valor constante dado pela expressão:

$$I = \frac{\text{carga em coulombs}}{\text{tempo}} = \frac{Q}{t}$$

A unidade de corrente é o A (Ampere). Existe 1 Ampere de corrente quando as cargas fluem na razão de 1 Coulomb por segundo. Devemos especificar tanto a intensidade quanto o sentido da corrente.

Exemplo: Se a carga que passa pela lâmpada do circuito da figura 21 é de 14 Coulombs por segundo, qual será a corrente:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{14 \text{ coulombs}}{1 \text{ segundo}} = 14A$$

Em uma corrente contínua, o fluxo de cargas é unidirecional para o período de tempo em consideração. A figura 18, por exemplo, mostra o gráfico de uma corrente contínua em função do tempo; mais especificamente, mostra uma corrente contínua constante, pois sua intensidade é constante, de valor I.

Em uma corrente alternada as cargas fluem ora num sentido, ora noutro, repetindo esse ciclo com uma freqüência definida, como mostra a figura 19.

fig. 18 - Corrente contínua

fig. 19 - Corrente alternada

A utilidade prática de uma corrente contínua ou alternada é o resultado dos efeitos por ela causados. Os principais fenômenos que apresentam uma grande importância prática e econômica são:

1 - Efeito Térmico (Joule): quando flui corrente através de um condutor, há produção de calor. Esse fenômeno será estudado na Lei de Ohm. - ***Aplicações: chuveiro elétrico, ferro elétrico.***

2 - Efeito Magnético (Oersted): nas vizinhanças de um condutor que carrega uma corrente elétrica, forma-se um segundo tipo de campo de força, que fará as forças serem exercidas sobre outros elementos condutores de corrente ou sobre peças de ferro. Esse campo chama-

do de Campo Magnético coexiste com o Campo Elétrico causado pelas cargas. Esse fenômeno é o mesmo que ocorre na vizinhança de um imã permanente. - ***Aplicações: telégrafo, relé, disjuntor.***

3 - Efeito Químico: quando a corrente elétrica passa por soluções eletrolíticas, ela pode separar os íons. - ***Aplicações: Galvanoplastia (banhos metálicos).***

4 - Efeito Fisiológico: efeito produzido pela corrente elétrica ao passar por organismos vivos.

Corrente Elétrica Convencional: nos condutores metálicos, a corrente elétrica é formada apenas por cargas negativas (elétrons) que se deslocam do potencial menor para o maior. Assim, para evitar o uso freqüente de valor negativo para corrente, utiliza-se um sentido convencional para ela, isto é, considera-se que a corrente elétrica num condutor metálico seja formada por cargas positivas, indo porém do potencial maior para o menor.

Em um circuito, indica-se a corrente convencional por uma seta, no sentido do potencial maior para o menor como mostra a figura, em que a corrente sai do pólo positivo da fonte (maior potencial) e retoma ao seu pólo negativo (menor potencial).

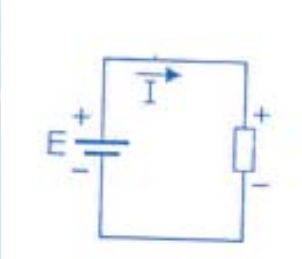


fig. 20 - Sentido da corrente convencional.

Exemplos:

1 - Qual a intensidade da corrente elétrica que passa pela seção transversal de um fio condutor, sabendo-se que uma carga de 3600mC leva 12 segundos para atravessá-la?

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{3600 \,.\, 10^{-6}C}{12s} = 300\mu A$$

2 - Pela seção transversal de um fio condutor passou uma corrente de 2mA durante 4,5 segundos. Quantos elétrons atravessaram essa seção nesse intervalo de tempo?

Potência e energia elétrica

A expressão W = E·Q exprime o trabalho realizado ou a energia transferida num circuito ou numa parte de um circuito elétrico, pelo produto da tensão pela carga.

Se o trabalho é realizado a uma velocidade constante e a carga total Q sofre uma variação de potencial de *E* Volts, em *t* segundos, então a potência ou o trabalho por unidade de tempo é:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E.Q}{t} \text{ watts ou joule / segundo}$$

Do ponto de vista prático, interessa-nos mais a corrente do que a carga.

Utilizando a equação I = Q/T, obtém-se uma forma mais útil para a equação P = (E·Q)/T, que é:

$$\text{Como } I = \frac{Q}{T}, \Rightarrow P = E.I \text{ watts}$$

Se *E* e *I* são constantes num intervalo de tempo de t segundos, a energia total eliminada ou absorvida é:

W = E.I.t watt-segundo ou Joules

Até agora já foram introduzidas as grandezas elétricas principais com as quais estaremos tratando. Um resumo delas está apresentado na tabela 6, juntamente com suas unidades de medida e abreviaturas mais usadas. Para alguns propósitos, essas unidades são inconvenientemente pequenas ou grandes. Para expressar unidades maiores ou menores, usa-se uma série de prefixos juntamente com o nome da unidade básica, evitando-se assim uma aglomeração de zeros antes ou depois da vírgula decimal. Esses prefixos, com suas abreviaturas, foram apresentados anteriormente na tabela 4.

Tabela 6 - **Resumo das principais grandezas elétricas**

Grandeza Elétrica	Símbolo	Unidades (Sistema MKS)	Equação de Definição	Análogo Mecânico	Análogo Hidráulico
Carga	Q	Coulomb (C)	....	Posição	Volume
Corrente	I	Ampère (A)	I=Q/T	Velocidade	Fluxo
Tensão	E ou V	Volt (V)	E=W/Q	Força	Altura ou Pressão
Potência	P	Watt (W)	P=E.I	Potência	Potência
Energia ou Trabalho	W	Joule(J) ou Watt-segundo (W.s)	W=P.t	Energia ou trabalho	Energia ou trabalho

Resistores e códigos de cores

Os resistores são componentes que têm por finalidade oferecer uma oposição (resistência) à passagem de corrente elétrica, através de seu material. A essa oposição damos o nome de resistência elétrica, que possui como unidade o ohm (**Ω**).

A resistência de um condutor qualquer depende da resistividade do material, do seu comprimento e da sua área da seção transversal, de acordo com a fórmula:

$$R = p.\ (l / A)$$

onde: R = resistência do condutor, ohm [Ω]

l = comprimento do condutor, metro [m]

A = área da seção transversal, CM

p = resistividade, CM·Ω/m

Outro fator que influencia na resistência de um material é a temperatura. Quanto maior a temperatura do material, maior é a sua agitação molecular. Devido a essa maior agitação molecular os elétrons terão mais dificuldade para passar pelo condutor.

Os resistores são classificamos em dois tipos: fixos e variáreis. Os resistores fixos são aqueles cujo valor da resistência não pode ser alterada, enquanto que os variáveis podem ter sua resistência modificada dentro de uma faixa de valores, através de um curso r móvel.

Os resistores fixos são especificados por três parâmetros:

1 - O valor nominal da resistência elétrica.

2 - A tolerância, ou seja, a máxima variação em porcentagem do valor nominal.

3 - A sua máxima potência elétrica dissipada.

A sua tensão nominal é de 100 Ω

A sua tolerância é de 5%, isso é, o seu valor nominal pode ter uma diferença de até 5% para mais ou para menos do seu valor nominal. Como 5% de 100Ω é igual a 5Ω, o menor valor que esse resistor pode ter é 95Ω, e o maior valor é 105Ω.

Esse componente pode dissipar uma potência de até 0,33 watts.

Dentre os tipos de resistores fixos, destacamos os de fio, de filme de carbono e o de filme metálico.

• Resistor de fio: consiste basicamente em um tubo cerâmico, que servirá de suporte para enrolarmos um determinado comprimento de fio, de liga especial, para obter-se o valor de resistência desejado. Os terminais desse fio são conectados às braçadeiras presas ao tubo. Além desse, existem outros tipos construtivos, conforme mostra a figura 26.

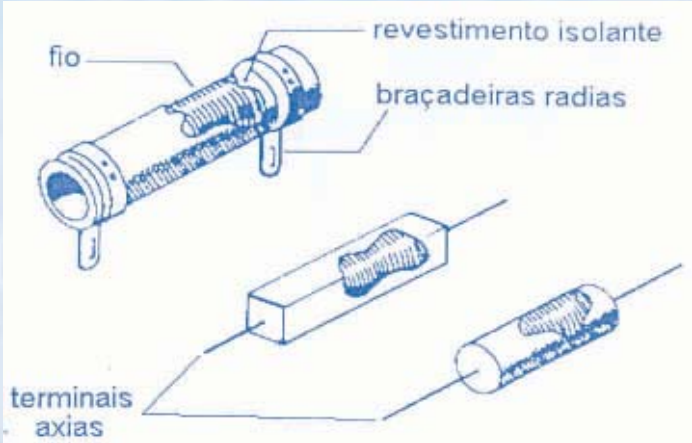


fig. 26 - Resistores de fio.

Os resistores de fio são encontrados com valores de resistência de alguns ohms até alguns kilo-ohms, e são aplicados onde se exige altos valores de potência, acima de 5 W, sendo suas especificações impressas no próprio corpo.

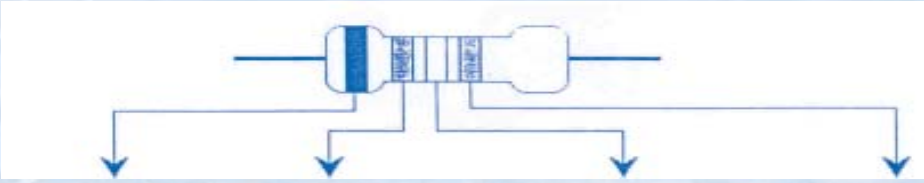
• Resistor de filme de carbono (de carvão): consiste de um cilindro de porcelana recoberto por um filme (película) de carbono. O valor da resistência é obtido mediante a formação de um sulco, transformando a película em uma fita helicoidal, sobre a qual é depositada uma resina protetora que funciona como revestimento externo. Geralmente esses resistores são pequenos, não havendo espaço para impressão das suas especificações, por isso são impressas faixas coloridas sobre o revestimento para a identificação do seu valor nominal e da sua tolerância. A sua dimensão física identifica a máxima potência dissipada.

fig. 27 - Resistor de filme de carbono.

•Resistor de filme metálico: sua estrutura é idêntica ao de filme de carbono. A diferença é que esse utiliza liga metálica (níquel-cromo) para formar a película, obtendo valores mais precisos de resistência, com tolerâncias de 1 % a 2%.

O custo dos resistores está associado a sua tolerância, sendo que resistores com menores tolerâncias têm custo mais elevado. Um bom projeto eletrônico deve considerar a tolerância dos resistores a fim de diminuir o seu custo final.

O código de cores utilizado nos resistores de película é visto na tabela 7.



cor	1ª faixa 1º Algarismo	2ª faixa 2º Algarismo	3ª faixa fator Multiplicador	4ª faixa Tolerância
preto	0	0	$x10^0$	---
marron	1	1	$x10^1$	±1%
vermelho	2	2	$x10^2$	±2%
laranja	3	3	$x10^3$	---
amarelo	4	4	$x10^4$	---
verde	5	5	$x10^5$	5
azul	6	6	$x10^6$	---
violeta	7	7	---	---
cinza	8	8	---	---
branco	9	9	---	---
ouro	---	---	$x10^{-1}$	±5%
prata	---	---	$x10^{-2}$	±10%

Tabela 7 - Código de cores

Sendo:

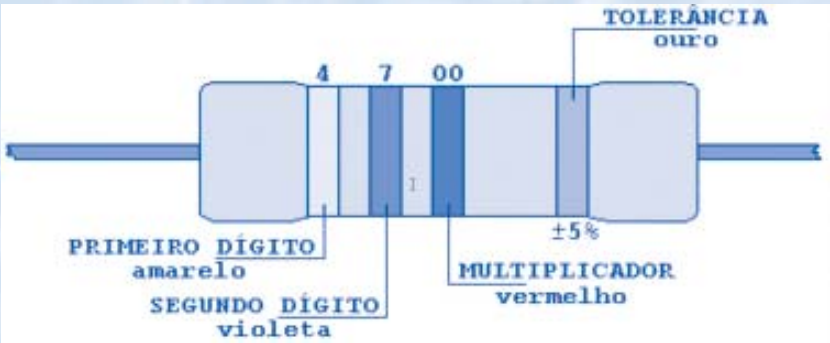


fig. 28

Observações:

1 - A ausência da faixa de tolerância indica que essa é de ± 20%

2 - Para os resistores de precisão, encontramos cinco faixas, onde as representam o primeiro, segundo e terceiro algarismo significativos respectivamente, e as demais fator multiplicativo e tolerância.

1- SÉRIE: 5%, 10% E 20% DE TOLERÂNCIA											
10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	58	82

2- SÉRIE: 2% E 5% DE TOLERÂNCIA											
10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30
33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91

3- SÉRIE: 1% DE TOLERÂNCIA											
100	102	105	107	110	113	115	118	121	124	127	130
133	137	140	143	147	150	154	158	162	165	169	174
178	182	187	191	196	200	205	210	215	221	226	232
237	243	249	255	261	267	274	280	287	294	301	309
316	324	332	340	348	357	365	374	383	392	402	412
422	432	442	453	464	475	487	499	511	523	536	549
562	576	590	604	619	634	649	665	681	698	715	732
750	766	787	806	825	845	856	887	909	931	953	976

Tabela 8 - Valores padronizados para resistores de película.

Simbologia:

Os símbolos de resistência elétrica utilizados em circuitos são mostrados na figura 29.

fig. 29 - Simbologia para resistores fixos.

Resistências Variáveis: a resistência variável é aquela que possui uma haste variável para o ajuste manual da resistência. Comercialmente, podem ser encontrados diversos tipos de resistências variáveis, tais como os potenciômetros de fio e de carbono (com controle rotativo e deslizante), trimpot, potenciômetro multivoltas (de precisão), reostato (para altas correntes) e a década resistiva (instrumento de laboratório).

Os símbolos usuais para essas resistências variáveis estão mostrados na figura 30:

fig. 30 - Simbologia para resistores variáveis.

As resistências variáveis possuem três terminais. A resistência entre as duas extremidades é o seu valor nominal (RN) ou resistência máxima, sendo que a resistência ajustada é obtida entre uma das extremidades e o terminal central, que é acoplado mecanicamente à haste de ajuste, conforme mostra a figura 31.

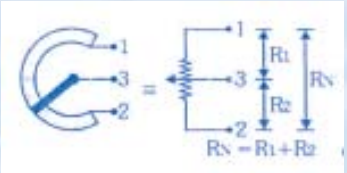


fig. 31

A resistência variável, embora possua três terminais, é também um bipolo, pois, após o ajuste, ele se comporta com um resistor de dois terminais como o valor desejado.

Uma resistência variável pode ser linear, logarítmica, exponencial ou outra, conforme a variação de seu valor em função da haste de ajuste.

Os gráficos da figura 32 mostram a diferença de comportamento da resistência entre um potenciômetro rotativo linear e um potenciômetro rotativo logarítmico.

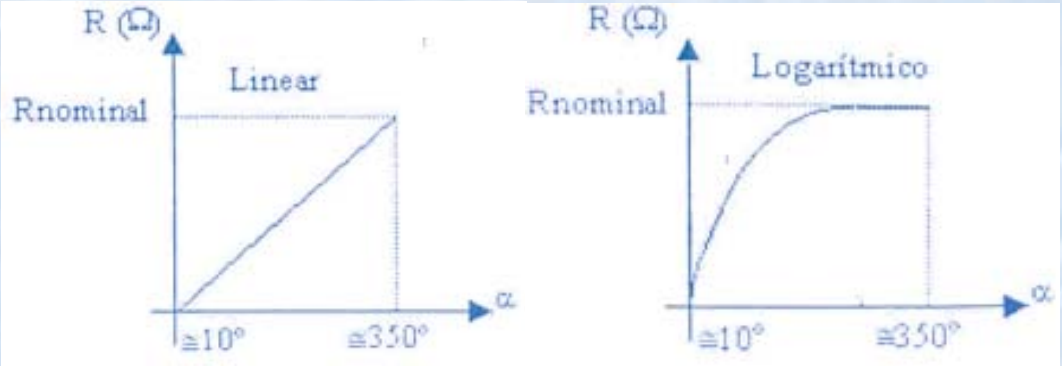


fig. 32 - Curvas de um potenciômetro linear e um logaritmo.

Leis de Ohm

A primeira Lei de Ohm diz: *"A tensão aplicada através de um bipolo ôhmico é igual ao produto da corrente pela resistência".*

Essa afirmação resulta em três importantes equações que podem ser utilizadas para calcular qualquer um dos três parâmetros – voltagem, corrente e resistência - a partir de dois parâmetros. Essa lei é representada pela expressão: **V = R.I**

onde:	V	=	tensão aplicada, Volts (V)
	R	=	resistência elétrica, ohm (Ω)
	I	=	intensidade de corrente, Ampere (A)

Levantando-se experimentalmente a curva da tensão em função da corrente para um bipolo ôhmico, teremos uma característica linear, conforme a figura 33:

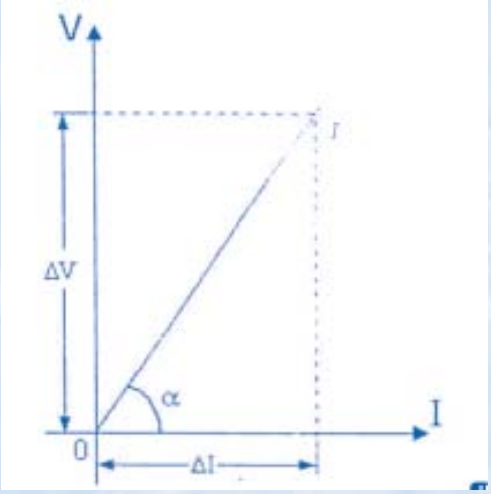


fig. 33 - Curva característica de um bipolo ôhmico.

Dessa curva, temos $tg\ \alpha$ = "V / "I, onde concluímos que a tangente do ângulo representa a resistência elétrica do bipolo, portanto podemos escrever que: $tg\ \alpha = R$.

Note-se que o bipolo ôhmico é aquele que segue essa característica linear, sendo que qualquer outra não linear corresponde a um bipolo não ôhmico.

Para levantar a curva característica de um bipolo, precisamos medir a intensidade de corrente que o percorre e a tensão aplicada aos seus terminais, para isso montamos o circuito da figura 34, onde utilizamos como bipolo um resistor R.

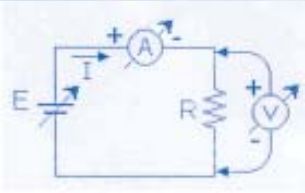


fig. 34 - Circuito para levantar a característica de um bipolo ôhmico.

O circuito consiste de uma fonte variável, alimentando o resistor R. Para cada valor de tensão ajustado, teremos um respectivo valor de corrente, que colocamos numa tabela possibilitando o levantamento da curva, conforme mostra a figura 35.

V(V)	I(mA)
0	0
2	20
4	40
6	60
8	80
10	100

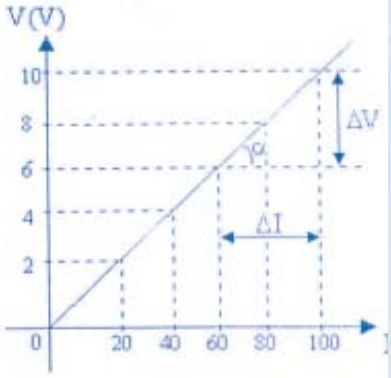


fig. 35 - Tabela e curva característica do bipolo ôhmico

Da curva temos:

$$tg\alpha = R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{10-6}{(100 - 60).\ 10^{-3}} = 100\Omega$$

Potência Elétrica

Aplicando-se uma tensão aos terminais de um resistor, estabelecer-se-á uma corrente, que é o movimento de cargas elétricas através deste. O trabalho realizado pelas cargas elétricas em um determinado intervalo de tempo gera uma energia que é transformada em calor por Efeito Joule e é definida como Potência Elétrica. Numericamente, a potência é igual ao produto da tensão e da corrente, resultando em uma grandeza cuja unidade é o Watt (W). Assim sendo, podemos escrever: $T/\Delta\tau = P = V.I$

onde:	T	=	trabalho
	$\Delta\tau$	=	intervalo de tempo (s)
	P	=	potência elétrica (W)

Utilizando a definição da potência elétrica juntamente com a Lei de Ohm obtemos outras relações usuais:

$$P = V.I \qquad V = R.I$$

Substituindo, temos:

$$P = R.I.I \quad \therefore\ P = R.I^2$$

Analogamente:

$$I = V/P \Rightarrow P = V\ .\ V/R \quad \therefore \quad P = V^2/R$$

O efeito térmico, produzido pela geração de potência, é aproveitado por inúmeros dispositivos, tais como: chuveiro, secador, ferro elétrico, soldador, etc. Esses dispositivos são construídos basicamente por resistências, que, alimentadas por tensões e conseqüentemente percorridas por correntes elétricas, transformam energia elétrica em térmica.

Lei de Kirchhoff

Essas leis são baseadas no Princípio da conservação de energia, no Princípio de quantidade de carga elétrica e no fato de que o potencial volta sempre ao seu valor original depois de uma volta completa por uma trajetória fechada.

1ª Lei de Kirchhoff das correntes (Kirchhoff Current Law - KCL):

A soma algébrica das correntes que entram num nó é nula em qualquer instante de tempo t e não se acumula carga no nó.

2ª Lei de Kirchhoff das tensões (Kirchhoff Voltage Law - KVL):

A soma algébrica das quedas de tensão ao longo de qualquer caminho fechado é nula em qualquer instante de tempo.

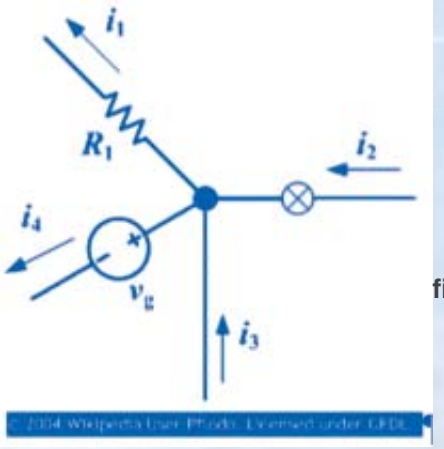


fig. 39

CIRCUITOS ELÉTRICOS

É o caminho que a corrente elétrica percorre através de um fio condutor, quando sai de um potencial mais alto (pólo positivo de uma bateria), passa por um consumidor (lâmpada, motor, resistor, etc.) e volta para um potencial mais baixo (pólo negativo). A representação esquemática do circuito elétrico recebe o nome de diafragma elétrico.

No circuito elétrico dos automóveis, a corrente elétrica tem a particularidade de, após passar pelos consumidores, retomar ao pólo negativo da bateria através do chassi. O pólo negativo da bateria está ligado ao chassi por intermédio de um cabo condutor. Essa ligação recebe o nome de *terra* do circuito.

Circuitos elétricos básicos

A) CIRCUITO COM RESISTORES LIGADOS EM SÉRIE

Um circuito elétrico que possui resistências ligadas uma em seguida à outra recebe o nome de circuito em série, no qual a corrente segue apenas um caminho entre o pólo positivo e o negativo.

fig. 40

Obs.: Todo equipamento que consome energia elétrica e restringe a passagem de corrente é considerado um resistor. O valor da corrente i, em um circuito com resistores ligados em série, é igual em qualquer ponto do circuito, mesmo que existam componentes de diversas resistências. Se houver rompimento do fio condutor em qualquer trecho, não haverá passagem de corrente. Por esse motivo, os fusíveis são instalados em série com o componente a ser protegido, pois, se houver um aumento na passagem de corrente elétrica, o fusível desconecta a ligação em série, protegendo o componente.

fig. 41 - O circuito está interrompido, devido *ao* rompimento do condutor no interior do fusível.

Medida da tensão em um circuito em série

Se num circuito em série, alimentado por uma bateria de 12 Volts, for instalada uma lâmpada de 12 Volts, a lâmpada funcionará plenamente. Porém, se no mesmo circuito, forem instaladas duas lâmpadas idênticas de 12 Volts, as lâmpadas acenderão com baixa intensidade. Como são lâmpadas idênticas, cada uma receberá seis Volts.

fig. 42

A queda da intensidade de luz será maior se colocarmos três lâmpadas de 12 Volts ligadas em série, pois a tensão que cada lâmpada irá receber será de quatro Volts.

fig. 43

Se em um circuito em série, alimentado por uma bateria de 12 Volts, forem instaladas doze lâmpadas de 1 Volt cada, a intensidade luminosa de cada lâmpada será plena. É o caso da iluminação de uma árvore de Natal, onde, geralmente, as lâmpadas estão associadas em série. Então, em um circuito elétrico de componentes dispostos em série, a soma das tensões em cada componente do circuito é igual à tensão da fonte de alimentação (bateria).

Medida da resistência equivalente em um circuito em série

Para medir a resistência em cada componente, deve ser usado o ohmímetro. A instalação do ohmímetro é idêntica à do voltímetro, tendo-se o cuidado para que nunca seja ligado em um circuito com corrente elétrica. A resistência equivalente, de um circuito em série, é igual à soma das resistências de cada componente.

fig. 44

A resistência equivalente do circuito também poderia ser encontrada posicionando-se os terminais do ohmímetro como a seguir:

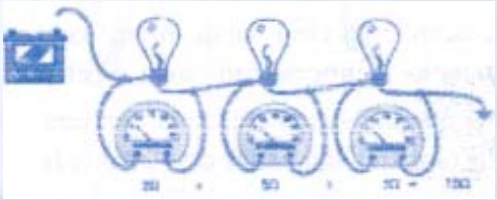


fig. 45

Cálculo da corrente em um circuito em série (aplicação da lei de Ohm)

Para calcular o valor da corrente total consumida em um circuito em série, proceda da seguinte maneira:

Se for conhecido o valor da resistência equivalente, substitua na equação V = R.I, sendo:

V (tensão), R (resistência) e I (corrente), usando o valor de tensão da bateria.

$$I = V/R = I = 12/15 = 0{,}8A$$

Um outro modo de calcular a corrente nesse circuito é conhecer a resistência e a tensão aplicadas em uma das lâmpadas. O valor da corrente elétrica deve ser o mesmo que o encontrado acima.

$$I = V/R = I = 4/5 = 0{,}8A$$

O valor da corrente encontrado acima pode ser medido usando-se o amperímetro. A instalação do amperímetro é feita em série com o circuito, como demonstrado na figura abaixo.

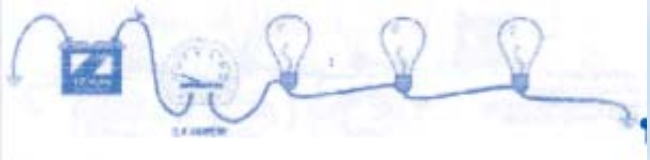


fig.46

O valor da corrente encontrado pelo amperímetro independe do local de sua instalação, pois o valor da corrente é a mesma em todo o circuito.

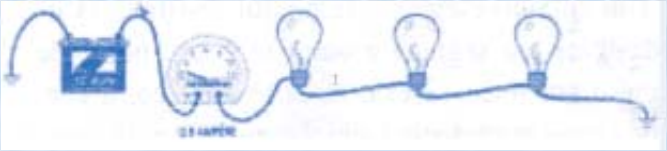


fig. 47

B) CIRCUITO COM RESISTORES LIGADOS EM PARALELO

Um circuito elétrico que oferece mais de um caminho à passagem da corrente elétrica é chamado circuito em paralelo. A disposição das resistências elétricas é mostrada na figura abaixo.

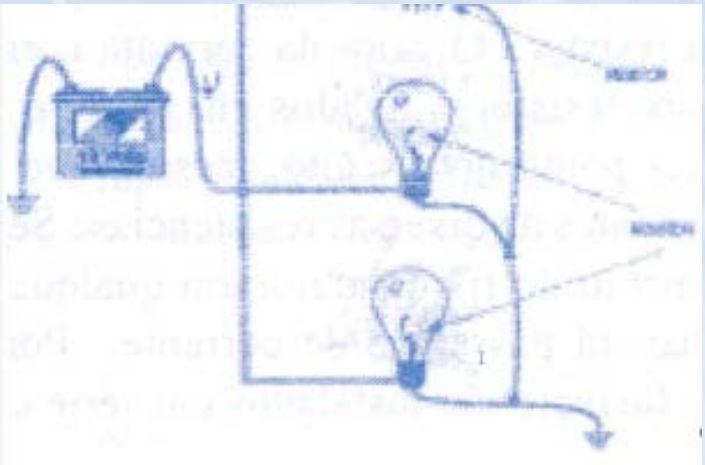


fig. 48

Quando lâmpadas em conjunto estão ligadas em paralelo, recebem a mesma tensão; portanto, a intensidade da luz é a mesma em todas as lâmpadas.

Tensão em circuito paralelo

No circuito em paralelo, a tensão aplicada sobre cada componente é a mesma. Dessa forma, quando são instaladas lâmpadas em paralelo, em um circuito alimentado por uma bateria de 12 Volts, a tensão em cada lâmpada também será de 12 Volts.

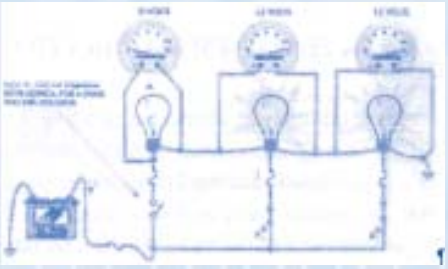


fig. 49

Resistência elétrica no circuito em paralelo

Para medir a resistência elétrica de um componente, ou a resistência equivalente (resistência de todo circuito), deve-se seguir os mesmos procedimentos do circuito em série e de acordo com a figura abaixo.

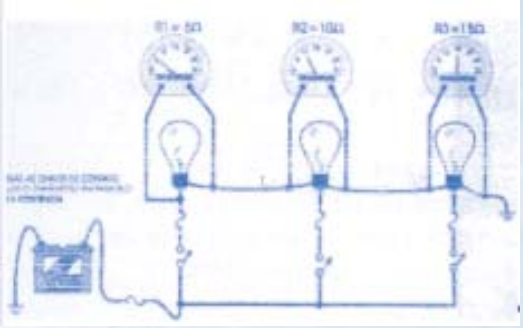


fig. 50

Cálculo da resistência equivalente

A resistência equivalente no circuito em paralelo pode ser calculada através da equação abaixo, onde são usados os valores das resistências elétricas medidos com o ohmímetro.

Exemplo dos cálculos:

É interessante observar que, quanto mais associações de resistências em paralelo houver, menor será a resistência elétrica equivalente.

$$-1/Req = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 =$$

$$1/Req = 1/5 + 1/10 + 1/15 =$$

$$1/Req = 150/750 + 75/750 + 50/750 =$$

$$1/Req = 275/750$$

$$Req = 2{,}73\ \Omega$$

Vantagens do circuito em paralelo sobre o circuito em série:

- a tensão recebida pelo equipamento é sempre a mesma da fonte de energia, independentemente de sua posição no circuito;

- é possível a instalação da chave on-off para cada equipamento, permitindo seu controle individual;

- é possível a instalação de fusíveis para cada equipamento, permitindo a proteção individual.

Corrente elétrica no circuito em paralelo

Ao contrário do que ocorre no circuito em série, a corrente total fornecida pela "bateria" é igual à soma das correntes em cada *ramo* do circuito, ou seja, quanto maior o número de ramos que contenha resistência, maior será a facilidade da passagem da corrente elétrica. Isso pode ser verificado matematicamente se analisarmos a equação i = v/r.

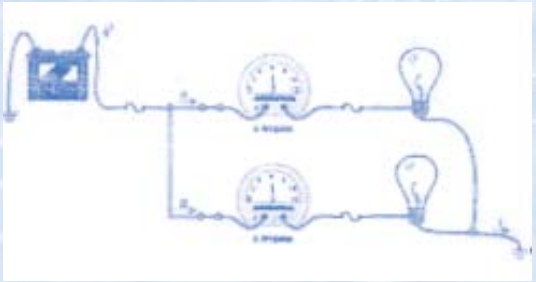


fig. 51

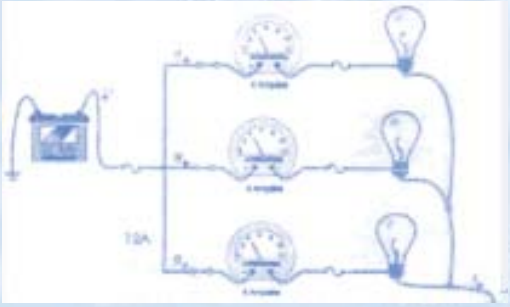


fig. 52

Circuito elétrico misto

Um circuito elétrico que possui resistências ligadas em série e em paralelo recebe o nome de circuito misto.

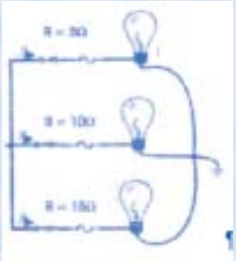


fig. 53

Para analisarmos o comportamento da tensão e da corrente em um circuito misto, deve-se primeiro identificar os circuitos em paralelo. Então, meça a resistência de cada componente e calcule a resistência equivalente. Seguindo esse procedimento, o circuito apresenta-se como um circuito em série.

fig. 54

1/Req = 1/5 + 1/10 + 1/15 =

1/Req = 150/750 + 75/750 + 50/750 =

1/Req = 275/750

Req = 2,73 Ω

Conhecendo-se a resistência equivalente do circuito em série e a tensão da bateria, pode ser calculada a corrente usando a seguinte equação:

I = V/R = I = 12/15 = 0,8A

Conhecendo-se a corrente fornecida pela bateria, pode ser calculada a queda de tensão nos resistores R1 e R2. Usando a mesma equação, obtemos:

V = R.I => VI = 2Q . 2,54A => VI = 5,08 Volts

V = R.I => V2 = 2,73Q . 2,54 A => V2 = 6,92 Volts

Conhecendo o valor da tensão V2, retoma-se à montagem inicial do circuito misto, podendo ser calculada a corrente em cada ramo do circuito em paralelo, como mostrado abaixo:

i1 = V/R = i 1 = 6,92/5 = 1,38 A

i2 = V/R = i2 = 6,92/10 = 0,69 A

i3 =V/R = i3 = 6,92/15 = 0,46 A

Em um veículo onde o difícil acesso a alguns componentes do circuito elétrico dificulta a utilização do multímetro na realização de medidas, é necessário o uso dos cálculos mostrados acima. Dessa forma, não podemos desprezar a Matemática, pois, através do seu uso, pode ser feito um diagnóstico preciso.

O FUTURO DA ELETRICIDADE

A eletrônica é, hoje, uma das ciências que mais se desenvolvem e, cada dia que passa, novos materiais componentes são produzidos, abrindo novas portas e ditando novos rumos para os sistemas elétricos. Está muito perto de nós a utilização de materiais supercondutores. Você sabe o que representa isso? Significa transportar a eletricidade em materiais que não apresentam resistência elétrica. Isso evita as perdas causadas pela elevação de temperatura do condutor e o sistema seria 100% eficiente. Eis aí o futuro da eletricidade.

6 – ELETRÔNICA

Robôs e sistemas de automação são controlados por circuitos eletrônicos. E o profissional, não só o de mecatrônica, mas os mais diversos profissionais devem ter o mínimo de conhecimentos básicos da área de eletrônica. A Eletrônica é muito importante para a mecatrônica, pois é ela que controla todos os processos de automações presentes nas indústrias. A seguir iremos citar alguns componentes importantes presentes nos projetos de mecatrônica, além de suas características básicas.

Resistores

Considerado um dos componentes mais importantes e mais utilizados nos circuitos eletrônicos, os resistores têm por finalidade se opor à corrente elétrica, fazendo com que a mesma tenha valores especificados pelo projetista.

Capacitores

Os capacitores são componentes também muito utilizados nos processos e projetos de automação, pois conseguem armazenar cargas elétricas. Essa característica garante o bom funcionamento do circuito, pois evita que ocorram grandes variações de corrente.

Transformadores

Os transformadores são formados por duas bobinas de fio esmaltado e seu núcleo é constituído de ferro ou ferrite. Esse componente tem a finalidade de alterar as características de um sinal ou uma tensão alternada.

Diodos

São considerados componentes semicondutores e são constituídos de silício ou germânio. Esses componentes têm por finalidade deixar a corrente circular em um único sentido.

Transistores

Considerado um dos maiores avanços e descobertas da eletrônica, os transistores são componentes formados por três camadas semicondutoras, como o silício.

Os transistores são muito comuns no campo da automação, pois podem ser utilizados como chave, além de serem usados como amplificadores de sinais controlados eletronicamente.

Circuitos Integrados

São encontrados na forma de pequenas “aranhas”, que possuem em seu interior conjuntos de componentes eletrônicos já interligados, de modo a exercer determinadas funções programadas pelo profissional de mecatrônica.

O uso de CIs pode simplificar bastante o projeto, pois em seu interior pode conter centenas de transistores, resistores e outros componentes já prontos para serem utilizados em determinadas aplicações.

Sensores

Considerados os "olhos" da Mecatrônica, os sensores têm por finalidade "enxergar" e reconhecer o mundo exterior e a partir disto tomar decisões para que determinada tarefa seja realizada.

Microcontroladores

Considerados os "Cérebros" da automação, os microcontroladores são encontrados nos mais variados projetos de automação. Esses componentes são dotados de uma memória que permite que seja gravada, por meio de linguagem de programação determinadas, tarefas a serem realizadas.

Todos os componentes apresentados acima são de extrema importância para projetos de mecatrônica e automação. Isso porque com todos eles interligados, muitos processos de automação conseguem "pensar" e realizar determinadas tarefas de forma precisa, gerando conforto e economia na manufatura. A eletrônica é alma da Mecatrônica.

ELETRÔNICA ANALÓGICA E DIGITAL

A Eletrônica é dividida em dois segmentos de que, certamente, todos já ouvimos falar:

1) Eletrônica Analógica

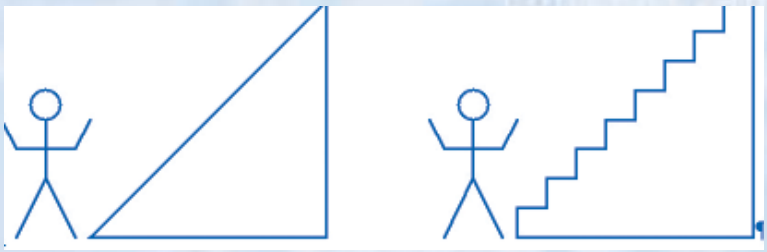
2) Eletrônica Digital

No dia-a-dia, encontramos diversos tipos de aparelhos eletrônicos que são classificadas como **DIGITAIS** ou **ANALÓGICOS**. Essa classificação fica por conta do produtor do aparelho ou então nós mesmos acabamos por classificá-los intuitivamente. Mas, afinal, quais são os parâmetros científicos usados para classificar um produto eletrônico em **ANALÓGICO** ou **DIGITAL**?

Antes de mais nada, precisamos definir as palavras ANALÓGICO e DIGITAL.

Usando de um exemplo bastante grosseiro, podemos ter uma primeira idéia:

a) Rampa X Escada



Ao analisarmos a RAMPA percebemos que se uma pessoa começar a subi-la, poderá ocupar cada uma das infinitas posições existentes entre o início e o fim, já no caso da ESCADA, a pessoa poderá estar em apenas um dos seus 8 degraus. Sendo assim, podemos dizer, com certo receio, que a RAMPA está para o ANALÓGICO, assim como a ESCADA está para o DIGITAL.

b) Voltímetro ANALÓGICO X Voltímetro DIGITAL

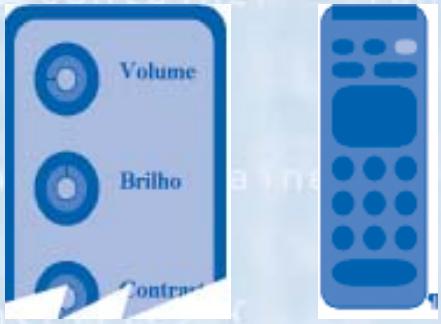
Enquanto no Voltímetro ANALÓGICO, o ponteiro pode ocupar infinitas posições entre o maior e o menor valor da escala, no Voltímetro DIGITAL os valores mostrados pelo *display* são discretos, isto é, existe um número finito de valores entre o maior e o menor valor da escala.

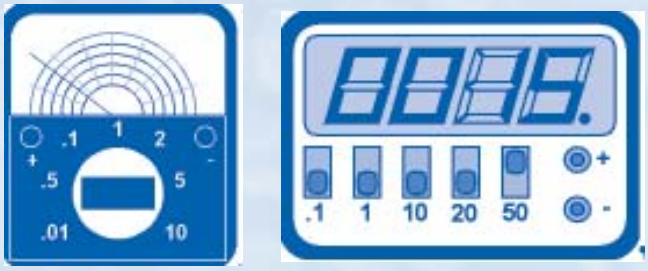
Através desses exemplos, podemos concluir que a classificação dita ANALÓGICA será dada a todo dispositivo que puder apresentar **infinitas** saídas (ou resultados) entre dois pontos préestabelecidos, em contrapartida, todo dispositivo que apresentar **finitas** saídas (ou resultados) será designado de DIGITAL.

Usando termos mais científicos, dizemos que um dispositivo é ANALÓGICO quando a sua saída for uma função **contínua** e que um dispositivo é DIGITAL quando a sua saída for uma função **discreta.**

No caso dos voltímetros, o processo pelo qual medimos a tensão elétrica entre dois pontos resulta em **saídas**. Porém em determinadas situações, as **entradas** é que são ANALÓGICAS ou DIGITAIS:

c) Botão de Volume X Controle Remoto





Para ajustar o volume de seu televisor, usando o "botão", você terá infinitas posições para escolher, mas no controle remoto observamos que a intensidade do som muda em pequenos saltos e, em alguns modelos, aparece no vídeo o valor selecionado, normalmente de 0 a 50. É importante observar que você não consegue estabelecer o valor 19,5 para o volume do televisor a controle remoto, pois os saltos de valores são de 1 em 1.

Podemos dizer, então, que o televisor com "botão" tem em seu circuito de som uma entrada ANALÓGICA para o ajuste e que o televisor a controle remoto tem sem seu circuito de som uma entrada DIGITAL.

Há, ainda, dispositivos com entradas e saídas ANALÓGICAS e processamento DIGITAL, como o *Compact Disk Player* ou CD Player, onde o som original é ANALÓGICO por natureza, a gravação é feita de forma DIGITAL, e na reprodução temos novamente o som ANALÓGICO.

Finalmente, podemos dizer, com segurança, que a Eletrônica Analógica processa sinais com funções *contínuas* e a Eletrônica Digital processa sinais com funções *discretas*.

VANTAGENS DA ELETRÔNICA DIGITAL

Como vimos nos exemplos acima, uma saída digital apresenta um número finito de valores e por isso fica muito mais simples o trabalho com esses sinais, já um dispositivo analógico, com infinitos valores, precisa de uma análise muito detalhada, para que o trabalho seja executado sem que se percam partes do sinal.

Para simplificar ainda mais o processamento de sinais digitais, foi retomada uma antiga técnica de numeração, a numeração BINÁRIA, que usa apenas dois símbolos para a representação de números. Como os sinais são discretos e, portanto, mensuráveis facilmente, se enumerarmos esses valores usando a numeração BINÁRIA teremos um *Conjunto Universo* com apenas dois elementos distintos para representar os sinais desejados. Isso tudo quer dizer que num dispositivo digital eletrônico teremos o processamento conjuntos finitos, cujos elementos se apresentam em apenas dois valores. A esses conjuntos dá-se o nome de **BYTES** e aos seus elementos, o nome de **BITs.**

Pode ser que até esse instante esses conceitos ainda estejam confusos para você, mas no decorrer do curso as coisas se esclarecerão facilmente e de forma natural. Vamos nos concentrar agora em um ponto muito importante: a conversão de números decimais para binário e vice-versa.

Conversão da Base DECIMAL para a Base BINÁRIA

A base de um sistema de numeração é o número de **cifras** usadas para a representação das quantidades. Em nosso dia-a-dia, usamos a base decimal para representarmos nossas quantidades como: idade, dinheiro, datas, peso, medidas, etc. As dez cifras usadas são:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8 e 9

A combinação desses símbolos nos permite infinitas representações de quantidades.

Como já foi dito, a Eletrônica Digital usa a base **BINÁRIA** para o processamento de seus sinais e por analogia podemos concluir que essa base é formada por apenas duas *cifras*:

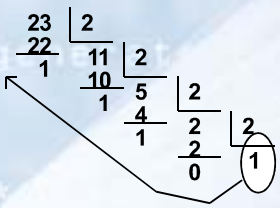
0 e 1

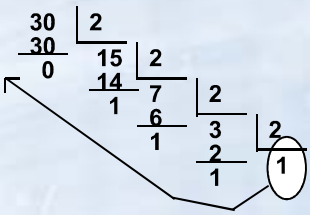
Usando apenas esses dois símbolos, também podemos representar infinitas quantidades e de forma totalmente equivalente à numeração **DECIMAL**, conforme mostram os exemplos abaixo:

$(5)_{10} = (101)_2$ $(10)_{10} = (1010)_2$ $(15)_{10} = (1111)_2$

$(63)_{10} = (111111)_2$ $(1)_{10} = (1)_2$ $(1024)_{10} = (10000000000)_2$

A regra básica para fazermos a conversão de **DECIMAL** para **BINÁRIO** é a *divisão sucessiva por 2*, esquematizada logo a seguir:





$(23)_{10} = (10111)_2$ $(30)_{10} = (11110)_2$

O *algoritmo* para a execução dessa conversão é:

a) Dividir por 2 o número que se deseja converter ;

b) Se o *quociente* (resultado) for **diferente** de 1, dividir esse *quociente* por 2;

c) Se o novo *quociente* for diferente de 1 repetir os itens b) e c) até que o *quociente* seja igual a 1;

d) O **BINÁRIO** equivalente ao **DECIMAL** é o último *quociente* colocado lado a lado com todos os restos das divisões, de baixo para cima.

Conversão de Base BINÁRIA para a Base DECIMAL

Também podemos fazer a conversão de bases de maneira inversa, isto é, a partir de um número em BINÁRIO chegamos ao seu equivalente em DECIMAL. Da mesma forma que os números DECIMAIS podem ser decompostos em múltiplos de 10, os números em BINÁRIO podem ser decompostos em múltiplos de 2:

$(47602)_{10}$ = 40000 + 7000 + 600 + 00 + 2 =

= 4x104 + 7x103 + 6x102 + 0x101 + 2x100

$(10010)_2$ = 10000 + 0000 + 000 + 10 + 0 =

= 1x24 + 0x23 + 0x22 + 1x21 + 0x20 =

= 1x16 + 0x8 + 0x4 + 1x2 + 0x1= $(18)_{10}$

Em ambos os casos, o valor da cifra usada para a representação do número é multiplicado pela base do número que é elevada a **n-1**, onde **n** é o número de cifras que compõem o número. Observe que na segunda linha do segundo exemplo é que ocorre a conversão da base BINÁRIA para a DECIMAL e na terceira linha temos apenas "contas" para resolver.

Álgebra Booleana

Na França do século passado, um filósofo chamado George Boole desenvolveu uma sistemática de análise de situações bastante peculiar. Para o equacionamento e resolução de seus problemas, o filósofo analisava cada ponto envolvido na questão e os atribuía apenas duas hipóteses completamente opostas. Exemplos:

ACESO	APAGADO
PERTO	LONGE
CLARO	ESCURO
VERDADEIRO	FALSO
NORTE	SUL
LESTE	OESTE
SIM	NÃO
HIGHT	LOW
0	1

Um típico problema analisável pela lógica de Boole está descrito abaixo:

> Um fazendeiro chamado Bastião tinha **dois** celeiros, um no lado **norte** da sua fazenda e outro no lado **sul,** um lobo, um bode e vários pés de couve. Bastião trabalhava duro todo dia e ainda tinha que vigiar seus pertences, pois lobos apreciam os bodes e bodes apreciam pés de couve. O pobre fazendeiro caminhava, várias vezes por dia, de um celeiro a outro, com as couves dentro de uma sacola em suas costas e com uma vara bem comprida nas mãos, onde numa extremidade estava amarrado o lobo e na outra o bode.

Esse problema, analisado pela lógica **booleana** teria a seguinte estrutura:

1) Se o lobo é deixado com o bode, na ausência de Bastião, ele vai comer o bode.

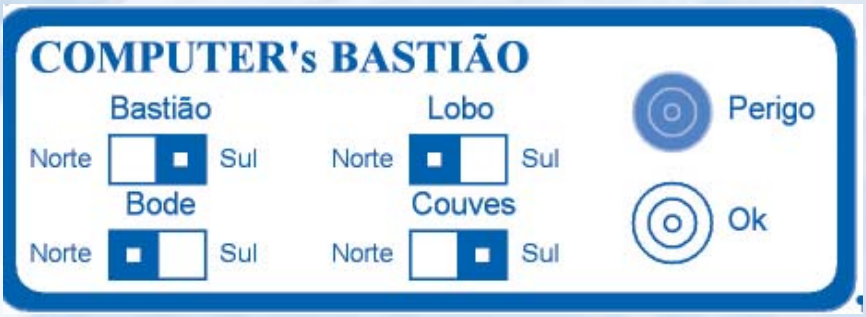
2) Se o bode é deixado com os pés de couve, quando Bastião estiver ausente, ele vai comer os pés de couve.

3) Bastião, o lobo, os pés de couve e o bode podem estar no celeiro do **norte** ou no do **sul**.

George Boole, em sua tese, propunha o uso de *variáveis binárias* para o equacionamento e resolução desse tipo de problema e definia essas variáveis como sendo aquelas que podem assumir apenas dois valores.

O mundo, na época de Boole**,** usava seus estudos apenas na filosofia, mas desde o surgimento da Eletrônica Digital, as regras de Boole vêm sendo a base fundamental para qualquer estudo nessa área.

Em Eletrônica Digital, vamos aprender a álgebra que Boole criou para a resolução de problemas equacionados em variáveis *binárias* e também como construir pequenos dispositivos capazes nos solucionar problemas dinâmicos como o do fazendeiro Bastião.

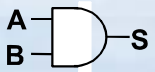
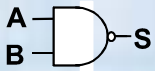


Resumo das Funções e Portas Lógicas

Resumo da Álgebra de Boole, Teoremas e Identidades

Função **E**	$A \cdot 1 = A$	$A \cdot \bar{A} = 0$
	$A \cdot 0 = 0$	$A \cdot A = A$
Função **OU**	$A + 1 = 1$	$A \cdot \bar{A} = 1$
	$A + 0 = A$	$A + A = A$

Propriedades da Função **E** e da Função **OU** (separadas)

Nome da Função	Representação Algébrica	Representação Lógica	Tabela Verdade
E ou AND	$S = A \bullet B$		
OU ou OR	$S = A + B$		
NE ou NAND	$S = \overline{A \bullet B}$		
NOU ou NOR	$S = \overline{A + B}$		
OU EXCLUSIVO	$S = A \oplus B$		
E COINCIDÊNCIA	$S = A \odot B$		
IGUALDADE "DRIVER"	$S = A$		
COMPLEMENTO "INVERSOR"	$S = \overline{A}$		

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	S
0	0
1	1

A	S
0	1
1	0

Comutativa	$AB = BA$	$A + B = B + A$
Associativa	$(AB)C = A(BC)$	$(A+B)+C = A+(B+C)$

Propriedades da Função **E** e da Função **OU** (juntas)

Distributiva	$A(B+C) = AB + AC$
Evidência	$AB + CB + DB = B(A+C+D)$

Teorema de DE MORGAN

$$\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{A} + \overline{B} = \overline{AB}$$

Função OU EXCLUSIVO

$$A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B} = \overline{A \odot B}$$

Função E COINCIDÊNCIA

$$A \odot B = \overline{A}\,\overline{B} + AB = \overline{A \oplus B}$$

Identidades Auxiliares

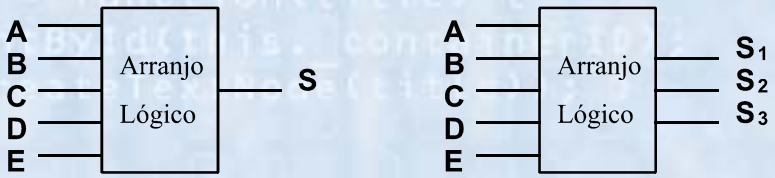
$$A + AB = A$$

$$A + AB = A + B$$

$$(A + B)(A + C) = A + BC$$

Circuitos Combinacionais

São circuitos digitais que têm como saídas o resultado de funções lógicas aplicadas às suas entradas. Esses circuitos são formados apenas por portas lógicas e podem ter apenas uma saída, ou então várias. Em relação às suas entradas podemos concluir que deverá ter um número maior que 1, pois caso contrário teríamos uma função de apenas uma variável e dessa forma estaríamos restritos às funções **igualdade** e **complemento**. Exemplos:



Estudaremos os circuitos combinacionais mais importantes que temos na Eletrônica Digital, mas precisamos lembrar que qualquer arranjo lógico que se enquadre na definição feita acima será um circuito combinacional. Acontece, porém, que alguns deles são muito usados e sempre apare-

cem na mesma forma ou então com pequenas variações e por esse motivo devem ter um tratamento especial. São eles:

1 - Somadores - Esses circuitos são capazes de executar a soma aritmética de dois números em binário. São muito utilizados em circuitos digitais que executam operações aritméticas, pois podemos reduzir todas as operações aritméticas a um conjunto de somas. Analisaremos esses circuitos em duas partes para sermos mais didáticos.

1.1 - Meio Somador - Esse arranjo lógico é capaz de "calcular" a soma de dois bits. Para um melhor entendimento, analise os quatro possíveis casos da soma de dois bits e veja que essa análise é fundamental para o equacionamento da função.

$$\begin{array}{r} +\,0 \\ 0 \\ \hline 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} +\,0 \\ 1 \\ \hline 1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} +\,1 \\ 0 \\ \hline 1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} +\,1 \\ 1 \\ \hline 10 \end{array} \Leftrightarrow (2)_{10}$$

Para montarmos a tabela verdade do problema, vamos chamar o primeiro número de A, o segundo de B, o resultado de S e o "vai um" de C (Carry Bit). Observe que nos três primeiros casos o Carry Bit é sempre nulo, mas no último caso ele tem o valor 1.

Uma vez montada a tabela verdade, chegamos à função lógica através da resolução dos mapas de Karnaughs correspondentes, um para a saída A e outro para a saída B. Depois, construímos o circuito com portas lógicas.

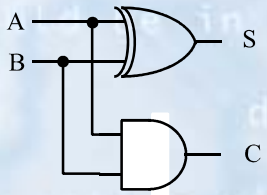
A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

B \ A	0	1
0	0	1
1	1	0

$S = A\overline{B} + \overline{A}B = A \oplus B$

B \ A	0	1
0	0	0
1	0	1

$S = AB$



Sabemos que os números em binário podem ter muito mais que 1 Bit. Vamos então estudar um circuito que seja capaz de "calcular" a soma de números binários com mais de 1 Bit.

1.2 - Somador Completo

Analise como fazemos a soma de dois números onde cada um tenha mais que um Bit:

```
1     1 1 1 1 1
 10010111010
+11001011100
------------
101100010110
```

Usando o mesmo processo discutido no circuito do meio somador, podemos equacionar e chegar a um circuito capaz de “calcular” a soma aritmética de dois números quaisquer em binário, mas na verdade cada circuito será responsável pelo “cálculo” da soma de uma coluna. No caso do exemplo anterior, precisaremos de onze circuitos já que cada parcela da soma é composta por números de onze bits.

Antes de iniciarmos o projeto, vamos definir o nome das variáveis que utilizaremos:

A = Bit do primeiro número Cn = “Veio um”

B = Bit do segundo número Cn+1 = “Vai um”

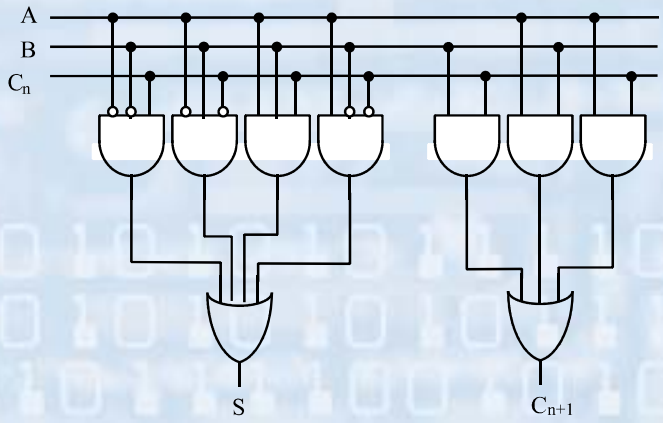
C_n	A	B	S	C_{n+1}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

A B \ Cn	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	1
10	1	0

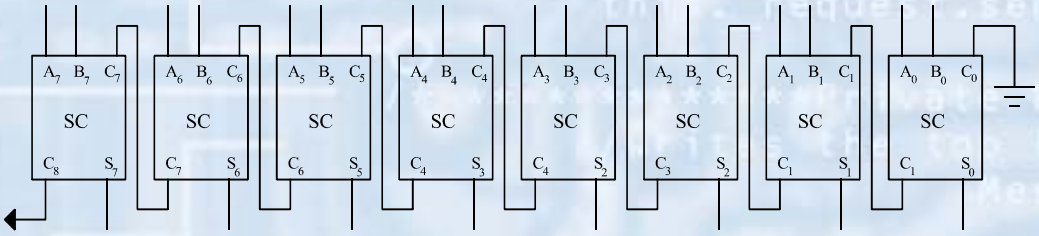
$$S = C_n\overline{A}\overline{B} + \overline{C}_n\overline{A}B + C_nAB + \overline{C}_nA\overline{B}$$

A B \ Cn	0	1
00	0	0
01	0	1
11	1	1
10	0	1

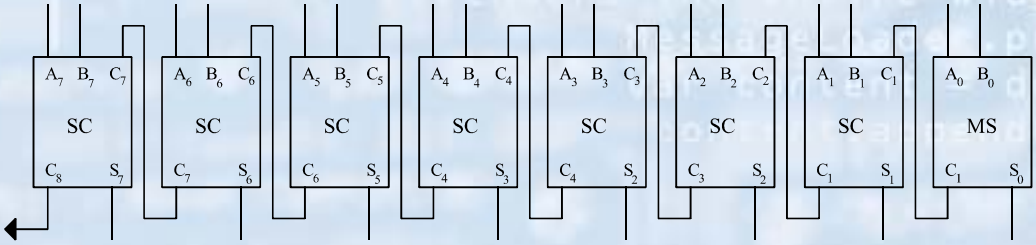
$$C_{n+1} = C_nB + AB + C_nA$$



Como podemos observar, o número de portas lógicas necessárias para a construção de um **Somador Completo** é muito grande, ainda mais quando lembramos que esse circuito é capaz de somar apenas dois bits. Para somarmos dois números de 8 bits cada, por exemplo, precisaremos de 8 circuitos iguais a esse e isso torna inviável o desenho do circuito completo. Uma saída para esse problema de representação é usarmos representações simplificadas como sugere o exemplo abaixo:



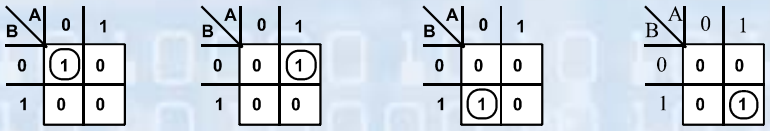
Observe que o primeiro bloco da direita tem a sua entrada Co aterrada, já que em uma soma de duas parcelas nunca teremos o "veio um" na primeira coluna. Sendo assim, poderíamos substituir esse bloco pelo bloco de um **Meio Somador** conforme mostra o exemplo seguinte:



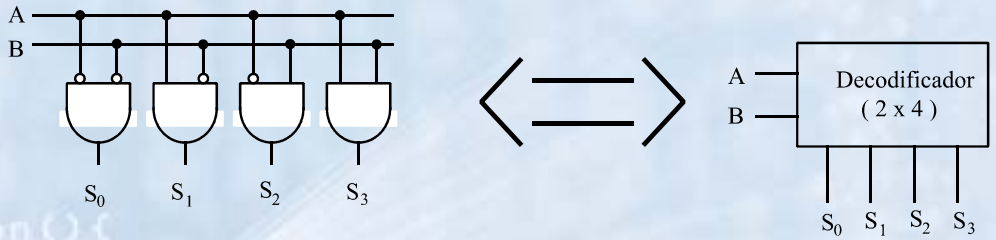
2 - Decodificador

Decodificador é um circuito combinacional que ativa uma saída diferente para cada código diferente colocado em suas entradas. Um exemplo de tabela verdade e projeto de circuito está logo abaixo:

A	B	S_0	S_1	S_2	S_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1



$S_0 = \bar{A}\bar{B}$ $S_1 = A\bar{B}$ $S_2 = \bar{A}B$ $S_3 = AB$



3 - Codificador

Esse circuito executa a função inversa à do codificador, ou seja, produz um código diferente em suas saídas para cada entrada diferente ativada. Podemos analisar o projeto do circuito através de uma tabela verdade construída a partir da sua definição.

I_3	I_2	I_1	I_0	A	B
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

A tabela verdade pode parecer um pouco estranha, pois, apesar de ter quatro variáveis de entrada, não tem as esperadas dezesseis linhas. O problema é que as quatro entradas só podem ser ativadas uma de cada vez e com isso temos que eliminar todas as outras combinações possíveis para elas, mas para resolvermos o circuito através dos mapas de Karnaugh teremos que ter todas as linhas. Vamos então introduzir o conceito de **irrelevância.**

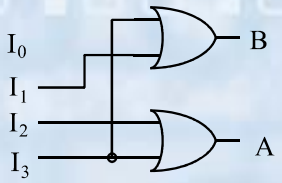
Em alguns casos de circuitos combinacionais, teremos situações que nunca acontecem e, portanto, não nos importaremos com os valores das entradas desses casos. Dizemos então que são casos **irrelevantes**, ou seja, tanto faz as entradas terem nível lógico 1 ou nível lógico zero. A grande vantagem dessa situação é que para resolvermos os mapas de Karnaugh desses circuitos podemos considerar os níveis lógicos

como 1 ou como 0, levando em consideração apenas o que nos for mais conveniente para conseguirmos um maior enlace do mapa, lembrando das regras que regem esses enlaces. Analise então como fica o projeto desse codificador:

I_3	I_2	I_1	I_0	A	B
0	0	0	0	X	X
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	0	1	1	X	X
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	X	X
0	1	1	0	X	X
0	1	1	1	X	X
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	X	X
1	0	1	0	X	X
1	0	1	1	X	X
1	1	0	0	X	X
1	1	0	1	X	X
1	1	1	0	X	X
1	1	1	1	X	X

$I_2 I_3 \backslash I_0 I_1$	00	01	11	10
00	X	1	X	1
01	0	X	X	X
11	X	X	X	X
10	0	X	X	X

$$A = I_2 + I_3$$



$I_2 I_3 \backslash I_0 I_1$	00	01	11	10
00	X	0	X	1
01	0	X	X	X
11	X	X	X	X
10	1	X	X	X

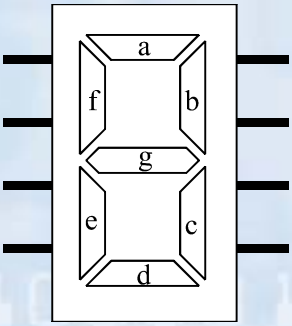
$$B = I_1 + I_3$$

Observe que a entrada I0 não é conectada no circuito propriamente dito e que pela lógica isso está certo, pois quando essa estiver ativada devemos ter nas saídas A = 0 e B = 0.

Um exemplo de aplicação para os codificadores e decodificadores são os teclados de computadores. Você já deve ter notado que um teclado desse tipo tem normalmente 105 teclas, mas o fio que os conecta com o gabinete da CPU é muito fino para conter 105 fios. Na verdade as teclas são codificadas através de um codificador para economizarmos em fios. Veja que um codificador com 7 saídas pode ter 128 entradas. Isso significa que podemos transmitir por uma via de 7 fios 128 valores diferentes, em que cada valor representa uma tecla. O circuito responsável pela codificação de teclados dos computadores atuais é mais complexo que esse que estudamos, mas o princípio de funcionamento é o mesmo.

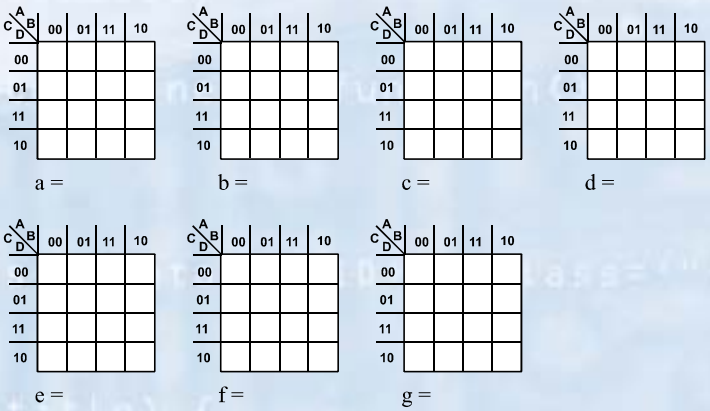
4 - Transcodificador

É o circuito combinacional que é capaz de transformar um código em binário, em outro, também em binário. Como exemplo desse circuito, vamos analisar o **transcodificador para display de sete segmentos**, que transforma uma numeração em binário nos níveis lógicos necessários para que em um display de sete segmentos e tenhamos aceso o algarismo em decimal correspondente. Vamos primeiro analisar o display de sete segmentos:



Podemos encontrar esse tipo de display com duas denominações diferentes: **anodo comum** e **catodo comum**. Isso se deve ao fato de serem construídos a partir de LEDs e como os leds são diodos emissores de luz, também têm seus terminais denominados de anodo e catodo. Porém, para simplificar as ligações dos 7 leds nesses displays, os anodos ou os catodos são todos interligados. Dessa forma, se o display for do tipo **catodo comum**, devemos ligar esse terminal ao **terra** (pólo negativo da fonte) e podemos acender cada segmento aplicando um nível lógico 1 no terminal correspondente. Porém se o display for do tipo **anodo comum**, devemos ligar esse terminal a Vcc (pólo positivo da fonte) e para acender cada segmento devemos aplicar nível lógico 0 nos terminais correspondentes. Para efeito de exemplo, vamos considerar que o nosso display é do tipo **catodo comum** e portanto precisaremos construir a tabela verdade considerando que o segmento vai acender quando colocarmos nível lógico 1 em cada terminal. Temos então a seguinte tabela verdade:

A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0							
0	0	1	1							
0	1	0	0							
0	1	0	1							
0	1	1	0							
0	1	1	1							
1	0	0	0							
1	0	0	1							
1	0	1	0							
1	0	1	1							
1	1	0	0							
1	1	0	1							
1	1	1	0							
1	1	1	1							

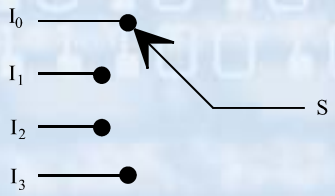


Encontramos no mercado de Eletrônica esse transcodificador pronto em um único circuito integrado, o que nos facilita muito a montagem de circuitos digitais que exigem esse dispositivo. Porém há um vício em se chamar esse dispositivo de **decodificador para display de 7 segmentos**, mas o seu nome verdadeiro é **transcodificador para display de 7 segmentos**, pois transforma o código binário no código necessário para formar no display o algarismo correspondente em decimal.

Podemos encontrar também no mercado o transcodificador para display de 7 segmentos para algarismos **hexadecimais** (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E e F). Como exercício, projete um transcodificador capaz de transformar o código em binário em algarismos hexadecimais em um display de 7 segmentos e desenhe o circuito com portas lógicas.

5 - Multiplexador

Para analisarmos esse circuito, vamos usar como exemplo uma chave mecânica de 1 pólo e 4 posições. Analise o desenho abaixo:



Com essa chave podemos conectar 4 entradas (I0, I1, I2 e I3) com uma única saída (S) de acordo com a seleção que fizermos girando o seu eixo. Esse circuito está muito presente em nosso cotidiano, basta repararmos. Como exemplo, podemos citar a chave seletora de toca-discos, rádio, cassete, CD, etc. em aparelhos de som.

O multiplexador digital funciona da mesma forma e função, porém opera apenas com **sinais digitais** e a sua seleção também é feita digitalmente. Um exemplo de circuito multiplexador digital está desenhado logo abaixo:

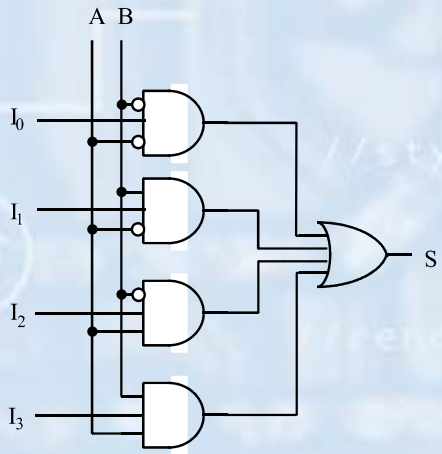
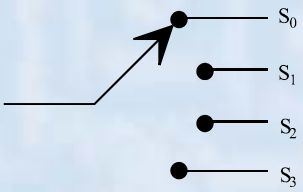


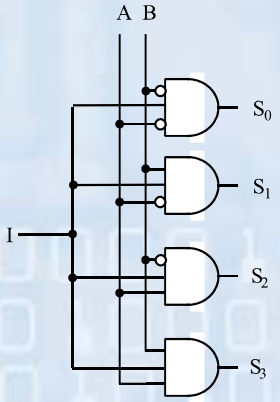
Tabela Verdade

A	B	S
0	0	I_0
0	1	I_1
1	0	I_2
1	1	I_3

6 - Demultiplexador

Esse circuito tem a função inversa à do circuito anterior, ou seja, pode conectar uma única entrada a várias saídas de acordo com a seleção feita. A chave mecânica nos servirá novamente de exemplo. Analise o circuito abaixo onde temos uma chave mecânica e também o circuito digital que executa a função semelhante a essa chave:





A	B	S_0	S_1	S_2	S_3
0	0	I	0	0	0
0	1	0	I	0	0
1	0	0	0	I	0
1	1	0	0	0	I

Chegamos então ao final da lógica combinacional. Mesmo que não tenhamos estudado todos os circuitos combinacionais, o que seria impossível e fugiria ao objetivo do presente Capítulo, temos a base fundamental para o projeto e estudo de qualquer um desses circuitos, basta seguirmos os procedimentos analisados até aqui, ou seja:

- Definir a função do circuito através de sentenças que possam ser transformadas em equações Booleanas e minimizá-las através da Álgebra de Boole, ou então:

- Montar a tabela verdade e deduzir as equações através dos Mapas de Karnaugh.

O próximo tópico deste capítulo tratará da análise e projetos de circuitos **Seqüenciais**, e por algum tempo nos afastaremos da álgebra de Boole. Porém, ao final desse estudo, os Mapas de Karnaugh e as funções booleanas terão fundamental importância para os projetos que passarão a ser muito mais interessantes e com aplicações práticas imediatas. Além disso, teremos uma visão muito mais ampla e completa sobre o funcionamento de diversos aparelhos comumente encontrados no mercado.

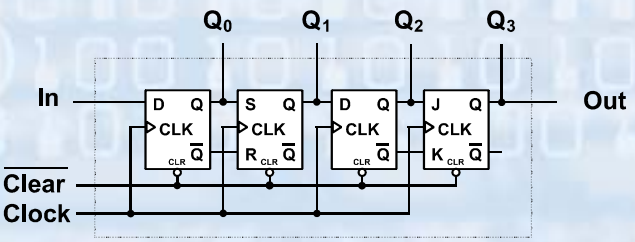
CIRCUITOS SEQÜENCIAIS

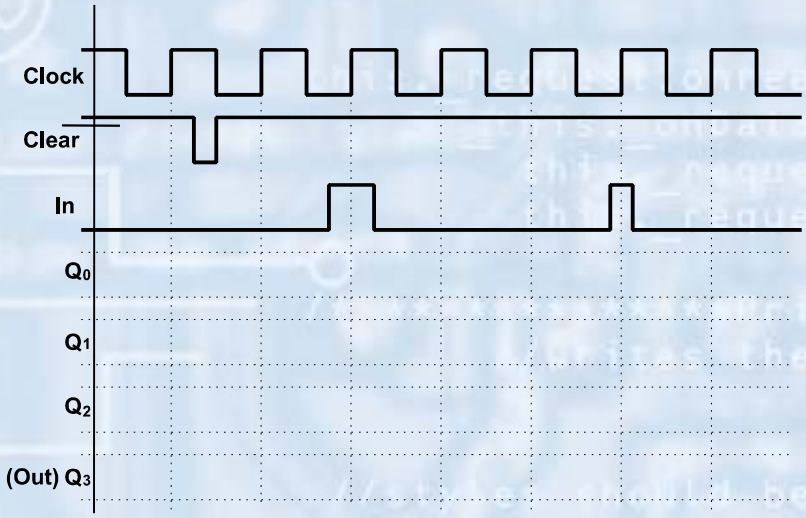
Os circuitos seqüenciais propriamente ditos têm como elementos básicos os Flip-Flops e Latches. No tópico anterior, analisamos dois deles (Latch de n bits e Registrador), que aparentemente não nos dão a idéia de que são realmente circuitos seqüenciais, mas são. Os circuitos estudados serão contadores e esses sim nos induzirão a idéia de seqüência.

1) Registrador de Deslocamento

Esse circuito é construído por Flip-Flops associados de maneira que o bit armazenado em um será transferido para outro a cada borda de clock, provocando assim um deslocamento dos valores armazenados.

O exemplo abaixo ilustra um registrador de deslocamento construído com os Flip-Flops tipo D, RS e JK. Na verdade esses registradores são construídos com apenas um tipo de Flip-Flop, mas, misturando os tipos, você poderá ver como se constrói um registrador com qualquer um deles. No caso de usarmos apenas Flip-Flops RS ou JK, temos que transformar o primeiro em um tipo D, para que o nosso dispositivo final possa ser operado com apenas uma entrada de bits.



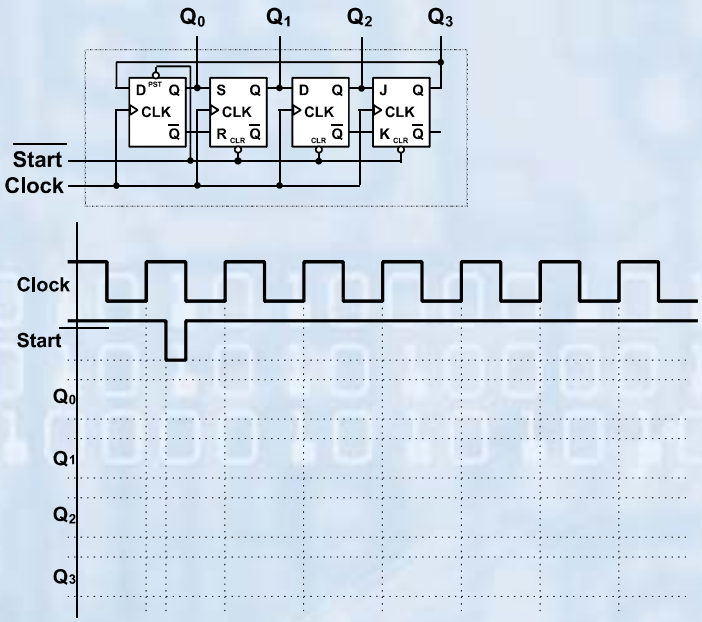


2) Contador em Anel

Um contador em anel tem como base o registrador de deslocamento. A diferença é a interligação de saída com a entrada. Dessa forma, os bits ficarão circulando indefinidamente nesse dispositivo.

O módulo de contagem de um contador em anel é igual ao número de Flip-Flops que o compõe.

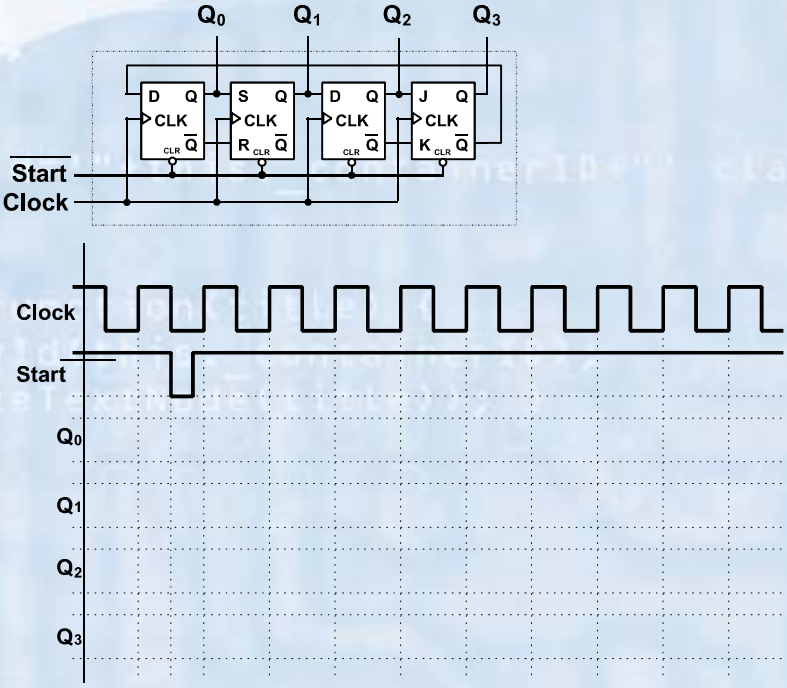
Observe a troca do nome do terminal CLEAR por START que é explicada pelo fato de o primeiro Flip-Flop ter um ajuste padrão para garantir a circulação de apenas um bit.



3) Contador em Anel Torcido

Esse contador tem como base o circuito anterior, porém a realimentação é feita de modo invertido, isto é, se o último Flip-Flop estiver *setado* na próxima borda o primeiro estará *resetado* e vice-versa.

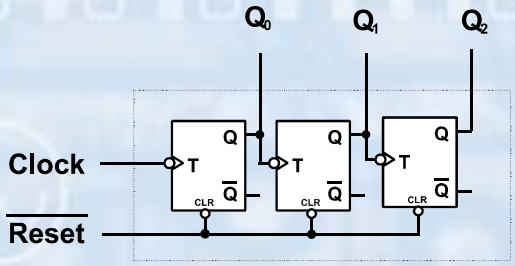
O módulo de contagem desse circuito é o dobro do número de Flip-Flops.

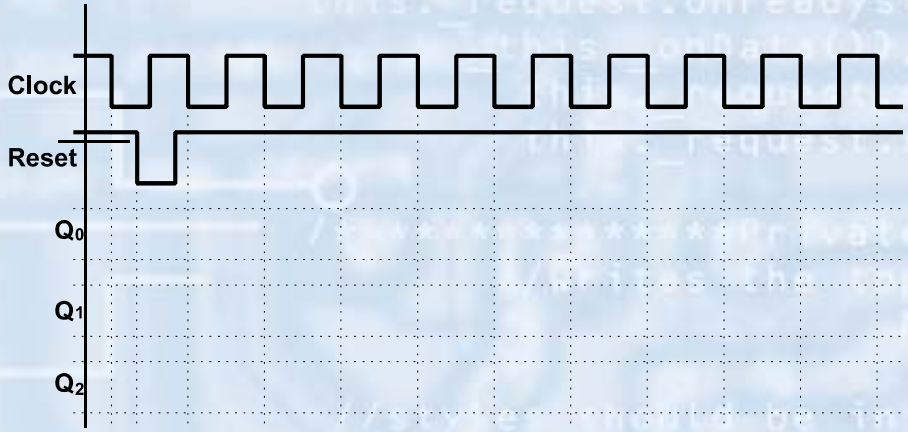


4) Contador Binário Assíncrono

Esse dispositivo é capaz de fazer a contagem binária com módulo = 2*n*, onde *n* é o número de Flip-Flops que compõe o circuito. Os Flip-Flops são do tipo T e sensíveis à borda de descida. Se construirmos o mesmo circuito com Flip-Flops tipo T sensíveis à borda de subida, a contagem será decrescente.

O circuito é assíncrono porque não há ligações do clock e um único sinal já que os Filp-Flops estão ligados em cascata.

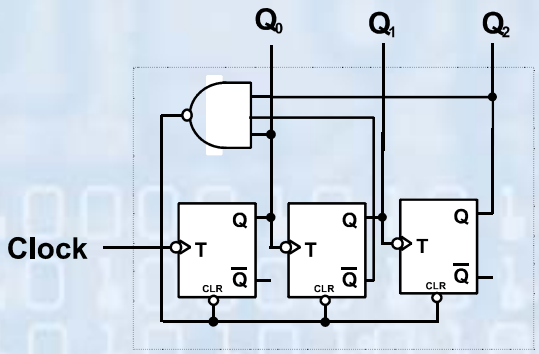


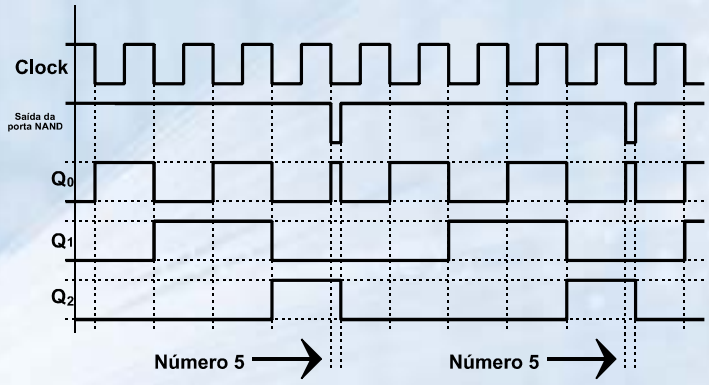


5) Contador Binário de Módulo Arbitrário Assíncrono

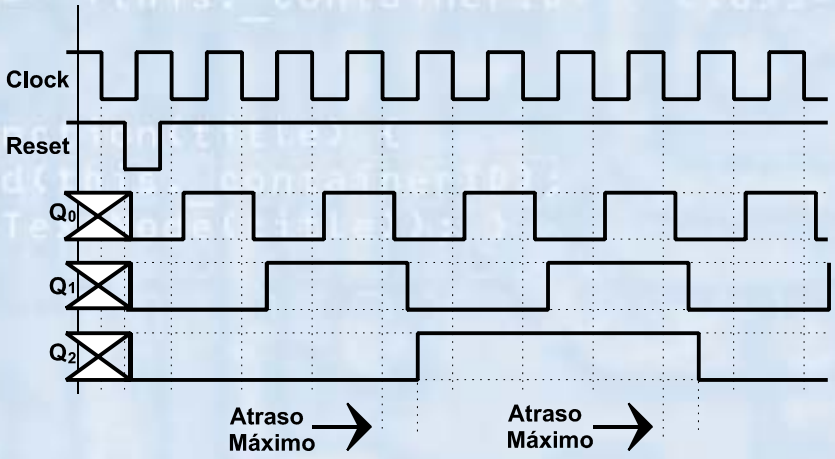
Usando como base o circuito anterior, podemos construir contadores binários com qualquer módulo de contagem, basta associarmos um arranjo lógico que seja capaz de identificar quando ultrapassarmos o último número da contagem e então *resetar* o circuito para que tudo comece de novo. Essa não é uma maneira muito apropriada de se construir um circuito desse tipo, pois existirá sempre um estado que não pertence ao módulo de contagem que é justamente aquele que provoca o RESET. Para ilustrar esse fato, temos a carta de tempos com esse problema bastante exagerado, logo após a representação do circuito do contador de 0 a 4.

Q_2	Q_1	Q_0	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5*
1	1	0	6
1	1	1	7





Esse problema ocorre porque os circuitos eletrônicos não são ideais. Existem atrasos na passagem e execução das operações lógicas com sinais elétricos. Para evidenciar esse problema, veja o que acontece se exagerarmos esse atraso na carta de tempos do **Contador Binário Assíncrono** visto nesse capítulo:



CONVERSORES DIGITAIS/ANALÓGICOS E ANALÓGICOS/DIGITAIS

Esse é, sem sombra de dúvidas, um dos mais interessantes assuntos a ser estudado nesse Capítulo, pois teremos condições de entender realmente como acontecem alguns chamados 'milagres' da informática.

Até o momento, trabalhamos apenas com ***zeros*** e ***uns***, e temos a impressão de que tudo funciona assim na Eletrônica Digital. Isso é verdade pois todas as Máquinas Digitais realizam seus processos em bytes e bits. Mas então, como explicar o som tão perfeito e computadores equipados com Multi Mídia, ou então máquinas fotográficas que usam disquetes no lugar de filmes, ou ainda equipamentos de medidas (multímetros, balanças, etc. digitais) que transforma grandezas da natureza em números num *display*? Muito simples! Em todos os exemplos acima temos conversões Digitais/Analógicas ou então Analógicas/Digitais.

Existem muitas técnicas de conversão de sinais analógicos para digitais e vice-versa e podem ser encaradas de duas formas: a conversão de um sinal analógico para uma seqüência de **bytes** ou a conversão de um sinal analógico para uma seqüência de **bits**. Cada forma tem suas vantagens e desvantagens e por isso vamos estudar todas elas (atenção: estudaremos todas as **formas** e não todos os **circuitos** disponíveis no mercado).

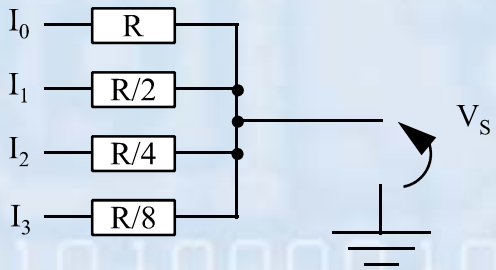
CONVERSÃO DIGITAL/ANALÓGICA PARA SEQÜÊNCIA DE BYTES.

Suponha que tenhamos uma máquina digital que nos forneça uma seqüência de bytes como saída de seu processamento. Um contador binário é um exemplo muito bom desse tipo de máquina digital, pois ele apresenta um byte diferente a cada pulso de clock aplicado em sua entrada. Outro exemplo bem característico seria a saída **paralela** de um microcomputador. Ela fornece um byte diferente cada vez que recebe um sinal de **permissão para envio**. Esse tipo de saída em microcomputadores é normalmente usado para a conexão de impressoras que são capazes de transformar esses bytes em caracteres alfanuméricos e ainda fornecer o sinal de permissão para envio toda vez que está pronta para imprimir um novo caracter.

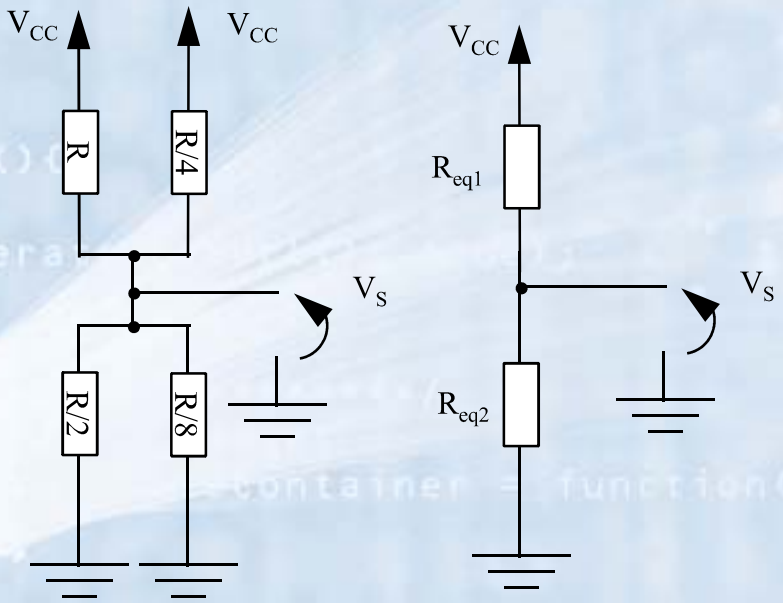
O conversor que estudaremos agora terá a função de transformar bytes diferentes em níveis diferentes de alguma grandeza elétrica (normalmente tensão ou corrente). Temos dois tipos de circuito capazes de executarem essa função:

a) Conversor D/A a resistor ponderado.

Lembrando que um bit = 0 é equivalente a uma saída ligada a GND e um bit = 1 a uma saída ligada a VCC, podemos usar o seguinte circuito para o conversor:



Se introduzirmos nesse circuito o byte **0101** (equivalente a 5 em decimal) poderíamos redesenhá-lo da seguinte maneira:



$$V_S = R_{eq2}\, I \qquad I = \frac{V_{cc}}{R_{eq1} + R_{eq2}} \qquad \Rightarrow \qquad V_S = \frac{R_{eq2}\, V_{CC}}{R_{eq1} + R_{eq2}}$$

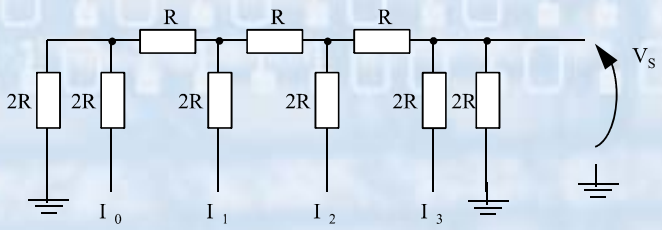
Esse circuito apresenta dois inconvenientes muito grandes:

- As impedâncias de entrada e saída não são constantes para cada byte diferente introduzido na entrada.
- É muito difícil encontrar os resistores com os valores que o circuito exige. Imagine se tivermos um conversor desse tipo para 16 bits.

Obs: Impedância - é a relação entre o valor eficaz da diferença de potencial entre os terminais em consideração e o valor eficaz da corrente resultante num circuito. É a combinação da resistência R e a reatância X, sendo dada em ohms e designada pelo símbolo Z. Indica a oposição total que um circuito oferece ao fluxo de corrente alternada, ou qualquer outra corrente variável numa dada freqüência.

b) Conversor D / A de escada R-2R

O circuito:

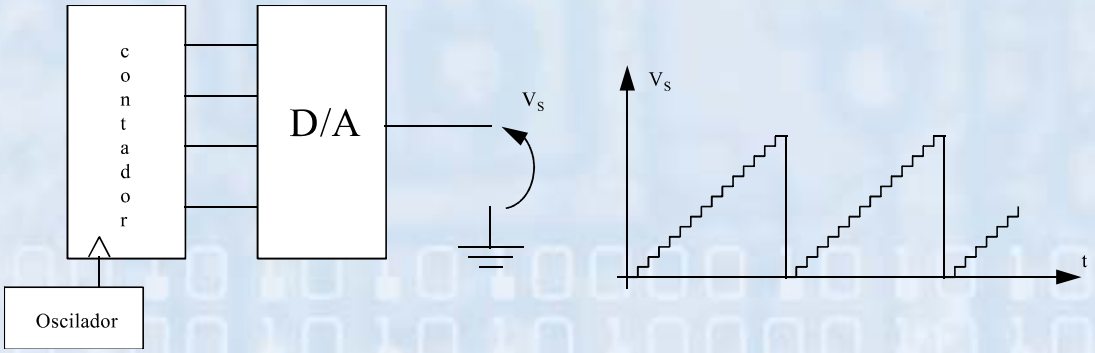


Nesse caso, o cálculo da tensão V_S necessita da aplicação do teorema de Thevenin várias vezes. Se verificarmos para vários bytes de entrada, notaremos que V_S muda para cada um da mesma forma que no circuito anterior, mas as impedâncias de entrada e saída permanecem constantes.

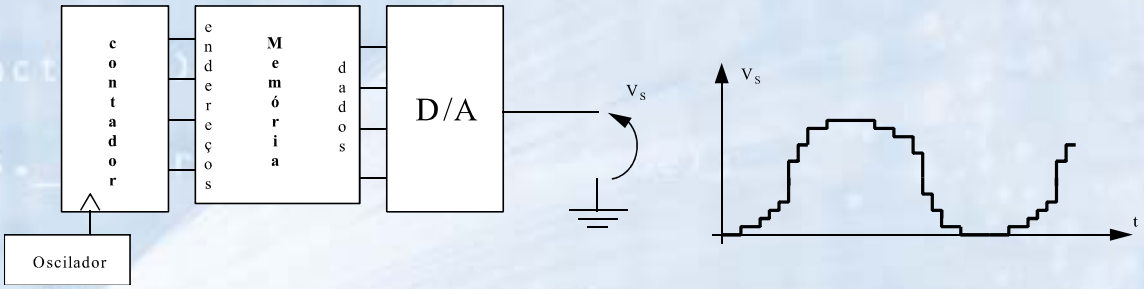
Como o que interessa no momento é o funcionamento do circuito e não o cálculo de seus valores, já que encontramos facilmente no mercado Circuitos Integrados prontos para o uso, com vantagens relativas a seu tamanho e custo, vamos partir para o estudo de uma tabela verdade característica desses tipos de circuitos.

I_3	I_2	I_1	I_0	V_S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1Vcc/15
0	0	1	0	2Vcc/15
0	0	1	1	3Vcc/15
0	1	0	0	4Vcc/15
0	1	0	1	5Vcc/15
0	1	1	0	6Vcc/15
0	1	1	1	7Vcc/15
1	0	0	0	8Vcc/15
1	0	0	1	9Vcc/15
1	0	1	0	10Vcc/15
1	0	1	1	11Vcc/15
1	1	0	0	12Vcc/15
1	1	0	1	13Vcc/15
1	1	1	0	14Vcc/15
1	1	1	1	15Vcc/15

Como exemplo do funcionamento de um Conversor D/A para uma seqüência de bytes, temos o circuito abaixo, onde um contador binário Hexadecimal fornece os bytes de entrada e na saída temos o sinal desenhado no gráfico (V_S x t):



Sabemos que o contador gera bytes em seqüência crescente (ou decrescente), mas um computador, por exemplo, poderá gerar bytes pré definidos para conseguirmos na saída qualquer forma de onda e não apenas esse tipo exemplificado acima. O gráfico seguinte ilustra uma senóide produzida por dados armazenados convenientemente em uma memória.



Como você deve ter notado, a senóide deixa muito a desejar, mas observe que estamos trabalhando com um converso D/A de apenas quatro bits e isso nos dá apenas 16 patamares de tensão. Imagine se trocássemos esse conversor por um outro com 16 bits de entrada. Teríamos, então na saída 65.536 (2^{16}) patamares de tensão e isso deixaria a senóide praticamente perfeita. Observe, porém, que a memória teria que ter também 65.536 endereços (64 KBytes), o contador também teria que ter 16 bits e a freqüência do oscilador teria que ser muito maior. Concluímos então que a resolução de um conversor Digital/Analógico está diretamente ligada ao número de bits que ele apresenta como entrada e que esse fator, além de elevar o seu preço, encarece todo circuito de apoio ao seu funcionamento.

b_1) Conversor A/D com comparadores de tensão.

Analise o circuito abaixo:

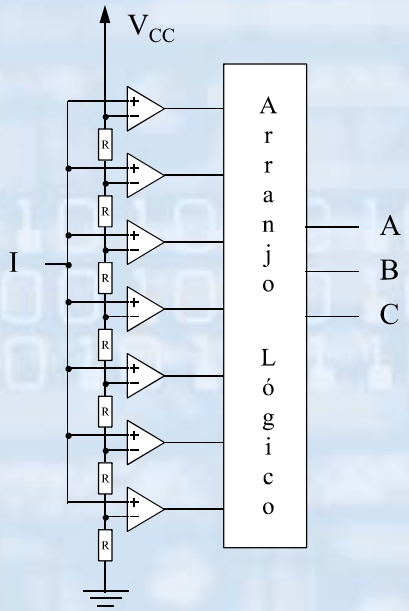


Tabela Verdade

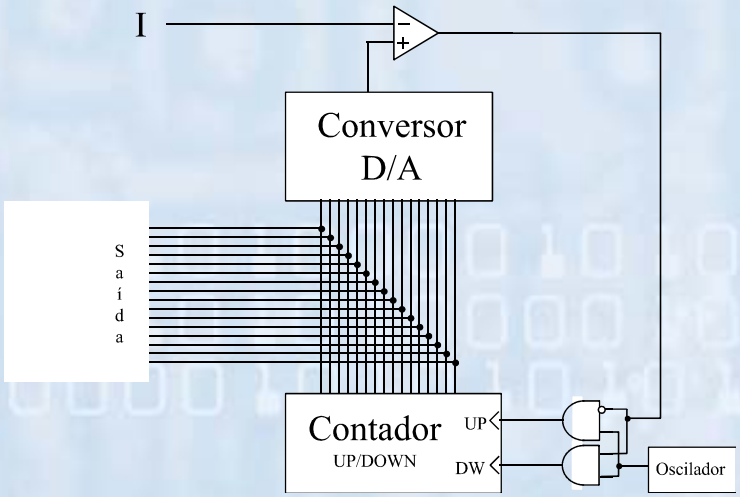
I	C	B	A
Vcc/8	0	0	0
2Vcc/8	0	0	1
3Vcc/8	0	1	0
4Vcc/8	0	1	1
5Vcc/8	1	0	0
6Vcc/8	1	0	1
7Vcc/8	1	1	0
8Vcc/8	1	1	1

A rede composta por 8 resistores de mesmo valor (R) divide a tensão da fonte em 8 parcelas absolutamente iguais. Os comparadores detectam quando a entrada de seus terminais não inversores tiverem uma tensão maior que a de seus terminais inversores. Sendo assim, quando a tensão é aplicada em I, que é a tensão que se deseja converter por 0 V, nenhum comparador terá a sua saída ativada, pois todos eles terão nas suas entradas não inversoras uma tensão menor que a aplicada (pela rede de resistores) em suas entradas inversoras. Conforme a tensão aplicada em I for aumentando seu valor, os comparadores vão ativando suas saídas, seguindo a ordem de baixo para cima até o momento em que tivermos V_{CC} na entrada, quando então todos terão suas saídas ativadas.

O bloco seguinte é um arranjo lógico, que tem a função de codificar as saídas dos comparadores em um código binário, isto é, se nenhum comparador estiver com sua saída ativada o Arranjo Lógico terá como saída 000; se apenas o primeiro estiver ativado, o arranjo lógico produz 001 na saída; se o primeiro e o segundo estiverem ativados, o Arranjo Lógico produz 010 na saída, e assim sucessivamente, até o momento em que todos estiverem com suas saídas ativadas e o Arranjo Lógico com 111 na sua saída. Esse circuito é seguramente muito bom e faz a conversão num espaço de tempo muito pequeno, porém o seu custo é extremamente elevado. Imagine se necessitarmos de um conversor com 16 bits da saída, teremos que ter 65.536 comparadores na entrada. Absolutamente inviável.

b_2) Conversor A/D com quantização em Bytes

Esta técnica de conversão reduz bastante o número de componentes no circuito, mas o tempo de conversão fica muito grande. Analise o circuito:



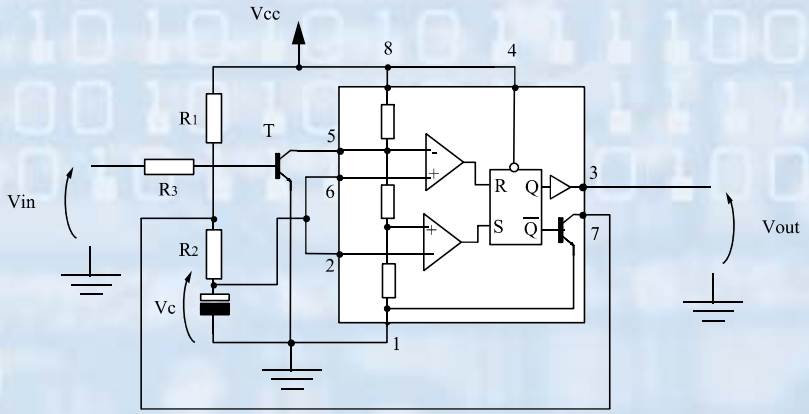
Temos circuito um contador UP/DOWN conectado a um converso D/A. A função desses elementos é de gerar uma tensão, que pode ser crescente ou decrescente, de acordo com a entrada de clock que recebe os pulsos (bordas) do oscilador. Um comparado e um arranjo lógico, composto por duas portas AND e um inversor, controlam o destino do sinal de clock. Se a tensão aplicada em **I** for maior que a tensão gerada pelo conversor D/A, o comparador produz uma saída igual a zero e portanto o sinal de clock vindo do oscilador será aplicado na entrada UP do contador. Caso a tensão aplicada em **I** seja menor que a tensão gerada pelo conversor D/A, o comparador produzirá uma saída igual a V_{CC} e então o sinal vindo do oscilador será aplicado na entrada DW do contador. Dessa forma, o contador será incrementado ou decrementado até que a tensão produzida pelo conversor D/A se iguale à tensão aplicada em **I**. Nesse instante, temos na saída do circuito, que é na realidade a saída do contador, um byte que corresponde ao valor da tensão aplicada.

Os circuitos analisados até agora recebem um byte e produzem uma tensão correspondente ou então produzem um byte que corresponde ao valor de uma tensão. A conversão Digital para Analógico até que é feita com uma velocidade razoavelmente alta, porém a conversão Analógico para Digital ou é extremamente cara (item b_1) ou extremamente lenta (item b_2). Os conversores D/A são utilizados em situações em que se deseja converter o valor de um byte para um valor de tensão ou corrente sem maiores problemas, mas os conversores A/D são úteis apenas para conversões que não exigem uma grande velocidade, como por exemplo, medidores de grandezas físicas em geral (balanças, tensões, correntes, temperaturas etc.).

Para fazermos a conversão de sinais com velocidade extremamente alta, como sons, imagens, etc., temos que usar uma outra técnica de conversão, que é a conversão para uma seqüência de bits, isto é, o sinal produzido por um conversor A/D não é mais um byte e sim uma seqüência de bits de tamanho prédefinido. O conversor D/A usado para que retornemos ao sinal original é, basicamente, um filtro passa-baixas que nos fornecerá o valor médio dessa seqüência de bits. Para entendermos melhor, vamos analisar primeiro o conversor A/D.

a) Conversão Analógica / Digital por modulação DELTA ou modulador PWM

Existem muitos circuitos que produzem esse tipo de conversão ou modulação. Vamos analisar um bastante interessante que usa como base o circuito integrado LM 555 na sua configuração de multivibrador Astável com um controle adaptado ao seu pino 5:

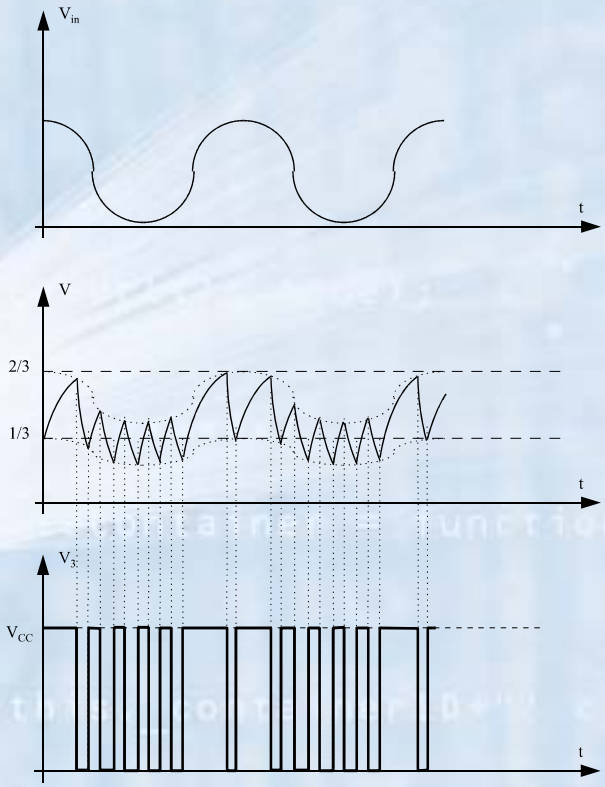


O transistor T conectado ao pino 5 do LM 555 tem a função de desbalancear a rede de resistores do integrado de acordo com a tensão aplicada à sua base. O resistor R_3 é apenas um limitador de corrente para a sua proteção. Como um transistor conduz corrente de coletor para emissor proporcionalmente à corrente aplicada em sua base, podemos dizer que ele apresenta uma resistência entre coletor e emissor inversamente proporcional a essa corrente. Não se esqueça de que a corrente da base é resultado da tensão aplicada, isto é, só existe corrente se houver diferença de potencial (tensão) e ainda um caminho para que ela circule. Voltando à análise, para uma tensão relativamente alta aplicada em V_{in}, temos uma corrente também relativamente alta na base do transistor e uma corrente muito mais alta de coletor para emissor. Isso significa que a resistência entre coletor e emissor foi reduzida e, portanto, temos um resistor de valor baixo em paralelo com os resistores da rede do CI, alterando os valores de 1/3 e 2/3 de V_{CC} para valores mais baixos. Para uma tensão relativamente pequena aplicada em V_{in}, temos uma corrente relativamente baixa na base do transistor e conseqüentemente uma corrente baixa de coletor para emissor. Isso significa que o transistor se comportará como um resistor de valor muito alto em paralelo com a rede de resistores do CI e, portanto, as tensões 1/3 e 2/3 de V_{CC} praticamente não são alteradas. Como esse oscilador funciona com 'carregando e descarregando' o capacitor, quando ele atinge as tensões relativas às tensões da rede de resistores do CI, teremos na saída (pino 3) um sinal digital com variação na largura de seus pulsos em proporção ao sinal aplicado em V_{in}.

Esse tipo de circuito é também conhecido como modulador PWM (*Pulse Width Modulation* ou Modulador Largura de Pulso). A grande vantagem desse método é a alta velocidade de conversão, que é praticamente simultânea às variações do sinal de entrada. Esse tipo de conversor e alguns variantes são usados para a conversão de som do *Compact Disk Player*. Outra vantagem também

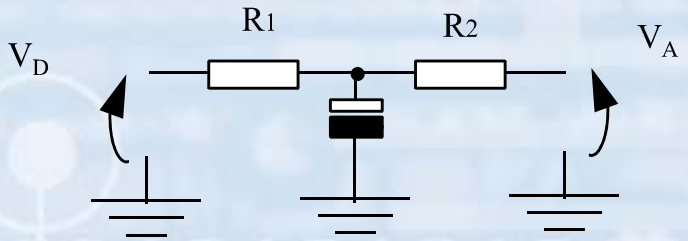
muito importante é a fácil reconstituição do sinal original. Basta aplicar o sinal convertido a um filtro passa-baixas, pois o valor médio do sinal digital é exatamente o sinal original. Explicando melhor, se um capacitor e um resistor forem ligados convenientemente (filtro passa baixas) para que recebam o sinal digital, teremos a carga do capacitor quando o sinal digital estiver em nível lógico 1 e a sua descarga quando esse estiver em nível lógico 0. Outro ponto também interessante é que o circuito **Conversor A / D com quantização em Bytes** estudado há pouco produz esse mesmo tipo de modulação (ou conversão) na saída do comparador.

Os gráficos a seguir ilustram os valores das tensões importantes para o bom entendimento do conversor com o CI 555:



b) Conversão Digital / Analógica por demodulação de PWM

O circuito abaixo é um filtro passa-baixas e pode demodular o sinal PWM, pois fornece o valor médio desse final. Observe que, quando a senóide está crescendo seu valor de tensão, os pulsos produzidos pelo modulador PWM vão se alargando e quando o valor de tensão da senóide está decrescendo, os pulsos do modulador PWM vão estreitando e, portanto, o valor médio dos pulsos nos dá a senóide como resultado.



Portas Lógicas

As grandes responsáveis pelo sucesso da Eletrônica Digital são: a simplicidade dos circuitos e a excelente *performance*. Como os circuitos operam com apenas dois níveis de sinais, fica fácil projetarmos circuitos que executem as funções de Boole. Vejamos o exemplo de alguns circuitos que executam **Funções Booleanas**:

Se a **diferença de potencial** entre *base* e *emissor* for 0v (Vin = 0), não vai haver circulação de corrente pela *base* (ib = 0). Se não temos corrente na *base* do transistor, não existirá a corrente de *coletor* para *emissor* e, então, a tensão sobre o resistor será 0v (VR2 = 0). Concluímos então que a tensão na saída será igual a Vcc (Vout = Vcc). Veja a figura 1.

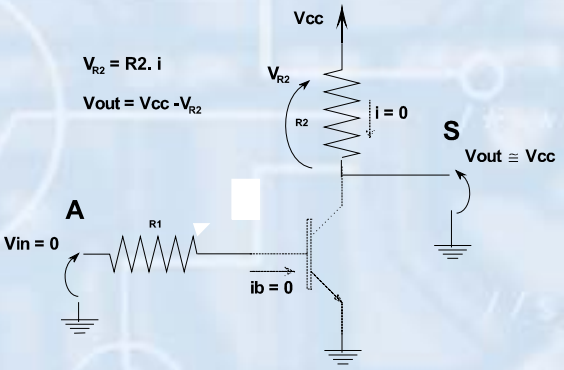


figura 1

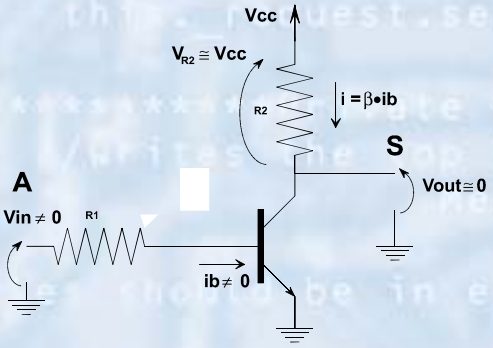


figura 2

Na figura 2 é colocada uma tensão elétrica Vin ¹ 0 na entrada do circuito. Isso provoca o aparecimento de uma corrente na *base* do transistor e então o transistor começa a conduzir uma forte corrente entre o *coletor* e *emissor*. Essa forte corrente (i = b · ib) faz surgir a tensão **VR2 = R2 · i** sobre o resistor R2. Pela lei de soma das tensões temos que:

Vcc = VR2 + Vout ⇒ Vout = Vcc - VR2

Vout = Vcc - R2 · i

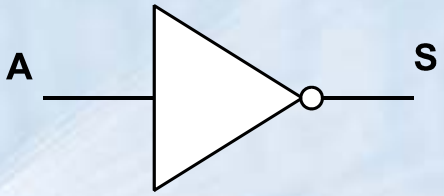
Vout = Vcc - R2 · b · ib

Se calcularmos convenientemente os valores de R1 e R2, o circuito ilustrado nas figuras 1 e 2 vai se comportar da seguinte maneira:

se Vin = 0, Vout ≅ Vcc

se Vin = Vcc, Vout ≅ 0

O comportamento do circuito é a própria execução da função **Complemento** da Álgebra Booleana e é chamado de **Porta Lógica Inversora** ou simplesmente **Inversor**. Como existem diversos tipos de transistores teremos vários tipos de circuito que funcionam da mesma forma que esse, mas no momento estudamos apenas circuitos formados por **Portas Lógicas** e não os detalhes da sua construção. Por esse motivo, temos uma simbologia própria para representar tais circuitos. Exemplo:



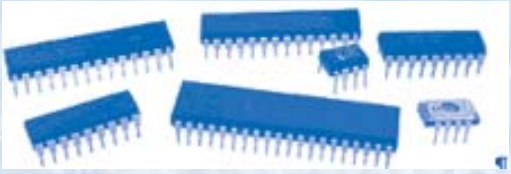
7 – MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES

MICROCONTROLADORES

O estudante de mecatrônica já deve ter-se deparado com algum tipo de microcontrolador empregado em projetos mecatrônicos. Vamos falar um pouco do mundo fantástico dos Microcontroladores, bem como dos principais que são empregados até mesmo na Automação Industrial.

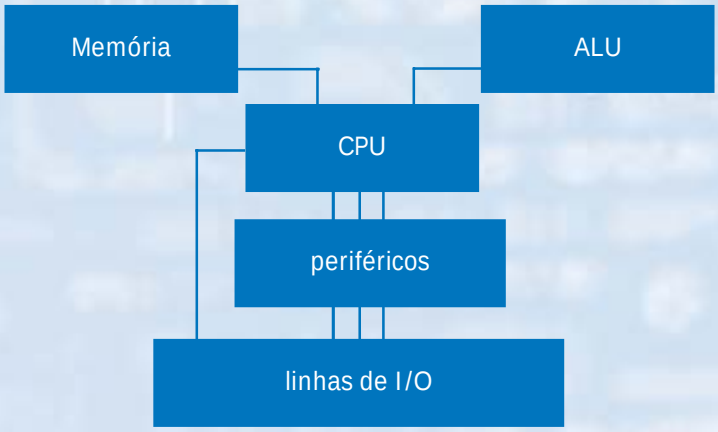
O que são microcontroladores?

Os microcontroladores (figura ao lado) são chips que possuem em seu interior certa "inteligência artificial" e por essa característica são empregados no controle de robôs e mesmo em processos de automação industrial.



Em sua parte interna os microcontroladores são constituídos de uma arquitetura semelhante à apresentada na figura ao lado.

A arquitetura é a forma como estão organizadas as partes internas de um chip. Essas partes internas possuem funções que são utilizadas para diversas tarefas. A seguir, vamos detalhar cada uma das partes de um microcontrolador.



Memória de Programa - Na memória de programa, ficam as instruções que o microcontrolador deve executar, ou seja, as linhas de programação que foram digitadas em um PC.

Memória de Dados - É a parte do microcontrolador que permite ao programador escrever ou ler um determinado dado sempre que necessário.

ALU -Chamada de unidade lógica aritmética, essa parte do microcontrolador é responsável por todos os cálculos e a lógica matemática para a tomada de decisão das tarefas a serem realizadas.

I/O´s - As I/O´s são os "braços" dos microcontroladores. É por eles que conseguimos inserir e receber dados dos chips, bem como controlar dispositivos mecânicos e elétricos de e. Em outras palavras, são os caminhos que fazem a interligação do microcontrolador com o mundo externo.

Periféricos - São circuitos que dão flexibilidade ao microcontrolador para realizar controle de dispositivos.

Exemplos de Periféricos são portas de conversão analógico/digital, *timers* para a temporização de operações, *Watchdog timer* para evitar travamentos reiniciando a CPU quando algum dado se perde, USART´s portas para comunicação serial, Portas 12C para interligar mais microcontroladores e osciladores que ajudam no clock do microcontrolador.

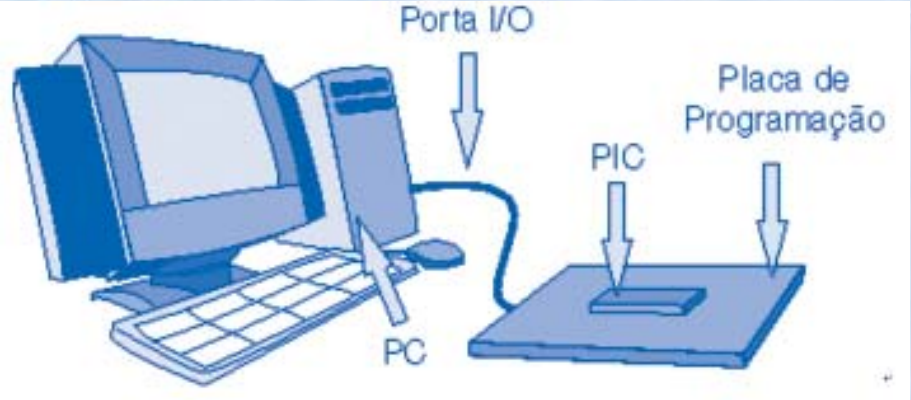
CPU - Conhecida como unidade central de processamento (em português), essa parte do microcontrolador é responsável por todo o processamento de dados da unidade. É ela que interpreta os comandos e ativa os dispositivos de entrada e saída do microcontrolador.

Como usar um microcontrolador?

Para se fazer uso desse recurso, é essencial que o estudante ou hobista de mecatrônica defina o seu projeto, pois existem muitos microcontroladores no mercado com diversas características de funcionamento. Dentre os mais famosos podemos citar a série de PICs da Microchip (www.microchip.com) e o *Basic Step* da Tato Equipamentos Eletrônicos (www.tato.com.br), entre outros.

Enfim, citamos os mais conhecidos para que o leitor não fique perdido no meio dos microcontroladores.

A figura abaixo ilustra um esquema de programação básico para utilização de microcontroladores.



Ilustra partes que merecem breves comentários.

PC - Um computador de uso doméstico contendo linguagens de programação como C, TBASIC entre outras, pode ser utilizado para se fazer a programação do microcontrolador.

Placa de Gravação - Esse recurso é muito importante para a programação, pois é por ele que será feita a compilação do programa. Vale lembrar que as placas de gravação variam de modelo para modelo e convém ao leitor escolher o microcontrolador para construir sua respectiva placa.

Na revista Mecatrônica Fácil, o colaborador Márcio José Soares ensina a construir uma placa gravadora de PIC muito útil para os estudantes, pois pode gravar vários modelos desse microcontrolador.

Porta I / O ou Cabo de gravação - Esse cabo realiza a transferência de instruções do PC para o microcontrolador, ou seja, vai transferir as linhas de programação do PC para o microcontrolador.

Os microcontroladores, como já foi dito anteriormente, são encontrados em uma infinidade de configurações no mercado eletrônico. Para a escolha de microcontrolador o leitor deve especificar sua necessidade dentro do projeto a ser desenvolvido. Por essa razão, torna-se quase impossível dizer qual é o melhor microcontrolador presente no mercado.

Os microcontroladores podem ser vistos em várias aplicações, tais como: CLP (controladores lógicos programáveis), Celulares, Robôs Industriais, Processos de Automação, Eletrônica Automotiva entre outros.

O que é um microprocessador?

A eletrônica obteve um grande progresso com o surgimento do circuito integrado. Com a ampliação dos tipos de circuito integrado e a integração aumentada, chegou-se ao microprocessador.

O microprocessador é um circuito integrado em larga, escala que contém a maioria dos componentes lógicos digital geralmente associados a um computador digital. O principal componente de um microcomputador é o microprocessador, pois ele é um circuito programável, que o torna específico após a inserção da programação, podendo ser modificada, alterando assim sua aplicação.

Quando nos referimos à programação do microprocessador, podemos relacioná-la com a palavra *"software"* e, tratando-se dos circuitos elétricos, relacionamos com *"hardware"*.

Software

O microprocessador é um circuito que possui uma capacidade de executar diversos tipos de funções distintas. Cada função é específica e bem determinada, porém o número de funções não é unitário como é característico de outros circuitos integrados digitais, pois temos que notar que os circuitos integrados digitais possuem uma função específica, que com os sinais colocados em sua entrada combinados com as suas variáveis de estados, produzem uma saída específica.

Como dissemos, o microprocessador não possui uma única função, mas diversas funções, às quais damos o nome de "instrução". Cada instrução é colocada dentro do microprocessador e a cada instante o microprocessador executa a instrução específica que lhe foi colocada. Quando queremos que o microprocessador execute uma tarefa, temos que criar uma série de instruções, as quais ele irá executar uma a uma. A essa série de instruções damos o nome de *programa.* Portanto, para que o microprocessador execute uma tarefa, devemos programá-lo.

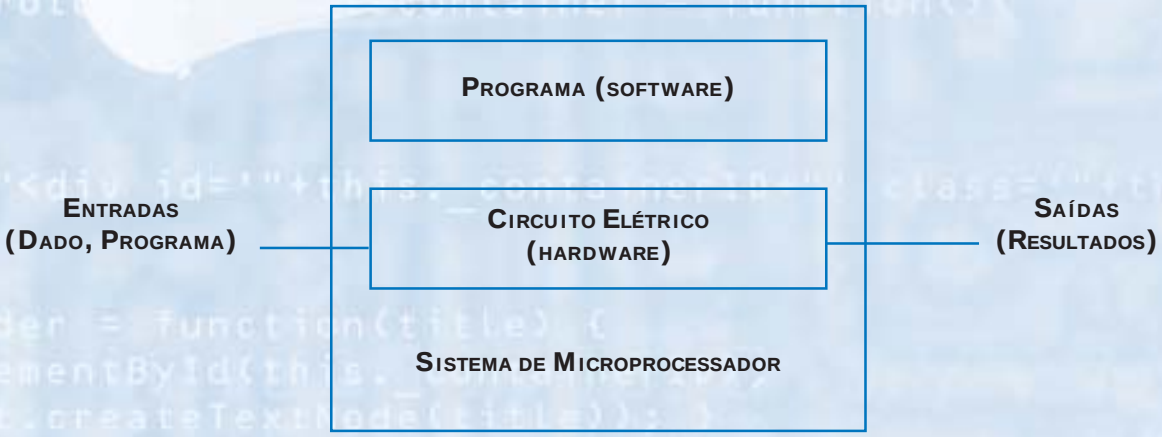
Quando estamos desenvolvendo um programa, determinando quais séries de instrução devem ser executadas, estamos trabalhando em software do microprocessador.

Hardware

O microprocessador não é auto-suficiente, pois exige uma série de componentes para sua utilização. Um sistema com microprocessador tem a necessidade de possuir "portas" de entradas e saídas por onde os sinais são recebidos e enviados pelo circuito, memória onde estarão armazenados os programas e dados, contadores, *buffers* e demais circuitos.

O microprocessador é apenas a unidade central do processamento do circuito onde os dados são manipulados. A esse conjunto de componentes interligados que formam o circuito damos o nome de *hardware* do microprocessador. Assim a palavra *hardware* está relacionada com os circuitos elétricos.

Um sistema genérico com microprocessador pode ser representado conforme a figura a seguir.



NOÇÕES DE COMPUTADOR

Para podermos entender o circuito integrado "microprocessador" devemos primeiramente ter uma rápida noção de computadores e seu princípio de funcionamento.

O computador pode ser visto como uma máquina de processamento de dados, capaz de executar programas sofisticados com grande velocidade e grande capacidade de armazenamento de dados. Não estudaremos programas complexos que um computador pode executar, mas vamos procurar entender do que é constituído o computador e quais são os seus blocos operacionais e suas respectivas funções.

O computador pode ser definido como um sistema capaz de executar uma tarefa específica, que poder ser alterada a qualquer momento de acordo com as necessidades. O computador é um sistema programável e pode ser entendido da seguinte maneira: temos um problema que precisamos solucionar. Encontrar a solução desse problema é uma tarefa árdua, então, tomamos uma máquina para nos auxiliar na sua solução.

Para isso, devemos ditar quais as funções que a máquina deve executar, introduzir essas funções na máquina e receber a solução para a nossa análise. Portanto, o computador necessita que ditemos quais as funções que deve executar e isso nada mais é que sua programação.

Para visualizar melhor a utilização de um computador, apresentamos na figura a seguir um diagrama de blocos mostrando os passos que devem ser executados para uma aplicação genérica.

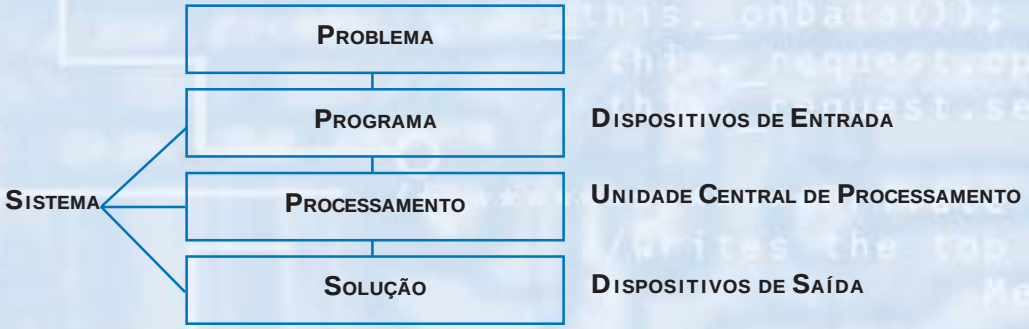
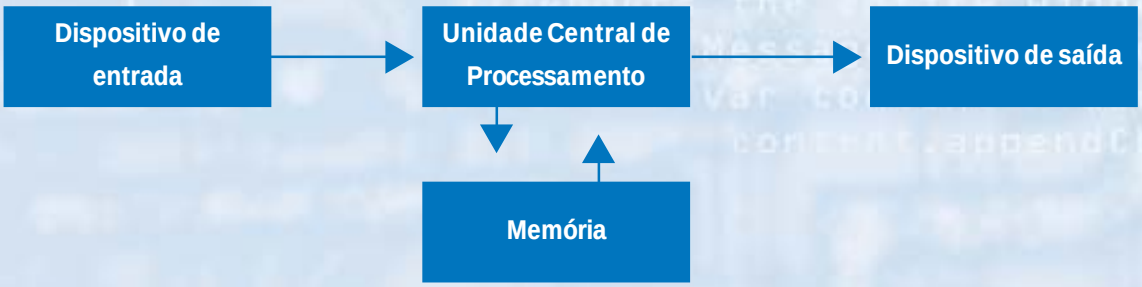


Fig. 5 - Utilização clássica de um computador

Podemos observar os blocos básicos que podem ser isolados dentro do sistema de computador. Essa estrutura é apresentada na figura a seguir.



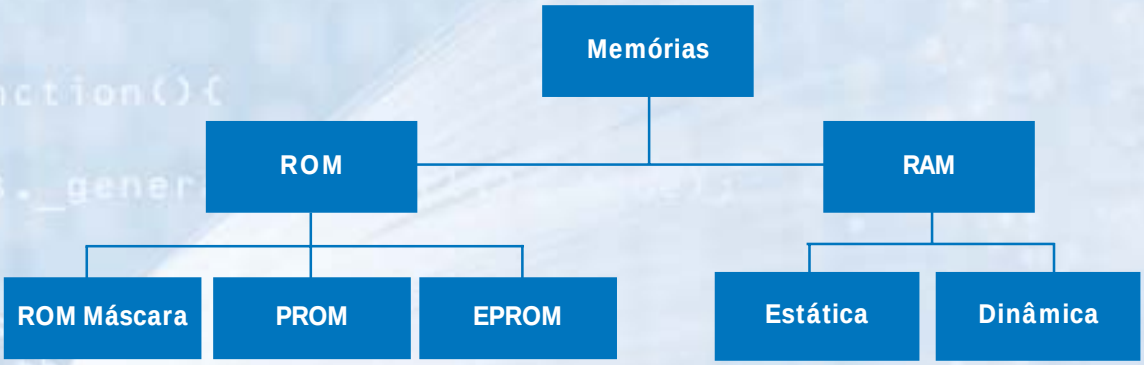
Estudaremos esses blocos operacionais que constituem o sistema básico de computador com uma rápida descrição de cada um deles.

A memória do computador é onde iremos armazenar os dados que devem ser manipulados pelo computador (o que chamamos de memória de dados) e também onde estará armazenado o programa do computador (o que chamamos de memória de programa). Aparentemente não existe uma diferença física para o sistema entre as memórias de programas, apenas podemos utilizar memórias fixas para armazenar dados fixos, ou programas e memórias que podem ser alteradas pelo sistema para armazenarmos dados e podem variar no decorrer do programa.

As memórias podem ser divididas em dois principais grupos:

- Memória ROM (read only memory) — memória apenas de leitura.
- Memória RAM (randon acess memory) — memória de acesso aleatório.

Tipos de memórias



As memórias ROM são designadas como memórias de programa por serem memórias que não podem ser alteradas pelo programa, porém têm a vantagem de não perderem as suas informações, mesmo quando é desligada sua alimentação. As memórias ROM são utilizadas para armazenar os programas ou dados que não necessitam alteração.

Entre os principais tipos de memória ROM podem ser destacados os seguintes:

- ROM: são memórias nas quais as informações são gravadas na sua fabricação. O conteúdo de cada posição da memória ROM é determinado antes de sua fabricação e cada posição é programada na sua fabricação, não podendo mais ser alterada.

- PROM (memória apenas de leitura programável — *programmable read only memo*): são memórias que podem ser eletricamente programáveis, porém, depois de programadas, seu conteúdo não pode ser mais alterado.

- EPROM (memória apenas de leitura programável e apagável — *erasable programmable read only memo*): são memórias que podem ser eletricamente programáveis e podem ser apagadas para serem reutilizadas com uma nova programação.

As memórias RAM são designadas como memórias de dados podendo ser lidas ou gravadas pelo programa e são utilizadas para armazenar temporariamente dados que são alterados no decorrer do programa. Qualquer informação, que temos na unidade central de processamento, pode ser escrita em uma memória RAM e, quando necessitarmos, basta lermos essa informação na memória.

As memórias RAM podem ser divididas em dois grupos:

- DINÂMICAS: são memórias nas quais as informações vão gradativamente desaparecendo, portanto após certo tempo necessitam ser regravadas. Existem circuitos integrados especiais que, de tempo em tempo, lêem essas memórias e as regravam. Esses circuitos integrados são chamados de circuitos de *"refresh"*.

- ESTÁTICA: são memórias que retêm as informações enquanto permanecer a sua alimentação, não sendo necessário que suas informações sejam de tempo em tempo regravadas.

DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA

Os dispositivos de entrada e saída são os dispositivos responsáveis pela interligação entre o homem e a máquina, são os dispositivos por onde o homem pode introduzir informações na máquina ou por onde a máquina pode enviar informações ao homem. Como dispositivos de entrada podemos citar os seguintes exemplos: leitor de disquete, teclado, painel de chaves, etc. Esses dispositivos têm por função a transformação de dados em sinais elétricos para a unidade central de processamento.

Como dispositivos de saída podemos citar os seguintes exemplos: impressora, vídeo, display, etc. Todos eles têm por função a transformação de sinais elétricos em dados que possam ser manipulados posteriormente, ou dados que são imediatamente entendidos pelo homem.

Esses dispositivos são conectados à unidade central de processamento por intermédio de "portas" que são interfaces de comunicação dos dispositivos de entrada e saída.

Unidade central de processamento

Essa é a parte do computador responsável em coordenar as tarefas e executar os cálculos, podendo também ser chamada de processador e pode ser dividida em três partes básicas: unidade lógico-aritmética (ULA), unidade de controle e rede de registradores.

A unidade aritmética é a responsável pela execução dos cálculos com os dados. Por exemplo, as operações lógicas *AND, OR, NOR, EXCLUSIVE OR,* etc., entre dois dados ou então operações aritméticas como soma, subtração, multiplicação e divisão.

A unidade de controle é a responsável por gerar os sinais de controle para os sistemas, sinais esses que podem ser, por exemplo, de leitura de memória, de escrita de memória, de leitura de

periférico, de sincronização de interface de comunicação de interrupção, enfim, todos os sinais de controle necessários para o sistema.

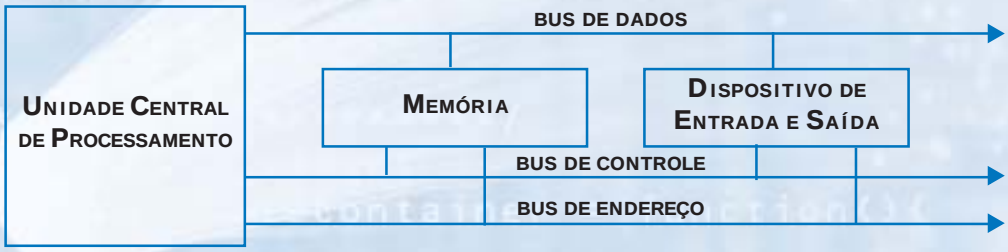
A rede de registradores é constituída por uma série de registradores, que são utilizados de forma geral onde são armazenados temporariamente dados que estão sendo manipulados pela unidade central de processamento, ou registrador utilizado como contador de programa ou, ainda, registrador utilizado como armazenador de endereços, etc.

Com o desenvolvimento da eletrônica foi possível a construção da unidade central de processamento em um único circuito integrado. Por ser um processador de um único circuito integrado que apresenta dimensões bastante diminutas em relação aos processadores anteriores, esses circuitos recebem o nome de microprocessadores.

"Bus" de informação

Pudemos perceber até aqui que entre a unidade central de processamento, a memória e os dispositivos de entrada e saída deve haver uma transferência de sinais elétricos para transmissão de informação.

Essas informações podem ser classificadas como dados ou endereços ou sinais de controle. Assim sendo, temos três tipos de linhas diferentes para a transmissão dos sinais elétricos, as quais damos o nome de barramento ou *"bus"*. Portanto, dentro de um sistema temos o *"bus"* de dados, o *"bus"* de endereços e o *"bus"* de controle, como podemos ver representados na figura a seguir.



Sistemas básicos de um microprocessador

Sistema síncrono

É aquele que executa suas funções sob o comando de um sinal de relógio (chamado de *CLOCK)*, que fornece os tempos para a execução de cada passo a ser obedecido.

Sistema seqüencial

É aquele que obedece a uma seqüência pré-fixada na execução de uma função.

Um exemplo típico é o seletor de canais mecânico, o qual, para irmos do canal 4 para o canal 7, temos que obedecer a uma das duas seqüências abaixo:

4-5-6-7 ou 4-3-2-*-13-12

Em oposição, temos o sistema aleatório, que não segue um padrão pré-fixado.

Um bom exemplo é o seletor de canais digital. O microprocessador é uma máquina seqüencial.

8 - PROGRAMAÇÃO

Como base para a Mecatrônica, veremos nesse capítulo os temas da Lógica de Programação, algoritmo, linguagens de programação e apresentaremos os fundamentos da Linguagem C.

LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

Lógica

A lógica de programação é necessária para pessoas que desejam trabalhar com desenvolvimento de sistemas e programas; ela permite definir a seqüência lógica para o desenvolvimento.

Então o que é lógica?

> Lógica de programação é a técnica de encadear pensamentos para atingir determinado objetivo.

Seqüência lógica

Esses pensamentos podem ser descritos como uma seqüência de instruções, que deve ser seguida para se cumprir uma determinada tarefa.

> Seqüência lógica são passos executados até atingir um objetivo ou solução de um problema.

Instruções

Na linguagem comum, entende-se por instruções "um conjunto de regras ou normas definidas para a realização ou emprego de algo". Em informática, porém, instrução é a informação que indica a um computador uma ação elementar a executar.

Convém ressaltar que uma ordem isolada não permite realizar o processo completo; para isso é necessário um conjunto de instruções colocadas em ordem seqüencial lógica.

Por exemplo, se quisermos fazer uma omelete de batatas, precisaremos colocar em prática uma série de instruções: descascar as batatas, bater os ovos, fritar as batatas, etc... É evidente que essas instruções têm que ser executadas em uma ordem adequada – não se pode descascar as batatas depois de fritá-las.

Dessa maneira, uma instrução tomada em separado não tem muito sentido; para obtermos o resultado, precisamos colocar em prática o conjunto de todas as instruções, na ordem correta.

> Instruções são um conjunto de regras ou normas definidas para a realização ou emprego de algo. Em informática, é o que indica a um computador uma ação elementar a executar.

Algoritmo

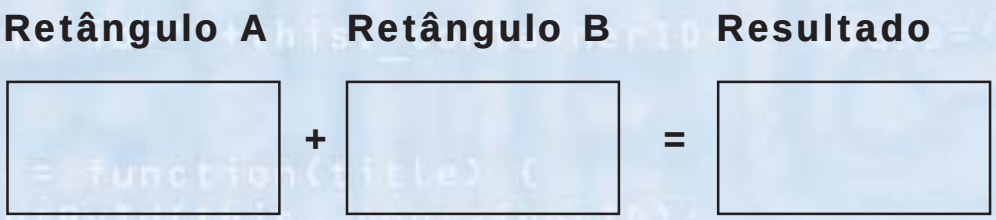
Um algoritmo é formalmente uma seqüência finita de passos que levam à execução de uma tarefa. Podemos pensar em algoritmo como uma receita, uma seqüência de instruções que dão cabo de uma meta específica. Essas tarefas não podem ser redundantes nem subjetivas na sua definição; devem ser claras e precisas.

Como exemplos de algoritmos, podemos citar os algoritmos das operações básicas (adição, multiplicação, divisão e subtração) de números reais decimais. Outros exemplos seriam os manuais de aparelhos eletrônicos, que explicam passo a passo como, por exemplo, reproduzir um DVD.

Até mesmo as coisas mais simples podem ser descritas por seqüências lógicas. Por exemplo:

"Chupar uma bala":
- Pegar a bala
- Retirar o papel
- Chupar a bala
- Jogar o papel na lixeira.

"Somar dois números quaisquer":
- Escreva o primeiro número no retângulo A
- Escreva o segundo número no retângulo B
- Some o número do retângulo A com número do retângulo B
- e coloque o resultado no retângulo C



Programas

Os programas de computadores nada mais são do que algoritmos escritos numa linguagem de computador (Pascal, C, Cobol, Fortran, Visual Basic, entre outras) e que são interpretados e executados por uma máquina, no caso um computador. Notem que dada essa interpretação rigorosa, um programa é por natureza muito específico e rígido em relação aos algoritmos da vida real.

Desenvolvendo algoritmos

Pseudocódigo

Os algoritmos são descritos em uma linguagem chamada pseudocódigo. Esse nome é uma alusão a posterior implementação em uma linguagem de programação, ou seja, quando formos programar em uma linguagem, por exemplo, Visual Basic, estaremos gerando código em Visual Basic. Por isso os algoritmos são independentes das linguagens de programação. Ao contrário de uma linguagem de programação, não existe um formalismo rígido de como deve ser escrito o algoritmo. O algoritmo deve ser fácil de se interpretar e fácil de codificar. Ou seja, ele deve ser o intermediário entre a linguagem falada e a linguagem de programação.

Regras para construção do algoritmo

Para escrever um algoritmo precisamos descrever a seqüência de instruções, de maneira simples e objetiva. Para isso utilizaremos algumas técnicas:

- Usar somente um verbo por frase
- Imaginar que você está desenvolvendo um algoritmo para pessoas que não trabalham com informática
- Usar frases curtas e simples
- Ser objetivo
- Procurar usar palavras que não tenham sentido dúbio.

Fases

Vimos que algoritmo é uma seqüência lógica de instruções que podem ser executadas.

É importante ressaltar que qualquer tarefa que siga determinado padrão pode ser descrita por um algoritmo, como por exemplo:

COMO FAZER ARROZ DOCE

ou então

CALCULAR O SALDO FINANCEIRO DE UM ESTOQUE

Entretanto, ao montar um algoritmo, precisamos primeiro dividir o problema apresentado em três fases fundamentais.

Entrada => Processamento => Saída

Onde temos:

ENTRADA: são os dados de entrada do algoritmo

PROCESSAMENTO: são os procedimentos utilizados para chegar ao resultado final

SAÍDA: são os dados já processados

Analogia com o homem

Exemplo de algoritmo

Imagine o seguinte problema: calcular a média final dos alunos da 3ª Série. Os alunos realizarão quatro provas: P1, P2, P3 e P4.

Onde:

$$\text{Média Final} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4}$$

Para montar o algoritmo proposto, faremos três perguntas:

a) Quais são os dados de entrada?

R: Os dados de entrada são P1, P2, P3 e P4.

b) Qual será o processamento a ser utilizado?

R: O procedimento será somar todos os dados de entrada e dividi-los por 4 (quatro):

$$\frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4}$$

c) Quais serão os dados de saída?

R: O dado de saída será a média final.

Algoritmo:

Receba a nota da prova 1
Receba a nota de prova 2
Receba a nota de prova 3
Receba a nota da prova 4
Some todas as notas e divida o resultado por 4
Mostre o resultado da divisão
Teste de Mesa

Após desenvolver um algoritmo ele deverá sempre ser testado. Esse teste é chamado de teste de mesa, que significa seguir as instruções do algoritmo de maneira precisa para verificar se o procedimento utilizado está correto ou não.

O QUE É UM DIAGRAMA DE BLOCOS?

O diagrama de blocos é uma forma padronizada e eficaz para representar os passos lógicos de um determinado processamento.

Com o diagrama podemos definir uma seqüência de símbolos com significado bem preciso; portanto, sua principal função é a de facilitar a visualização dos passos de um processamento.

SIMBOLOGIA

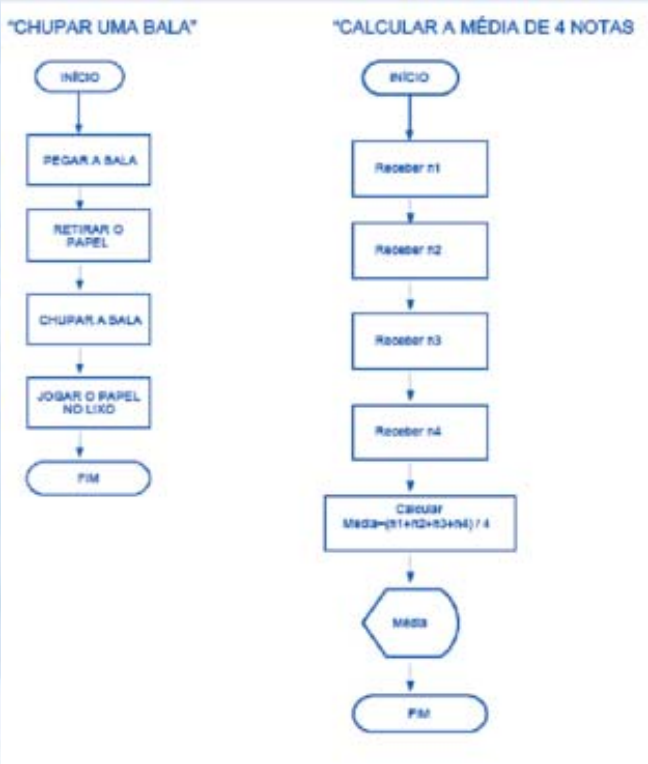
Existem diversos símbolos em um diagrama de bloco. No decorrer do curso apresentaremos os mais utilizados.

Veja no quadro abaixo alguns dos símbolos que iremos utilizar:

Símbolo	Função
TERMINAL	Indica o INICIO ou FIM de um processamento Exemplo: Início do algoritmo
PROCESSAMENTO	Processamento em geral Exemplo: Calculo de dois números
ENTRADA DE DADO MANUAL	Indica entrada de dados através do Teclado Exemplo: Digite a nota da prova 1
EXIBIR	Mostra informações ou resultados Exemplo: Mostre o resultado do calculo

Dentro do símbolo sempre terá algo escrito, pois somente os símbolos não nos dizem nada. Veja no exemplo a seguir:

Exemplo de diagrama de bloco:



veja que no exempolo da bala seguimos uma seqüência lógica somente com informações diretas, já no segundo exemplo utilizamos cálculos e exibimos o resultado do mesmo.

CONSTANTES, VARIÁVEIS E TIPOS DE DADOS.

Variáveis e constantes são os elementos básicos que um programa manipula. Uma variável é um espaço reservado na memória do computador para armazenar um tipo de dado determinado.

Variáveis devem receber nomes para poderem ser referenciadas e modificadas quando necessário. Um programa deve conter declarações que especificam de que tipo são as variáveis que ele utilizará e, às vezes, um valor inicial. Tipos podem ser, por exemplo: inteiros, reais, caracteres, etc. As expressões combinam variáveis e constantes para calcular novos valores.

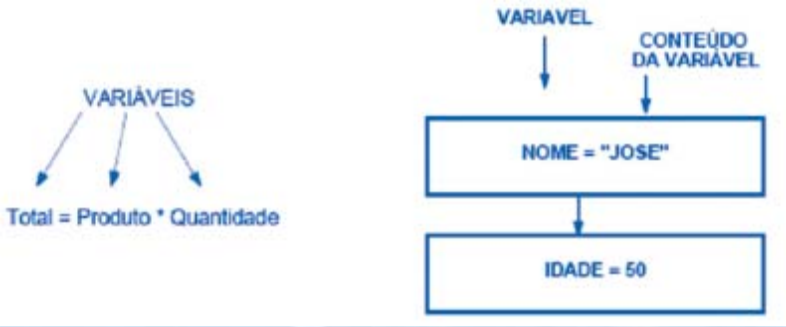
CONSTANTES

Constante é um determinado valor fixo que não se modifica ao longo do tempo, durante a execução de um programa. Conforme o seu tipo, a constante é classificada como sendo numérica, lógica e literal.

Variáveis

Variável é a representação simbólica dos elementos de certo conjunto. Cada variável corresponde a uma posição de memória, cujo conteúdo pode se alterado ao longo do tempo durante a execução de um programa. Embora uma variável possa assumir diferentes valores, ela só pode armazenar um valor a cada instante.

Exemplos de variáveis:



Tipos de variáveis

As variáveis e as constantes podem ser basicamente de quatro tipos: numéricas, caracteres, alfanuméricas ou lógicas.

NUMÉRICAS: Específicas para armazenamento de números que posteriormente poderão ser utilizados para cálculos. Podem ser ainda classificadas como inteiras ou reais.

As variáveis do tipo inteiro são para armazenamento de números inteiros e as reais são para o armazenamento de números que possuam casas decimais.

CARACTERES: Específicas para armazenamento de conjunto de caracteres que não contenham números (literais). Ex: nomes.

ALFANUMÉRICAS: Específicas para dados que contenham letras e/ou números. Pode, em determinados momentos, conter somente dados numéricos ou somente literais. Se usado somente para armazenamento de números, não poderão ser utilizadas para operações matemáticas.

LÓGICAS: Armazenam somente dados lógicos, que podem ser verdadeiros ou falsos.

Declaração de variáveis

As variáveis só podem armazenar valores de um mesmo tipo, de maneira que também são classificadas como sendo numéricas, lógicas e literais.

Operadores - Os operadores são meios pelos quais incrementamos, decrementamos, comparamos e avaliamos dados dentro do computador. Temos três tipos de operadores:

- Aritméticos
- Relacionais
- Lógicos

Operadores aritméticos - Os operadores aritméticos são os utilizados para obter resultados numéricos. Além da adição, subtração, multiplicação e divisão, esses também podem ser utilizados para exponenciação.

Os símbolos para os operadores aritméticos são:

. Adição: +
. Subtração: -
. Multiplicação: *
. Divisão: /
. Exponenciação: **

Hierarquia das operações aritméticas

1º ( ) Parênteses

2º Exponenciação

3º Multiplicação, divisão (o que aparecer primeiro)

4º + ou – (o que aparecer primeiro)

EXEMPLO:

```
TOTAL = PRECO * QUANTIDADE
1+7*2**2-1 = 28
3*(1-2)+4*2=5
```

Operadores relacionais

Os operadores relacionais são utilizados para comparar *strings* de caracteres e números. Os valores a serem comparados podem ser caracteres ou variáveis.

Esses operadores sempre retornam valores lógicos (verdadeiro ou falso - True ou False). Para estabelecer prioridades no que diz respeito a qual operação executar primeiro, utilize os parênteses.

Os operadores relacionais são:

. Igual a: **=**

. Diferente de: **< >** ou #

. Maior que: **>**

. Menor que: **<**

. Maior ou igual a: **> =**

. Menor ou igual a: **< =**

EXEMPLO:

Tendo duas variáveis A = 5 e B = 3

Os resultados das expressões seriam:

A = B Falso

A < > B Verdadeiro

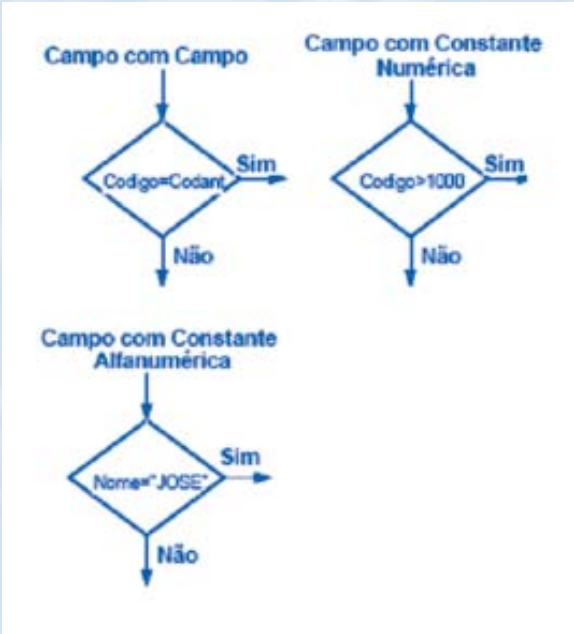
A > B Verdadeiro

A < B Falso

A > = B Verdadeiro

A < = B Falso

Símbolo utilizado para comparação entre expressões:



Operadores lógicos

Os operadores lógicos servem para combinar resultados de expressões, retornando se o resultado final é verdadeiro ou falso.

Os operadores lógicos são:

. E: AND
. OU: OR
. NÃO: NOT
. E / AND: Uma expressão AND (E) é verdadeira se todas as condições forem verdadeiras
. OR/OU: Uma expressão OR (OU) é verdadeira se pelo menos uma condição for verdadeira
. NOT: Uma expressão NOT (NÃO) inverte o valor da expressão ou condição; se verdadeira inverte para falsa e vice-versa.

A tabela abaixo mostra todos os valores possíveis criados pelos três operadores lógicos (AND, OR e NOT):

1º VALOR	OPERADOR	2º VALOR	RESULTADO
T	AND	T	T
T	AND	F	F
F	AND	T	F
F	AND	F	F
T	OR	T	T
T	OR	F	T
F	OR	T	T
F	OR	F	F
T	NOT		F
F	NOT		T

EXEMPLOS:

Suponha que temos três variáveis: A = 5, B = 8 e C =1.

Os resultados das expressões seriam:

EXPRESSÕES			RESULTADO
A=B	AND	B>C	Falso
A<>B	OR	B<C	Verdadeiro
A>B	NOT		Verdadeiro
A<B	AND	B>C	Verdadeiro
A>=B	OR	B=C	Falso
A<=B	NOT		Falso

Operações lógicas

Operações lógicas são utilizadas quando se torna necessário tomar decisões em um diagrama de bloco.

Num diagrama de bloco, toda decisão terá sempre como resposta o resultado VERDADEIRO ou FALSO.

Como no exemplo do algoritmo "CHUPAR UMA BALA", imaginemos que algumas pessoas não gostem de chupar bala de morango; nesse caso teremos que modificar o algoritmo para:

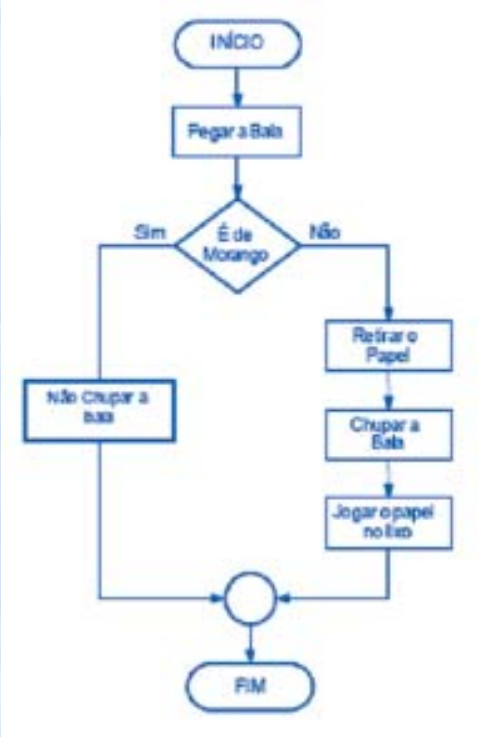
"Chupar uma bala"

- Pegar a bala
- A bala é de morango?
- Se **sim**, não chupe a bala
- Se **não**, continue com o algoritmo
- Retirar o papel
- Chupar a bala
- Jogar o papel na lixeira.

Exemplo de algoritmo "Chupar Bala" utilizando diagrama de blocos:

Estrutura de decisão e repetição

Como vimos em 'operações lógicas', verificamos que na maioria das vezes necessitamos tomar decisões no andamento do algoritmo. Essas decisões interferem diretamente no andamento do programa. Trabalharemos com dois tipos de estrutura: a de decisão e a de repetição.



Comandos de decisão

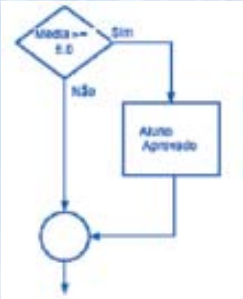
Os comandos de decisão ou desvio fazem parte das técnicas de programação que conduzem a estruturas de programas que não são totalmente seqüenciais. Com as instruções de SALTO ou DESVIO pode-se fazer com que o programa proceda de uma ou outra maneira, de acordo com as decisões lógicas tomadas em função dos dados ou resultados anteriores. As principais estruturas de decisão são: "*Se Então*", "*Se então Senão*" e "*Caso Selecione*".

SE ENTÃO / IF ... THEN

A estrutura de decisão "SE/IF" normalmente vem acompanhada de um comando, ou seja, se determinada condição for satisfeita pelo comando SE/IF então execute determinado comando.

Imagine um algoritmo que determinado aluno somente estará aprovado se sua média for maior ou igual a 5.0.

Em diagrama de blocos ficaria assim:



Em Visual Basic:

```
IF MEDIA >=5 THEN
        TEXT1 = "APROVADO"
ENDIF
```

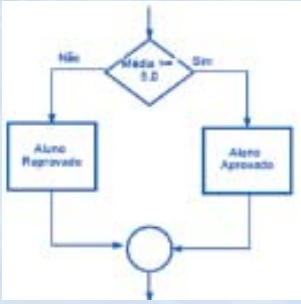
SE ENTÃO SENÃO / IF ... THEN ... ELSE

A estrutura de decisão "SE/ENTÃO/SENÃO" funciona exatamente como a estrutura "SE", com apenas uma diferença: em "SE" somente podemos executar comandos caso a condição seja verdadeira, diferente de "SE/SENÃO", pois aqui sempre um comando será executado independentemente da condição, ou seja, caso a condição seja "verdadeira" o comando da condição será executado; caso contrário, o comando da condição "falsa" será executado.

Em algoritmo ficaria assim:

```
MÉDIA >=5 ENTÃO
     ALUNO APROVADO
SENÃO
     ALUNO REPROVADO
```

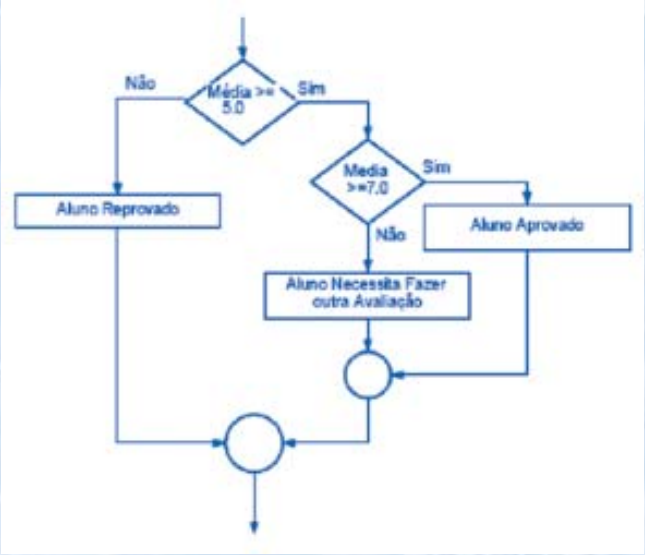
Em diagrama:



Em Visual Basic:

```
IF MEDIA >=5 THEN
    TEXT1="APROVADO"
ELSE
    TEXT1=REPROVADO
ENDIF
```

No exemplo acima está sendo executada uma condição que, se for verdadeira, executa o comando "APROVADO", caso contrário executa o segundo comando "REPROVADO". Podemos também, dentro de uma mesma condição, testar outras condições. Como no exemplo abaixo:



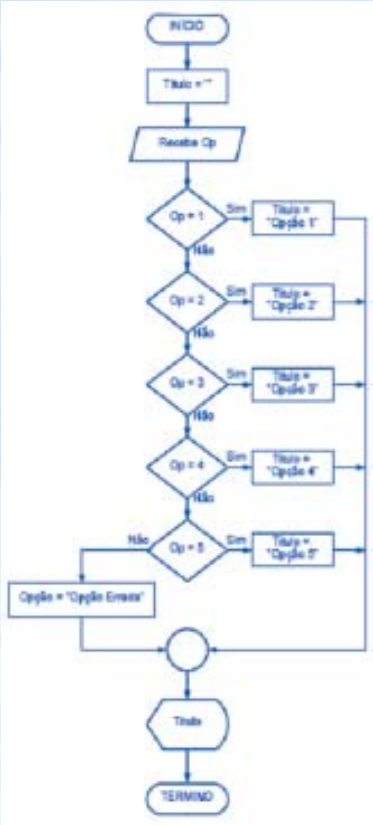
Em Visual Basic:

```
IF MEDIA>=5 THEN
    IF MEDIA>=7.0 THEN
        TEXT1="ALUNO APROVADO"
    ELSE
        TEXT1="ALUNO NECESSITA FAZER OUTRA AVALIAÇÃO"
    ENDIF
ELSE
    TEXT1="ALUNO REPROVADO"
ENDIF
```

CASO SELECIONE / SELECT ... CASE

A estrutura de decisão CASO/SELECIONE é utilizada para testar, na condição, uma única expressão que produz um resultado ou, então, o valor de uma variável em que está armazenado um determinado conteúdo. Compara-se, então, o resultado obtido no teste com os valores fornecidos em cada cláusula "Caso".

No exemplo do diagrama de blocos abaixo, é recebida uma variável “Op” e testado seu conteúdo; caso uma das condições seja satisfeita, é atribuída para a variável-título a *string* “Opção X”. Caso contrário, é atribuído a *string* “Opção Errada”.



Em Visual Basic utilizamos a seguinte seqüência de comandos para representar o diagrama anterior:

```
TITULO = “”
OP=INPUTBOX(“DIGITE A OPÇÃO”)
SELECT CASE OP
            CASE 1
                 TITULO=”OPÇÃO1”
            CASE 2
                 TITULO=”OPÇÃO2”
            CASE 3
                 TITULO=”OPÇÃO3”
            CASE 4
                 TITULO=OPÇÃO4”
            CASE 5
                 TITULO=OPÇÃO5”
            CASE ELSE
                 TITULO=”OPÇÃO ERRADA”
END SELECT

LABEL1.CAPTION=TITULO
```

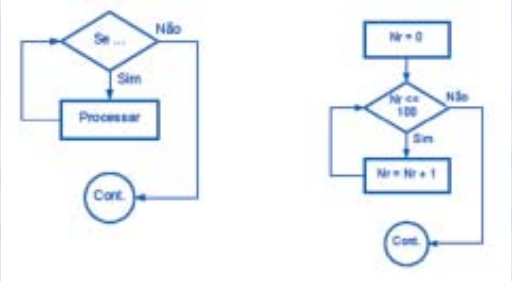
Comandos de repetição

Utilizamos os comandos de repetição quando desejamos que um determinado conjunto de instruções ou comandos seja executado um número definido ou indefinido de vezes, ou enquanto um determinado estado de coisas prevalecer ou até que seja alcançado. Trabalharemos com modelos de comandos de repetição, como descrito a seguir.

Enquanto x, processar (*Do While ...Loop*)

Nesse caso, o bloco de operações será executado enquanto a condição x for verdadeira. O teste da condição será sempre realizado antes de qualquer operação. Enquanto a condição for verdadeira, o processo se repete. Podemos utilizar essa estrutura para trabalharmos com contadores.

Em diagrama de bloco a estrutura é a seguinte:

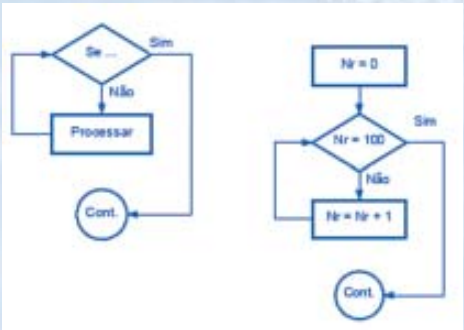


Em Visual Basic

```
Nr=0
Do While Nr<=100
     Nr=Nr+1
Loop
```

Até que x, processar... (Do Until... Loop)

Nesse caso, o bloco de operações será executado até que a condição seja satisfeita, ou seja, somente executará os comandos enquanto a condição for falsa.



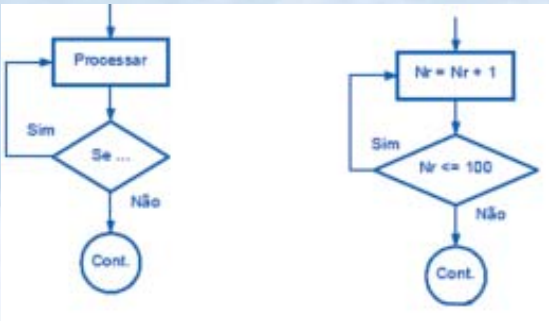
Em Visual Basic

```
Nr=0
Do Until Nr=100
    Nr=Nr+1
Loop

Label1.caption=Nr
```

Processar..., Enquanto x (Do... Loop While)

Nesse caso primeiro são executados os comandos, e somente depois é realizado o teste da condição. Se a condição for verdadeira, os comandos são executados novamente; caso seja falsa, é encerrado o comando DO.



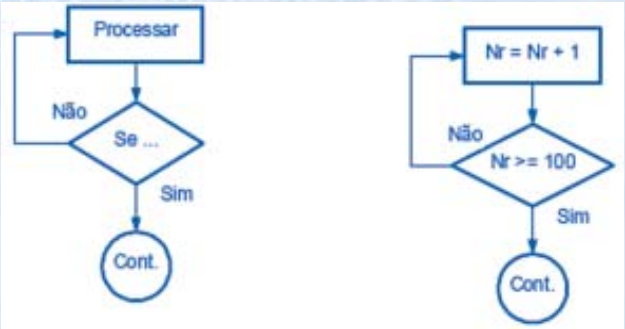
Em Visual Basic:

```
Nr=0
Do
    Nr=Nr+1
Loop While Nr<=100

Label1.caption=Nr
```

Processar..., Até que x (Do... Loop Until)

Nesse caso, executa-se primeiro o bloco de operações e somente depois é realizado o teste de condição. Se a condição for verdadeira, o fluxo do programa continua normalmente. Caso contrário são processados novamente os comandos antes do teste da condição.



Em Visual Basic:

```
nr=0
Do
    nr=nr+1
Loop Until nr>=100

Label1.caption=nr
```

ARQUIVOS DE DADOS

Os dados manipulados até o momento estavam em memória, ou seja, após a execução do diagrama os dados se perdiam. Para resolver esse problema começaremos a trabalhar com arquivos, onde poderemos guardar os dados e também manipulá-los. Para isso necessitamos rever alguns conceitos como campos, registros e arquivos.

CONCEITOS BÁSICOS

CAMPO é um espaço reservado em memória para receber informações (dados).

Exemplo: Campo Nome, Campo Endereço

REGISTRO é um conjunto de campos.

Exemplo: Registro de Clientes

COD-CLI	NOME	ENDEREÇO	FONE
0001	MARIA DAS GRAÇAS	RUA DAS DORES, 1400	888-9876

ARQUIVO é um conjunto de registros.

Abertura de arquivos

Toda vez que for necessário trabalhar com arquivo, primeiramente precisamos abri-lo. Abrir o arquivo significa alocar o periférico (disco, disquete) em que o arquivo se encontra e deixá-lo disponível para leitura/gravação.

O símbolo para abertura de arquivo:

Fechamento de arquivos

Da mesma maneira que precisamos abrir um arquivo antes do processamento, também se faz necessário o fechamento do mesmo, para impedir que suas informações sejam violadas ou danificadas.

Fechar um arquivo significa liberar o periférico que estava sendo utilizado.

O símbolo para fechamento de arquivo:

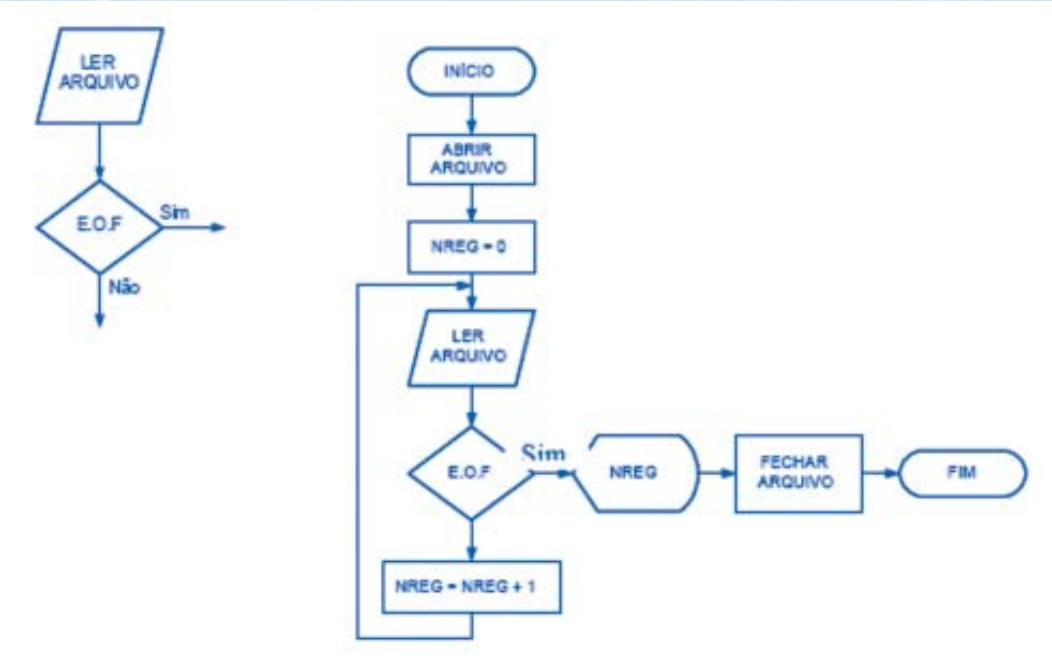
Leitura de arquivos

Após abrir um arquivo é necessário ler os dados que estão em disco e transferi-los para a memória. Essa transferência é feita por registro. Esse procedimento é gerenciado pelo próprio sistema operacional.

O símbolo para leitura de arquivo:

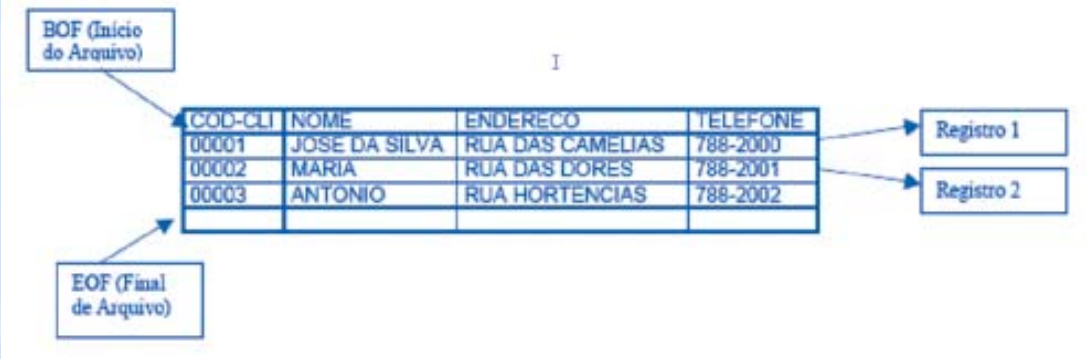
Toda vez que abrimos um arquivo ele posiciona o "ponteiro" no primeiro registro, ou seja, no início do arquivo. Para que possamos trabalhar com os dados se torna necessário sabermos onde está o ponteiro do registro. Poderemos fazer isso testando se o ponteiro está no início (**BOF – Bottom Of File**) ou no final do arquivo (**EOF – End Of File**). Esse é sempre executado após a leitura do registro (mudança da posição do ponteiro).

Exemplo de diagrama de bloco:



Movimentação de registros

Como dito no item anterior, quando um arquivo é aberto o ponteiro está no primeiro registro. A cada leitura do arquivo o ponteiro se movimenta para o próximo registro e assim por diante.



Gravação de arquivos

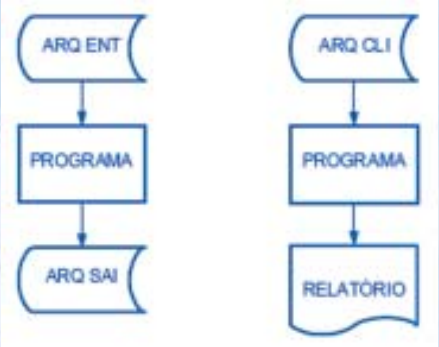
Da mesma maneira que os registros são lidos de um arquivo, também devemos gravar registros em um arquivo.

A gravação consiste na transferência de um registro da memória para um periférico (disco, disquete).

O símbolo para gravação de arquivos:

MACRO-FLUXO

O macro-fluxo é a representação gráfica dos arquivos que serão processados em um programa.



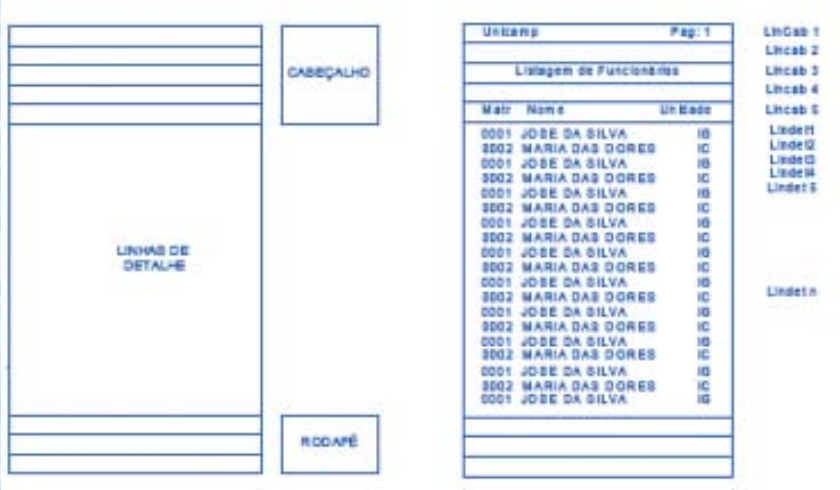
Esses dois exemplos de macro-fluxo dão uma visão geral de como devemos proceder com cada um dos programas. O primeiro diz que haverá um arquivo de entrada, um processamento e um arquivo de saída. Já o segundo exemplo diz que haverá um arquivo de entrada, um processamento e a saída, que formarão um relatório.

Relatórios

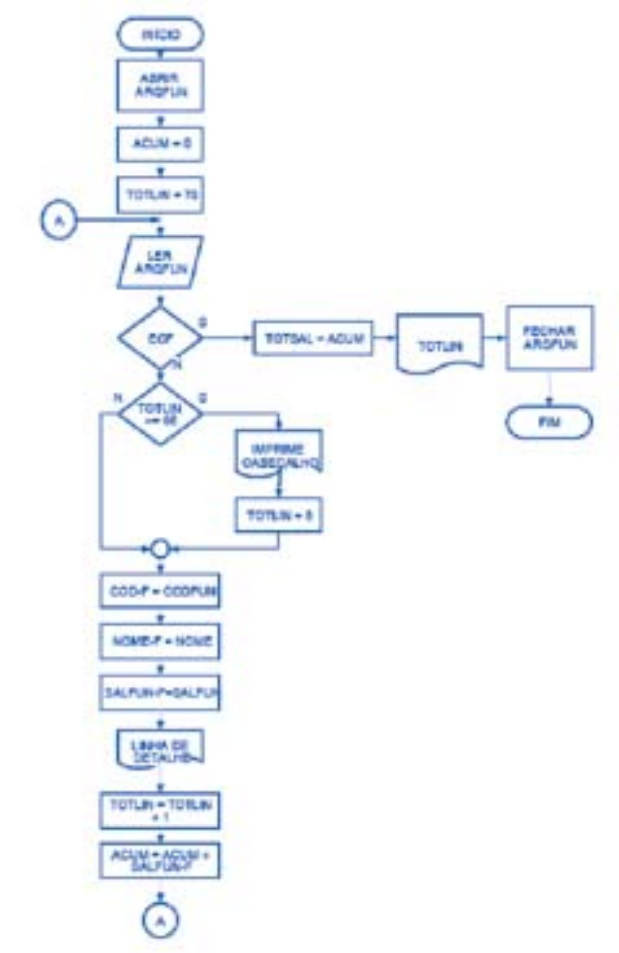
A impressão de relatórios é o registro de informações processadas pelo computador em um meio de armazenamento de dados chamado de formulário. Para efetuarmos a impressão de relatórios devemos nos preocupar com os seguintes aspectos:

- Características do formulário
- Controle de linhas e salto de página
- Impressão de cabeçalho e estética da página
- Impressão de rodapé
- Numeração de páginas

Para termos uma idéia melhor da estética do formulário, veja o exemplo abaixo:



Veja abaixo um exemplo de diagrama de bloco para impressão de relatório:



Características do formulário

A maioria dos formulários possui um formato-padrão, isto é, a quantidade de linhas por página e de caracteres por linha são constantes.

Controle de linhas e salto de páginas

Uma preocupação com impressão de relatórios é não permitir que a impressora imprima fora do papel.

Para controlarmos o número de linhas impressas, devemos criar um contador de linha e não deixar o valor desses contadores ultrapassarem o número desejado de linhas por páginas.

Impressão de cabeçalho e estética de página

Área de cabeçalho

Local onde devemos colocar um cabeçalho para identificar o assunto a que se refere o conteúdo da página como um todo, e um cabeçalho indicando o significado do conteúdo de cada coluna de informações. Pode haver outras linhas de cabeçalho de acordo com a necessidade.

Linha de detalhe

São as linhas geradas a partir de dados lidos de um arquivo.

Área de rodapé

Pode haver linhas contendo valores de totalizações de determinadas colunas e/ou linhas de identificação da empresa, ou outras informações quaisquer.

SIMBOLOGIA

Símbolo	Função
TERMINAL	Indica o INÍCIO ou FIM de um processamento Exemplo: Início do algoritmo
PROCESSAMENTO	Processamento em geral Exemplo: Calculo de dois números
ENTRA/SAÍDA	Operação de entrada e saída de dados Exemplo: Leitura e Gravação de Arquivos
DECISÃO	Indica uma decisão a ser tomada Exemplo: Verificação de Sexo
DESVIO	Permite o desvio para um ponto qualquer do programa
ENTRADA MANUAL	Indica entrada de dados através do Teclado Exemplo: Digite a nota da prova 1
EXIBIR	Mostra informações ou resultados Exemplo: Mostre o resultado do calculo
RELATÓRIO	Relatórios

Fundamentos da linguagem C

Você conhecerá a seguir os fundamentos da linguagem C. Serão apresentados os seguintes conteúdos: o conceito de linguagem de programação, linguagens de alto e baixo nível, linguagens genéricas e especificas. Será apresentado um breve histórico da criação da linguagem C e a descrição de suas características mais importantes. Por fim, será visto o aspecto geral de um código-fonte escrito em C.

Linguagens de programação

Um *programa* de computador é um conjunto de *instruções* que representam um algoritmo para a resolução de algum problema. Essas instruções são *escritas* através de um conjunto de *códigos* (símbolos e palavras). Esse conjunto de códigos possui regras de estruturação lógica e sintática própria. Dizemos que esse conjunto de símbolos e regras formam uma *linguagem de programação*.

Exemplos de códigos

Existem muitas linguagens de programação. Podemos escrever um algoritmo para resolução de um problema por intermédio de qualquer linguagem. A seguir mostramos alguns exemplos de trechos de códigos escritos em algumas linguagens de programação.

Exemplo 1: trecho de um algoritmo escrito em **Pseudo-linguagem** que recebe um número num e escreve a tabuada de 1 a 10 para esse valor:

```
leia num
para n de 1 até 10 passo 1 faça
tab □ imprime tab
fim faça
```

Exemplo 2: trecho do mesmo programa escrito em **linguagem C**:

```
scanf(&num);
for(n = 1; n <= 10; n++){
tab = num * n;
printf("\n %d", tab);
};
```

Exemplo 3: trecho do mesmo programa escrito em **linguagem Basic**:

```
10 input num
20 for n = 1 to 10 step 1
30 let tab = num * n
40 print chr$ (tab)
```

```
50 next n
```

Exemplo 4: trecho do mesmo programa escrito em **linguagem Fortran**:

```
 read (num);
 do 1 n = 1:10
 tab = num * n
 write(tab)
10 continue
```

Exemplo 5: trecho do mesmo programa escrito em **linguagem Assembly** para INTEL 8088:

```
MOV CX,0
IN  AX,PORTA
MOV DX,AX
LABEL:
INC CX
MOV AX,DX
MUL CX
OUT AX, PORTA
CMP CX,10
JNE LABEL
```

Linguagens de baixo e alto nível

Podemos dividir, genericamente, as linguagens de programação em dois grandes grupos: as linguagens de *baixo nível* e as de *alto nível*:

Linguagens de baixo nível - São linguagens voltadas para a máquina, isto é, são escritas usando as instruções do microprocessador do computador. São genericamente chamadas de linguagens *Assembly*.

Vantagens: Os programas são executados com maior *velocidade* de processamento e ocupam menos *espaço* na memória.

Desvantagens: Em geral, programas em *Assembly* têm pouca *portabilidade*, isto é, um código gerado para um tipo de processador não serve para outro. Códigos *Assembly* não são estruturados, tornando a *programação* mais difícil.

Linguagens de alto nível- São linguagens voltadas para o ser humano. Em geral utilizam sintaxe estruturada tornando seu código mais legível. Necessitam de *compiladores* ou *interpretadores* para gerar instruções do microprocessador. Interpretadores fazem a interpretação de *cada* instrução do programa fonte, executando-a dentro de um ambiente de programação, Basic e AutoLISP, por exemplo. Compiladores fazem a tradução de *todas* as instruções do programa fonte gerando um programa executável. Esses programas executáveis (*.exe)

podem ser executados fora dos ambientes de programação - C e Pascal, por exemplo. As linguagens de alto nível podem se distinguir, quanto à sua aplicação, em *genéricas* - como C, Pascal e Basic - ou *específicas,* como Fortran (cálculo matemático), GPSS (simulação), LISP (inteligência artificial) ou CLIPPER (banco de dados).

Vantagens: Por serem compiladas ou interpretadas têm *maior portabilidade,* podendo ser executadas em várias plataformas com pouquíssimas modificações. Em geral, a programação torna-se mais fácil por causa do maior ou menor grau de estruturação de suas linguagens.

Desvantagens: Em geral, as rotinas geradas (em linguagem de máquina) são mais genéricas e, portanto, mais complexas; por isso são mais lentas e ocupam mais memória.

Linguagem C

A linguagem C é uma linguagem de *alto nível, genérica.* Foi desenvolvida *por* programadores *para* programadores, tendo como meta características de flexibilidade e portabilidade. O C é uma linguagem que nasceu juntamente com o advento da teoria de *linguagem estruturada* e do *computador pessoal*. Assim, tornou-se rapidamente uma linguagem "popular" entre os programadores. O C foi usado para desenvolver o sistema operacional UNIX, e hoje está sendo utilizado para desenvolver novas linguagens, entre elas a linguagem C++ e Java.

Características do C

Entre as principais características do C, podemos citar:

- O C é uma linguagem de alto nível com uma sintaxe bastante estruturada e flexível, tornando sua programação bastante simplificada.
- Programas em C são compilados, gerando programas executáveis.
- O C compartilha recursos tanto de alto quanto de baixo nível, pois permite acesso e programação direta do microprocessador. Com isso, rotinas cuja dependência do tempo é crítica podem ser facilmente implementadas usando instruções em *Assembly*. Por essa razão o C é a linguagem preferida dos programadores de aplicativos.
- O C é uma linguagem estruturalmente simples e de grande portabilidade. O compilador C gera códigos mais enxutos e velozes do que muitas outras linguagens.
- Embora estruturalmente simples (poucas funções intrínsecas), o C não perde funcionalidade, pois permite a inclusão de uma farta quantidade de rotinas do usuário. Os fabricantes de compiladores fornecem uma ampla variedade de rotinas pré-compiladas em bibliotecas.

Histórico

1970: *Denis Ritchie* desenha uma linguagem a partir do BCPL nos laboratórios da *Bell Telephones, Inc*. Chama a linguagem de B.

1978: *Brian Kerningham* junta-se a *Ritchie* para aprimorar a linguagem. A nova versão chama-se **C**. Pelas suas características de portabilidade e estruturação já se torna popular entre os programadores.

1980: A linguagem é padronizada pelo *American National Standard Institute*: surge o ANSI C.

1990: A *Borland International Co*, fabricante de compiladores profissionais, escolhe o C e o Pascal como linguagens de trabalho para o seu *Integrated Development Enviroment* (Ambiente Integrado de Desenvolvimento); surge o Turbo C.

1992: O C se torna ponto de concordância entre teóricos do desenvolvimento da teoria de *Object Oriented Programming* (programação orientada a objetos): surge o C++.

Estrutura de um programa em C

Um programa em C é constituído de:

- Um cabeçalho contendo as diretivas de compilador, onde se definem o valor de constantes simbólicas, declaração de variáveis, inclusão de bibliotecas, declaração de rotinas, etc.
- Um bloco de instruções principal e outros blocos de rotinas.
- Documentação do programa: comentários.

Exemplo de programa: O arquivo e0101.cpp contém um programa para calcular a raiz quadrada de um número real positivo:

Conjunto de caracteres

Um programa-fonte em C é um texto não-formatado escrito em um editor de textos usando um conjunto padrão de caracteres ASCII. A seguir estão os caracteres utilizados em C:

Caracteres válidos:

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
+ - * / \ = | & ! ? # % ( ) { } [ ] _ ‘ “ . , : < >

Caracteres não válidos:

@ $ ¨ á é õ ç

Os caracteres acima são válidos apenas em *strings*.

Comentários - Em C, comentários podem ser escritos em qualquer lugar do texto para facilitar a interpretação do algoritmo. Para que o comentário seja identificado como tal, ele deve ter um /* antes e um */ depois. Observe que no exemplo e0101.cpp todo o cabeçalho está dentro de um comentário.

Exemplo:

```
/*  - esta é uma linha de comentário em C */
```

Observação - O C++ permite que comentários sejam escritos de outra forma: colocando um // em uma linha, o compilador entenderá que tudo que estiver à direita do símbolo é um comentário. Observe no programa-exemplo e0101.cpp as linhas de comentários colocadas à direita dos comandos.

Exemplo:

```
//  -  este é um comentário válido apenas em C++
```

Diretivas de compilação

Em C, existem comandos que são processados durante a compilação do programa. Esses comandos são genericamente chamados de *diretivas de compilação* e informam ao compilador do C basicamente quais são as constantes simbólicas usadas no programa e quais bibliotecas devem ser anexadas ao programa executável. A diretiva #include diz ao compilador para incluir na compilação do programa outros arquivos. Geralmente esses arquivos contêm bibliotecas de funções ou rotinas do usuário. A diretiva #define diz ao compilador quais são as constantes simbólicas usadas no programa.

Declaração de variáveis

Em C, como na maioria das linguagens, as variáveis devem ser declaradas no início do programa. Essas variáveis podem ser de vários tipos: int (inteiro), float (real de simples precisão) e outras.

Entrada e saída de dados

Em C existem várias maneiras de fazer a leitura e escrita de informações. Essas operações são chamadas de operações de entrada e saída.

Estruturas de controle

A linguagem C permite uma ampla variedade de estruturas de controle de fluxo de processamento. Duas das estruturas básicas (decisão e repetição) são muito semelhantes às estruturas usadas nas pseudo-linguagens algorítmicas.

Estrutura de decisão

Permite direcionar o fluxo lógico para dois blocos distintos de instruções, conforme uma condição de controle.

Pseudo-linguagem	**Linguagem C**
se *condição*	**if**(*condição*){
então *bloco 1*	*bloco 1*;
senão *bloco 2*	}**else**{
fim se	*bloco 2*;
	};

Estrutura de repetição

Permite executar repetidamente um bloco de instruções até que uma condição de controle seja satisfeita.

Pseudo-linguagem	**Linguagem C**
faça	**do**{
bloco	*bloco*;
até *condição*	}**while**(*condição*);

O conteúdo desse capítulo foi baseada em:

Apostila "Lógica de programação", de Paulo Sérgio de Morais, editada pela Unicamp.

Apostila "Fundamentos de Linguagem C", editada pelo SENAI – RS.

9 - REDE DE COMUNICAÇÃO

A comunicação é uma das maiores necessidades da sociedade humana desde os primórdios de sua existência. Conforme as civilizações se espalhavam, ocupando áreas cada vez mais dispersas geograficamente, a comunicação à longa distância se tornava cada vez mais uma necessidade e um desafio. Formas de comunicação através de sinais de fumaça ou pombos-correio foram as maneiras encontradas por nossos ancestrais para tentar aproximar as comunidades distantes.

A invenção do telégrafo por Samuel F. B. Morse em 1838 inaugurou uma nova época nas comunicações. Nos primeiros telégrafos utilizados no século XIX, mensagens eram codificadas em cadeias de símbolos binários (código Morse) e então transmitidas manualmente por um operador através de um dispositivo gerador de pulsos elétricos. Desde então, a comunicação através de sinais elétricos atravessou uma grande evolução, dando origem à maior parte dos grandes sistemas de comunicação que temos hoje em dia, como o telefone, o rádio e a televisão.

A evolução no tratamento de informações não aconteceu somente na área da comunicação. Equipamentos para processamento e armazenamento de informações também foram alvo de grandes invenções ao longo do nosso desenvolvimento. A introdução de sistemas de computadores na década de *1950* foi, provavelmente, o maior avanço do século nesse sentido.

A conjunção dessas duas tecnologias - comunicação e processamento de informações - veio revolucionar o mundo em que vivemos, abrindo as fronteiras com novas formas de comunicação, e permitindo maior eficácia dos sistemas computacionais. Redes de computadores são hoje uma realidade nesse contexto. Para que possamos entendê-las, é necessário que observemos como se deu a evolução dos sistemas de computação até os dias de hoje, em que a distribuição do poder computacional é uma tendência indiscutível.

Na indústria, o trabalho com redes integradas de computadores é uma realidade inegável. O avanço nessa área permite o aprimoramento da criação de complexas linhas de produção.

EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO

Na década de 1950, computadores eram máquinas grandes e complexas, operadas por pessoas altamente especializadas. Usuários enfileiravam-se para submeter seus *jobs* (utilizando-se de leitoras de cartões ou fitas magnéticas) que eram processados em lote *(batch)*. Não havia nenhuma forma de interação direta entre usuários e máquina. Longos períodos de espera eram

comuns até que se pudesse obter algum resultado, dado que todo o processamento era feito job a job de acordo com a ordem a que eram submetidos.

Avanços na década de 1960 possibilitaram o desenvolvimento dos primeiros terminais interativos, permitindo aos usuários acesso ao computador central através de linhas de comunicação. Usuários passavam a ter então um mecanismo que possibilitava a interação direta com o computador, ao mesmo tempo em que os avanços nas técnicas de processamento davam origem a sistemas de tempo compartilhado *(time-sharing),* permitindo que as várias tarefas dos diferentes usuários ocupassem simultaneamente o computador central, através de uma espécie de revezamento no tempo de ocupação do processador.

Mudanças na caracterização dos sistemas de computação ocorreram durante a década de 1970: de um sistema único centralizado e de grande porte, disponível para todos os usuários de uma determinada organização, partia-se em direção à distribuição do poder computacional. O desenvolvimento de mini e microcomputadores de bom desempenho, com requisitos menos rígidos de temperatura e umidade, permitiu a instalação de considerável poder computacional em várias localizações de uma organização, ao invés da anterior concentração desse poder em uma determinada área. Com o desenvolvimento tecnológico, a contínua redução do custo do *hardware* acompanhada do aumento da capacidade computacional levou também ao uso cada vez maior dos microcomputadores. Esses sistemas pequenos e dispersos eram mais acessíveis ao usuário, possuíam uma responsividade melhor e eram mais fáceis de utilizar que os grandes sistemas centralizados com compartilhamento de tempo.

Embora o custo do *hardware* de processamento estivesse caindo, o preço dos equipamentos eletromecânicos continuava alto. Mesmo no caso de dados que podiam ser associados a um único sistema de pequeno porte, a economia de escala exigia que grande parte dos dados estivessem associados a um sistema de grande capacidade centralizado. Pela mesma razão de custo, justificava-se a utilização compartilhada de periféricos especializados, tais como uma impressora rápida e de qualidade. Assim, a interconexão entre os vários sistemas para o uso compartilhado de dispositivos periféricos tornou-se importante.

A capacidade de troca de informações também foi uma razão importante para a interconexão. Usuários individuais de sistemas de computação não trabalham isolados e necessitam de alguns dos benefícios oferecidos por um sistema centralizado. Entre esses, encontram-se a capacidade de troca de mensagens entre os diversos usuários e a facilidade de acesso a dados e programas de várias fontes quando da preparação de um documento, ou mesmo da simples análise de dados ou implementação de um programa. Ambientes de trabalho cooperativo se tomaram uma realidade tanto nas empresas como nas universidades, tomando ainda mais necessária a interconexão dos equipamentos nessas organizações.

A busca de soluções para os problemas de performance também impulsionou os pesquisadores a criar novas arquiteturas que propunham a distribuição e o paralelismo como forma de melhorar o desempenho, a confiabilidade e a modularidade dos sistemas computacionais.

EVOLUÇÃO DAS ARQUITETURAS

A maioria dos computadores projetados até a década de 1980 teve sua concepção baseada no modelo original de *Von Neumann.* O casamento perfeito entre o modo como os programas são desenvolvidos e a maneira como são interpretados foi uma das razões para o grande sucesso de tal modelo. Ele oferece um mecanismo simples e bastante eficiente, desde que a computação seja puramente seqüencial.

A revolução nos sistemas de computadores começou com os avanços da tecnologia de integração de circuitos, que reduziram em muito os custos das partes de tais sistemas. Várias arquiteturas foram então propostas, dentro das restrições de tecnologia de cada época, tentando contornar as limitações do modelo de Von Neumann no que diz respeito ao custo, confiabilidade e desempenho.

A idéia de seqüências múltiplas e independentes de instruções, em um sistema composto por vários elementos de processamento compartilhando um espaço comum de memória, aparece em uma outra arquitetura, contornando a restrição de controle centralizado do modelo Von Neumann, tendo sido citada na literatura como *Sistemas de Multiprocessadores Fortemente Acoplados.* As principais características desses sistemas, de acordo com Enslow [Enslow 74], são as seguintes:

- Dois ou mais processadores de capacidades aproximadamente iguais.
- Todos os processadores dividem o acesso a uma memória comum.
- Todos os processadores compartilham os canais de entrada/saída, unidades de controle e dispositivos periféricos.
- O sistema total é controlado por um único sistema operacional.

Por último, surgiram os *Sistemas de Processamento Distribuído,* definidos por Eckhouse [Eckhouse 78] como "uma coleção de elementos de processamento interconectados, tanto lógica quanto fisicamente, para execução cooperativa de programas de aplicação, com controle geral dos recursos descentralizado". Tal definição exclui dessa classe os *Sistemas de Multiprocessadores Fortemente Acoplados.*

Em *Sistemas Distribuídos,* também chamados *Sistemas Fracamente Acoplados,* o estado do sistema é fragmentado em partes que residem em diferentes processadores e memórias, com a comunicação entre essas partes sujeita a retardos variáveis e desconhecidos.

A diferença marcante entre sistemas fortemente acoplados e sistemas fracamente acoplados reside no fato de que, em sistemas fracamente acoplados, a única forma de interação entre os módulos processadores se dá através da troca de mensagens, enquanto que em sistemas fortemente acoplados existe uma memória compartilhada entre os módulos. Em sistemas distribuídos é impossível forçar a simultaneidade de eventos. A mínima interferência na execução de tarefas paralelas vai permitir a obtenção de sistemas de grande desempenho.

A não existência de qualquer elemento sem o qual o sistema pára totalmente lhe confere alta confiabilidade. A possibilidade de utilização em larga escala de um pequeno número de elementos básicos de *hardware* e *software* é responsável pelo elevado grau de modularidade do sistema. Além disso, não existe nenhuma restrição inerente à estrutura que impeça o crescimento do sistema, o que lhe confere alta expansibilidade.

Várias são as razões para o uso de sistemas de múltiplos processadores (sejam eles sistemas fortemente ou fracamente acoplados):

- **CUSTO / DESEMPENHO**: a evolução da tecnologia de síntese de circuitos integrados tem conduzido os custos de microprocessadores e memórias a valores bem reduzidos. Um forte argumento para sistemas baseados em microprocessadores é seu alto potencial na relação entre o custo e o desempenho.

- **RESPONSIVIDADE**: um sistema de múltiplos processadores pode apresentar um grande potencial de processamento e responsividade, pois pode ser moldado à aplicação.

- **MODULARIDADE**: existem várias razões para fazermos um sistema de computação modular. A primeira é uma relação custo/desempenho satisfatória para vários tipos de configurações. Por exemplo, um pequeno número de processadores para pequenos volumes de carga e um grande número para volumes elevados. Uma outra razão diz respeito ao crescimento incremental, ou expansibilidade. Um sistema bem projetado pode superar problemas de sobrecarga e/ou abranger uma maior gama de aplicações pela simples inclusão de processadores. Uma terceira razão vem do fato de podermos utilizar em larga escala um conjunto de componentes básicos para a realização do sistema, o que simplifica não só o projeto, mas também sua futura manutenção.

- **CONFIABILIDADE**: uma vez que a redundância é o ingrediente básico no projeto de um sistema confiável, uma arquitetura contendo um número elevado de componentes idênticos constitui-se em uma ótima estrutura, na qual a redundância pode ser incluída sem que o sistema seja duplicado como um todo. Além disso, o sistema pode possuir mecanismos de reconfiguração que o torne tolerante a certas falhas, degradando apenas seu desempenho, podendo apresentar assim uma grande disponibilidade. Mais ainda: em sistemas centralizados as falhas não são confinadas, ou seja, a abrangência de uma falha simples é muito maior, resultando em uma operação de reconfiguração mais complexa e mais cara.

- **CONCORRÊNCIA**: máquinas destinadas a aplicações que requisitam alto desempenho exigem, em geral, a adoção de soluções que envolvam a utilização em larga escala de elementos concorrentes de processamento.

As desvantagens de um sistema de múltiplos processadores podem ou não mascarar as vantagens, de acordo com os requisitos particulares do sistema. Dentre elas podemos citar:

- O desenvolvimento de *software* aplicativo para tais sistemas pode ser mais complexo e, portanto, mais caro que para sistemas centralizados, especialmente quando estão envolvidas máquinas de mais de um fabricante.

• A decomposição de tarefas é mais complexa, quer realizada automaticamente pelo *software* do sistema, ou explicitamente pelo programador.

• O desenvolvimento do *software* de diagnóstico geralmente é mais difícil e, em conseqüência, mais caro.

• Um sistema distribuído é mais dependente da tecnologia de comunicação, em particular aqueles em que os processadores estão geograficamente dispersos e a demanda de tráfego de comunicação é alta.

• O tempo de serviço de um sistema com múltiplos processadores pode ultrapassar os limites máximos de tolerância, se a estrutura de comunicação entre os processadores não suportar a taxa de transmissão de mensagem necessária.

• Uma falha na estrutura de comunicação pode fazer com que os sintomas de um defeito em um processador reflitam em outros.

• Existe certa perda de controle em sistemas distribuídos. Neles é difícil gerenciar os recursos, forçar padronizações para o *software* e dados, e gerenciar informações disponíveis. A manutenção da integridade dos dados, da segurança e da privacidade é também uma tarefa mais complexa.

Embora difícil de caracterizar, a arquitetura de múltiplos processadores tem melhor aplicação em sistemas que exigem grande disponibilidade, grandes requisitos de vazão, tempos de resposta garantidos e baixos, alto grau de modularidade, e também onde as tarefas podem ser executadas de modo concorrente.

Um *Sistema Distribuído* vai ser formado por um conjunto de módulos processadores interligados por um sistema de comunicação. Vemos assim, que a interconexão de sistemas com poder computacional veio atender a duas necessidades distintas:

1 - A construção de sistemas com maior desempenho e maior confiabilidade.

2 - O compartilhamento de recursos.

Alguns autores consideram como Sistema Distribuído apenas aqueles construídos para atender a primeira necessidade, classificando como *Redes de Computadores* os sistemas construídos com a finalidade de permitir o compartilhamento de recursos. Outros autores preferem classificar todos esses sistemas como Sistemas Distribuídos, e subclassificá-los em Máquinas de Arquitetura Distribuída e Redes de Computadores.

Uma *Máquina de Arquitetura Distribuída* é composta por um número ilimitado mas finito de módulos autônomos de processamento, interconectados para formar um único sistema, no qual o controle executivo global é implementado através da cooperação de elementos descentralizados. Não é suficiente que os processadores apareçam para o usuário como um sistema virtual único, é necessário que apareçam como um sistema real único em todos os níveis de abstração.

Conceitualmente, um único sistema operacional controla todos os recursos físicos e lógicos de maneira integrada, tendo, no entanto, seu núcleo e suas estruturas de dados distribuídos pelos vários processadores e memórias. Essas cópias do núcleo devem ser entidades individuais que executam concorrentemente, assincronamente e sem qualquer hierarquia ou relação mestre-escravo, de forma a constituir um organismo único.

Uma *Rede de Computadores* também é formada por um número ilimitado mas finito de módulos autônomos de processamento interconectados, no entanto, a independência dos vários módulos de processamento é preservada na sua tarefa de compartilhamento de recursos e troca de informações. Não existe nesses sistemas a necessidade de um sistema operacional único, mas sim a cooperação entre os vários sistemas operacionais na realização das tarefas de compartilhamento de recursos e troca de informações.

REDES DE COMPUTADORES

Uma *Rede de Computadores* é formada por um conjunto de módulos processadores (MPs) capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação.

O *sistema de comunicação* vai se constituir de um arranjo topológico interligando os vários módulos processadores através de enlaces físicos *(meios de transmissão)* e de um conjunto de regras com o fim de organizar a comunicação *(protocolos).*

Redes de computadores são ditas *confinadas* quando as distâncias entre os módulos processadores são menores que alguns poucos metros. Redes Locais de Computadores são sistemas cujas distâncias entre os módulos processadores se enquadram na faixa de alguns poucos metros a alguns poucos quilômetros. Sistemas cuja dispersão é maior do que alguns quilômetros são chamados de Redes Geograficamente Distribuídas.

Redes Locais (Local Area Networks - LANs) surgiram dos ambientes de institutos de pesquisa e universidades. Como vimos, as mudanças no enfoque dos sistemas de computação que ocorreram durante a década de 1970 levaram em direção à distribuição do poder computacional. O desenvolvimento de mini e microcomputadores de bom desempenho permitiu a instalação de considerável poder computacional em várias unidades de uma organização, ao invés da anterior concentração em uma determinada área. Redes locais surgiram, assim, para viabilizar a troca e o compartilhamento de informações e dispositivos periféricos (recursos de *hardware* e *software*), preservando a independência das várias estações de processamento e permitindo a integração em ambientes de trabalho cooperativo.

Pode-se caracterizar uma *rede local* como sendo uma rede que permite a interconexão de equipamentos de comunicação de dados numa pequena região. De fato, tal definição é bastante vaga principalmente no que diz respeito às distâncias envolvidas. Em geral, nos dias de hoje, costuma-se considerar “pequena região” distâncias entre 100 metros e 25 Km, muito embora as

limitações associadas às técnicas utilizadas em redes locais não imponham limites a essas distâncias. Outras características típicas encontradas e comumente associadas a redes locais são: altas taxas de transmissão e baixas taxas de erro. É importante notar que os termos "pequena região", "altas taxas de transmissão" ou "baixas taxas de erro" são susceptíveis à evolução tecnológica; os valores que associamos a esses termos estão ligados à tecnologia atual e certamente não serão mais os mesmos dentro de poucos anos. Outra característica dessas redes é que elas são, em geral, de propriedade privada.

Quando a distância de ligação entre os vários módulos processadores começa a atingir distâncias metropolitanas, chamamos esses sistemas não mais de redes locais, mas de *Redes Metropolitanas (Metropolitan Area Networks* - MANs). A definição do termo "rede metropolitana" surgiu com o aparecimento do padrão IEEE 802.6. Uma rede metropolitana apresenta características semelhantes às das redes locais, sendo que as MANs, em geral, cobrem distâncias maiores do que as LANs operando em velocidades maiores.

Redes Geograficamente Distribuídas (Wide Area Networks - WANs) surgiram da necessidade de se compartilhar recursos especializados por uma maior comunidade de usuários geograficamente dispersos. Por terem um custo de comunicação bastante elevado (circuitos para satélites e enlaces de microondas), tais redes são em geral públicas, isto é, o sistema de comunicação, chamado *sub-rede de comunicação,* é mantido, gerenciado e de propriedade de grandes operadoras (públicas ou privadas), e seu acesso é público.

Face a várias considerações em relação ao custo, a interligação entre os diversos módulos processadores em uma determinada rede determinará a utilização de um arranjo topológico específico e diferente daqueles utilizados em redes locais. Ainda por problemas de custo, nos seus primórdios, as velocidades de transmissão empregadas eram baixas: da ordem de algumas dezenas de kilobits/segundo. Por questão de confiabilidade, caminhos alternativos devem ser oferecidos de forma a interligar os diversos módulos processadores.

PARÂMETROS DE COMPARAÇÃO

A escolha de um tipo particular de rede para suporte a um dado conjunto de aplicações é uma tarefa difícil. Cada arquitetura possui certas características que afetam sua adequação a uma aplicação em particular. Nenhuma solução pode chamar para si a classificação de ótima quando analisada em contexto geral, e até mesmo em particular. Muitos atributos entram em jogo, o que torna qualquer comparação bastante complexa. Esses atributos dizem respeito a:

- Custo
- Tempo de resposta
- Desempenho
- Modularidade
- Complexidade lógica
- Disponibilidade
- Dispersão geográfica
- Confiabilidade
- Velocidade
- Facilidade de desenvolvimento
- Capacidade de reconfiguração
- Facilidade de uso
- Facilidade de manutenção

Custo

O custo de uma rede é dividido entre o custo das estações de processamento (microcomputadores, etc.), o custo das interfaces com o meio de comunicação e o custo do próprio meio de comunicação. Uma vez que o desenvolvimento tecnológico continuará reduzindo cada vez mais o custo das estações, é necessário que o custo das conexões (interfaces) seja minimizado.

O custo das conexões dependerá muito do desempenho que se espera da rede. Redes de baixo a médio desempenho usualmente empregam poucas estações com uma demanda de taxas de dados e volume de tráfego pequeno. Isso vai permitir o desenvolvimento de interfaces de baixo custo, a despeito de suas limitações para outras aplicações.

Redes de alto desempenho já requerem interfaces de custos mais elevados, devido em grande parte ao protocolo de comunicação utilizado e ao meio de comunicação.

Retardo de Transferência

Antes de definir o que é retardo de transferência faz-se necessário discutir o que se entende por retardo de acesso e retardo de transmissão.

Chamamos *retardo de acesso* o intervalo de tempo decorrido desde que uma mensagem a transmitir é gerada pela estação até o momento em que a estação consiga obter para ela e somente para ela o direito de transmitir, sem que haja colisão de mensagens no meio. Em outras palavras, retardo de acesso é o tempo que uma estação espera, a partir do momento em que uma mensagem está pronta para ser transmitida, até o momento em que ela consegue transmitir essa mensagem com sucesso (sem que outras estações na rede a perturbem).

Chamaremos de *retardo de transmissão* o intervalo de tempo decorrido desde o início da transmissão de uma mensagem por uma estação de origem até o momento em que a mensagem chega à estação de destino.

Podemos agora definir o *retardo de transferência* como a soma dos retardos de acesso e de transmissão. Assim, o retardo de transferência inclui todo o tempo de entrega de uma mensagem, desde o momento em que se deseja transmiti-la, até o momento em que ela chega para ser recebida pelo destinatário.

O retardo de transferência é, na grande maioria dos casos, uma variável aleatória, como veremos mais adiante. No entanto, em algumas redes o maior valor que o retardo de transferência pode assumir é limitado. Costuma-se dizer que o retardo de transferência é *determinístico,* embora a palavra, como vemos, seja mal empregada.

A rede deve poder ser moldada ao tipo particular de aplicação de modo a assegurar um retardo de transferência baixo. O sistema de comunicação entre os módulos deve ser de alta velocidade e de baixa taxa de erro, de forma a não provocar saturação no tráfego de mensagens.

Em algumas aplicações (em particular as de controle em tempo real), a necessidade de retardo de transferência máximo limitado é de vital importância.

Desempenho

Várias são as medidas que caracterizam o desempenho de um sistema, entre elas o retardo de transferência anteriormente mencionado, vazão etc. Vamos definir desempenho de uma rede, quando não especificado de outra forma, como a capacidade efetiva de transmissão da rede. A utilização efetiva do sistema de comunicação é apenas uma porcentagem da capacidade total que ele oferece, devido a vários fatores que serão vistos.

O requisito baixo custo leva freqüentemente ao sacrifício do desempenho. No entanto, uma rede deve proporcionar capacidade suficiente para viabilizar as aplicações a que é destinada.

Encontramos às vezes na literatura a distinção entre redes locais (*Local Area Networks* - LANs) e redes locais de alta velocidade (*High-Speed Local Networks* - HSLNs). Redes locais de alta velocidade são projetadas de forma a fornecer um alto desempenho na comunicação entre os dispositivos. Na maioria dos casos tais redes têm um custo de conexão mais elevado. Na realidade, muitos não gostam dessa distinção, pelo menos sob o ponto de vista didático. Na prática, o conceito de "alta velocidade" em redes locais tem-se tornado bastante relativo, dados os avanços tecnológicos na área de transmissão de dados.

Os termos velocidade, desempenho e retardo de transferência estão intimamente relacionados. A escolha adequada da arquitetura, incluindo a estrutura de conexão, o protocolo de comunicação e o meio de transmissão vão influenciar em muito o desempenho, velocidade e retardo de transferência de uma rede.

Em resumo, como veremos, a topologia, o meio de interconexão, o protocolo de comunicação, bem como a velocidade de transmissão influenciam em muito na adequação de uma rede a uma aplicação particular. A seleção de um mecanismo de interconexão orientado para a natureza da aplicação é essencial para o bom desempenho de uma rede local.

Confiabilidade

Confiabilidade pode ser avaliada em termos de tempo médio entre falhas (*Medium Time Between Failures* - MTBF), tolerância a falhas, degradação amena (*gracefull degradation*), tempo de reconfiguração após falhas e tempo médio de reparo (*Medium Time to Repair* - MTTR).

O *tempo médio entre falhas* é geralmente medido em horas, estando relacionado com a confiabilidade de componentes e nível de redundância. *Degradação amena* é geralmente dependente da aplicação. Ela mede a capacidade da rede continuar operando em presença de falhas, embora com um desempenho menor. *Reconfiguração após falhas* requer que caminhos redundantes sejam acionados tão logo ocorra uma falha ou essa seja detectada. A rede deve ser tolerante a falhas

transientes causadas por *hardware* e/ou *software*, de forma que tais falhas causem apenas uma confusão momentânea, que será resolvida em algum nível de reiniciação.

Obviamente, falhas de alguns componentes críticos ou destruição de programas não podem ser resolvidas sem recursos de redundância, mas essas não são de modo algum as únicas falhas possíveis. O *tempo médio de reparo* pode ser diminuído com o auxílio de redundância, mecanismos de autoteste e diagnóstico e manutenção eficiente. Várias redes têm incluídas, em suas interfaces, mecanismos de autoteste e diagnóstico para auxílio na manutenção e na realização de medidas de desempenho. Algumas possuem até estações especiais para esses fins.

Modularidade

Modularidade pode ser caracterizada como o grau de alteração de desempenho e funcionalidade que um sistema (rede) pode sofrer sem mudar seu projeto original. Os três maiores benefícios de uma arquitetura modular são a facilidade para modificação, a facilidade para crescimento e a facilidade para o uso de um conjunto de componentes básicos.

No sentido de facilidade de modificação, modularidade diz respeito à simplicidade com que funções lógicas ou elementos de hardware podem ser substituídos, a despeito da relação íntima com outros elementos. No sentido de facilidade para crescimento, modularidade diz respeito a configurações de baixo custo (por exemplo, uma rede com um pequeno número de módulos para pequenos volumes de carga e um grande número para volumes elevados), a melhoras de desempenho e funcionalidade (até certo limite superior) e a baixo custo de expansão. Com relação à utilização em larga escala de um conjunto de componentes básicos para a realização da rede, modularidade vai implicar não só em facilidade de projeto como também em facilidade de manutenção do sistema como um todo.

Um problema surge da facilidade de se adicionar equipamentos de computação em uma rede. A necessidade de um equipamento para um determinado setor de uma empresa, embora possa ser individualmente justificada, pode não ser adequada devido ao número total já existente na organização. Citamos em especial esse fator não técnico, ou quase técnico, por ser de ocorrência bastante comum.

Voltando à modularidade, ela está intimamente ligada às aplicações do sistema. Uma rede bem projetada deve poder se adaptar modularmente às várias aplicações a que é dedicada, como também prever futuras utilizações.

Compatibilidade

De fundamental importância, a compatibilidade (ou interoperabilidade) será aqui utilizada como a capacidade que o sistema (rede) possui para se ligar a dispositivos de vários fabricantes, quer relacionados a *hardware,* quer a *software*. Essa característica é extremamente importante na

economia de custo de equipamentos já existentes. É ainda valiosa por dar ao usuário uma grande flexibilidade e poder de barganha perante os fabricantes.

Sensibilidade Tecnológica

Sensibilidade tecnológica, em sua essência, diz respeito à modularidade, e foi aqui destacada devido a sua importância. Uma rede deve ter a capacidade de suportar todas as aplicações para a qual foi dedicada, mais aquelas que o futuro possa requerer - incluindo transmissão de vídeo, voz, interconexões com outras redes etc. Quando possível, não deve ser vulnerável à tecnologia, prevendo a utilização de futuros desenvolvimentos, quer sejam novas estações, novos padrões de transmissão ou novas tecnologias de circuito integrado, transmissão etc.

10 – ROBÓTICA

Na sociedade atual, é crescente a necessidade de realizar tarefas com eficiência e precisão. Existem também tarefas a serem levadas a cabo em lugares em que a ação humana é difícil, arriscada e até mesmo impossível, como no fundo do mar ou em meio à imensidão do espaço. Para executá-las, faz-se necessária a presença de dispositivos mecatrônicos (robôs), que as realizam sem risco de vida. A robótica é a área que se preocupa com o desenvolvimento de tais dispositivos. Multidisciplinar e em constante evolução, ela busca o desenvolvimento e a integração de técnicas e algoritmos para a criação de robôs.

A robótica envolve o estudo da engenharia mecânica, da engenharia elétrica e da inteligência artificial, entre outras disciplinas. Temos hoje robôs em várias áreas da sociedade: há os que prestam serviços (como o desarmamento de bombas), aqueles com a nobre finalidade da pesquisa científica e educacional e até mesmo os operários, que se instalaram nas fábricas e foram os responsáveis pela "Segunda Revolução Industrial". Com a produção em série, carne e osso foram substituídos pelo aço, agilizando os processos e fornecendo maior qualidade aos produtos.

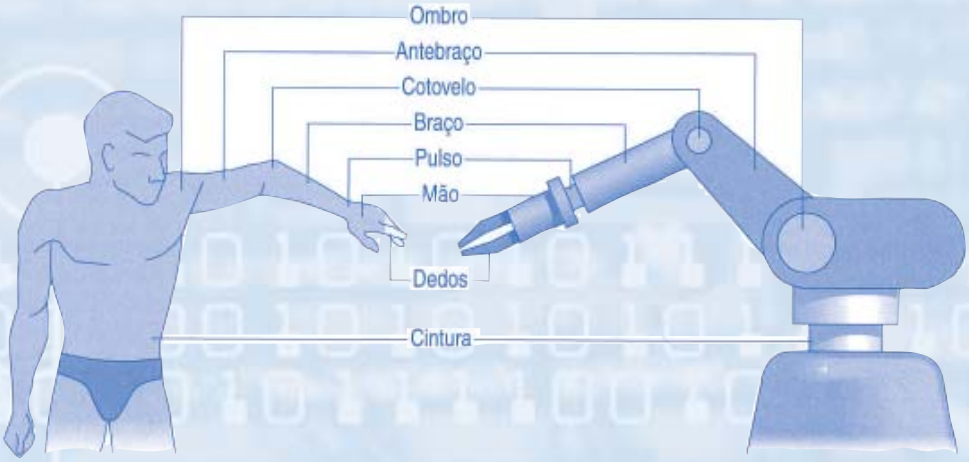
CONCEITOS BASICOS DE UM ROBÔ

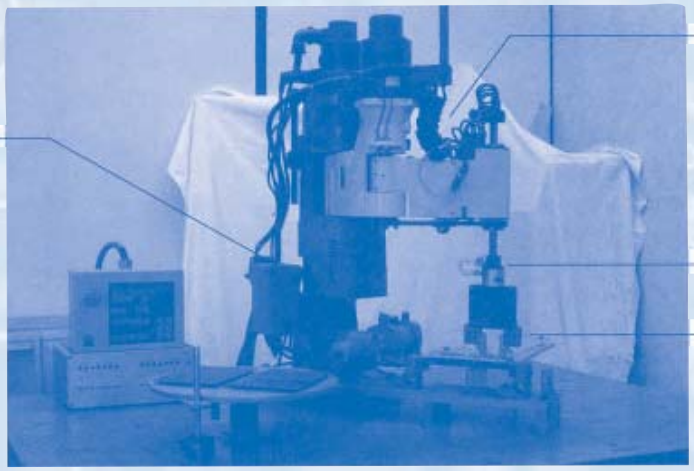
Braço mecânico

Um robô consiste em um braço mecânico motorizado programável que apresenta algumas características antropomórficas (veja a comparação com um ser humano na figura 1) e um cérebro na forma de um computador que controla seus movimentos. O computador guarda em sua memória um programa que detalha o curso a ser seguido pelo braço. Quando o programa está em funcionamento, o computador envia sinais ativando motores que movem o braço e a carga no final dele, mantida sob controle pelo atuador *(end effector).*

O braço mecânico é um manipulador projetado para realizar diferentes tarefas e ser capaz de repeti-las. Para executá-las, o robô move partes, objetos, ferramentas e dispositivos especiais segundo movimentos e pontos pré-programados. A figura 2 mostra um exemplo de estrutura de um robô industrial (veja como algumas de suas partes poderiam facilmente receber o nome de partes do corpo humano).

Dois aspectos importantes do funcionamento de um braço mecânico correspondem ao sensoriamento ambiente e à sua programação.





Sensoriamento e programação

Para realizar certas tarefas os robôs precisam de habilidades sensoriais similares às do homem. Os modelos avançados estão equipados com sensores, mas sua capacidade ainda é limitada, como a capacidade de movimentação, já que os robôs ficam fixos em um local ou têm um espaço restrito para se mover. Seu controle é feito por meio da programação de um computador, que deve apresentar as seguintes características:

- memória para guardar os programas;
- conexões para os controladores dos motores;
- conexões para a entrada e a saída de dados e para ativar os programas operacionais;
- unidade de comunicação controlada por um humano.

Classificação

Os robôs industriais podem ser classificados de acordo com o número de juntas, o tipo de controle, o tipo de acionamento e a geometria. É usual classificar os robôs de acordo com o tipo de junta, ou, mais exatamente, pelas três juntas mais próximas da base do robô. Também podem ser classificados em relação ao espaço de trabalho *(workspace),* ao grau de rigidez, à extensão de controle sobre o curso do movimento e, de acordo com as aplicações, adequadas ou inadequadas.

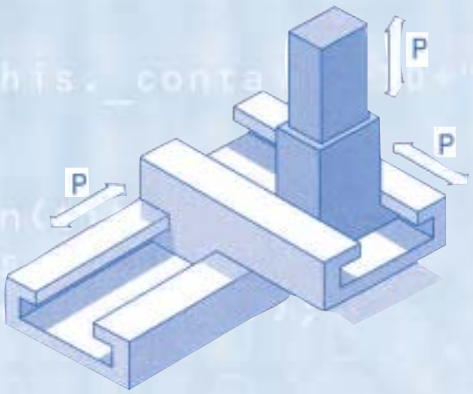
Os diferentes graus de liberdade de um robô podem ser encontrados em várias combinações de configurações rotacionais e lineares, dependendo da aplicação. Tais combinações são denominadas *geometria do robô.*

Existem cinco classes principais de manipuladores, segundo o tipo - de junta de rotação ou revolução (R), ou de translação ou prismática - o que permite diferentes possibilidades de posicionamento no volume de trabalho. As cinco classes ou geometrias principais de um robô - igualmente chamadas *sistemas geométricos coordenados,* posto que descrevem o tipo de movimento que o robô executa - são cartesiana, cilíndrica, esférica (ou polar), de revolução (ou articulada) e Scara (*Selective Compliant Articulated Robot for Assembly*).

O código usado para essas classificações consiste numa seqüência de três letras, que representam os tipos de junta (R = revolução e P = deslizante, do inglês *prismatic* na ordem em que ocorrem, começando da junta mais próxima até a base.

Robô de Coordenadas Cartesianas

Um robô de coordenadas cartesianas, ou robô cartesiano (veja figura abaixo), pode se movimentar em linha reta, em deslocamentos horizontais e verticais. As coordenadas cartesianas especificam um ponto do espaço em função de suas coordenadas x, y e z. Esses robôs têm três articulações deslizantes e são codificados como PPP.



Os robôs cartesianos caracterizam-se pela pequena área de trabalho, pelo elevado grau de rigidez mecânica e pela grande exatidão na localização do atuador. Seu controle é simples em razão do movimento linear dos vínculos e de o momento de inércia da carga ser fixo em toda a área de atuação.

Robô de Coordenadas Cilíndricas

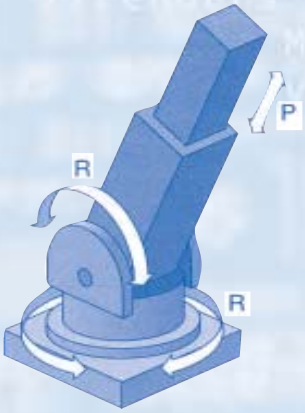
Robôs desse tipo combinam movimentos lineares com movimentos rotacionais, descrevendo um movimento final em torno de um envelope cilíndrico. Normalmente, possuem um movimento rotacional na cintura e movimentos lineares. Os graus de liberdade do robô de coordenadas cilíndricas, codificado como RPP, como mostram as figuras 3 e 4, consistem em uma junta de revolução e duas juntas deslizantes.

A área de trabalho desses robôs é maior que a dos robôs cartesianos,e a rigidez mecânica é ligeiramente inferior. O controle é um pouco mais complicado que o do modelo cartesiano, devido à existência de vários momentos de inércia para diferentes pontos na área de trabalho e pela rotação da junta da base.

Robô de Coordenadas Polares (Esféricas)

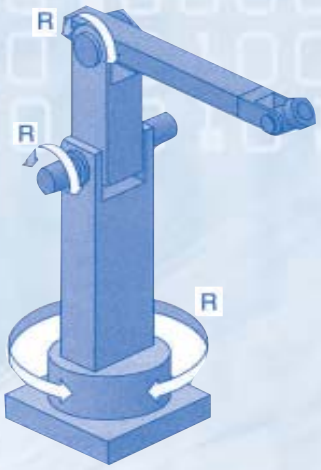
Um robô de coordenadas polares ou esféricas possui dois movimentos rotacionais, na cintura e no ombro, e um terceiro, que é linear - os três eixos descrevem um envelope esférico. Esses robôs, codificados como RRP, (figura 5), possuem duas juntas de revolução e uma deslizante.

Sua área de trabalho é maior que a dos modelos cilíndricos, e sua rigidez mecânica é menor. E o controle é ainda mais complicado devido aos movimentos de rotação.



Robô de Coordenadas de Revolução (Articulado)

As juntas e os movimentos de um robô de coordenadas de revolução se assemelham aos de um braço humano. O robô Puma (*Programmable Universal Machine for Assembly*), um dos projetos mais populares de robôs articulados, foi projetado inicialmente para atender aos requerimentos da indústria automobilística. Caracterizam-se por possuir três juntas de revolução e são codificados como RRR, como mostra a figura .



Sua área de atuação é maior que a de qualquer tipo de robô, e apresentam baixa rigidez mecânica. Seu controle é complicado e difícil em razão das três juntas de revolução e das variações no momento de carga e no de inércia.

Robô Scara

O robô Scara, uma configuração recente utilizada para tarefas de montagem, é codificado como RRP e caracteriza-se por possuir duas juntas de revolução e uma deslizante. Embora na configuração sejam encontrados tipos de junta idênticos aos de uma configuração esférica, ela se diferencia da esférica tanto pela aparência como pela faixa de aplicação (figura 7).

Fig 7 - Eixos de um robô Seara (RRP).

Os robôs Scara têm área de atuação menor que a do modelo esférico e são apropriados para operações de montagem devido ao movimento linear vertical do terceiro eixo.

Outros Tipos de Robô

ROBÔS SPINE - O robô Spine assemelha-se a uma cobra em aparência e está projetado para imitar espinhas animais. Nós, humanos, temos cerca de vinte vértebras móveis, as quais nos permitem permanecer eretos, curvar, girar, levantar peso (e também ter dores nas costas, vértebras deslocadas e coisas afins). O robô Spine tem vários sólidos em forma de ovo (chamados ovóides) conectados por quatro cabos que podem ser encurtados ou estendidos para produzir movimentos curvos.

ROBÔS PÓRTICO - O robô pórtico tem um quadro muito grande de movimentos em ângulos retos. Eles aparecem em duas formas, e nenhum deles aparenta, à primeira vista, braço com juntas. O robô pórtico com quatro colunas suporta dois trilhos elevados e paralelos sobre os quais está montada uma ponte rolante. A ponte pode mover-se, muita precisamente, para qualquer posição ao longo do comprimento dos trilhos. A ponte serve ainda como trilhos ao longo dos quais viaja um carro móvel que pode mover-se, também com precisão, para qualquer ponto na ponte, indo próximo de um trilho ou de outro para qualquer ponto entre eles. O carro pode então mover-se para qualquer ponto da área compreendida entre as quatro colunas. Ligado ao carro, parecendo um periscópio de submarino de cabeça rara baixo, está um braço de robô que pode abaixar e subir (isto é, retrair ou estender).

O robô pórtico aparece também em versão com duas colunas, onde a ponte rolante viaja ao longo de um trilho simples, com a metade da ponte estendendo para cada lado do trilho. De qualquer forma, o robô pórtico pode ser muito grande estendendo-se os trilhos.

ROBÔS DE MESA - Um robô de mesa (tabletop) é um pequeno robô, às vezes usado para operações simples de montagem, onde não é necessário força, ou para ensino, onde o uso da força seria perigoso para os estudantes.

ROBÔS MÓVEIS - Existem também robôs móveis, tais como o robô doméstico com rodas. A máquina móvel e seis pernas controladas, chamadas *functionoids*, podem ser incluídas nessa classe de robô.

Região de trabalho de um robô

A região de trabalho de um robô é um parâmetro importantíssimo, pois determina o espaço dentro do qual o robô pode exercer o seu trabalho. Assim, é fácil verificar que as configurações articulada e esférica determinam uma esfera como região de trabalho, a configuração cilíndrica um cilindro e a configuração cartesiana um paralelepípedo.

Acionamentos de robôs

Os acionamentos mais utilizados pelos robôs são dos tipos: hidráulico, pneumático e elétrico.

ACIONAMENTO HIDRÁULICO - São usados nos robôs mais potentes. São, entretanto, de custo mais elevado do que os demais acionamentos de igual capacidade. Necessitam, também, de uma bomba e um reservatório para o fluido, além de conexões e válvulas projetadas para operarem sob altas pressões. Os robôs com acionamento hidráulico são muito usados em pintura, devido ao ambiente inflamável, o que torna perigoso, por exemplo, o emprego de robôs com acionamento elétrico (perigo de faísca).

ACIONAMENTO PNEUMÁTICO - São os menos caros e mais práticos acionamentos para operações simples de manuseio de peças, bem como para disponibilidade de ar comprimido a pressões de aproximadamente 90 psi. São bastante convenientes para o emprego de tais acionamentos.

ACIONAMENTO ELÉTRICO - Os robôs elétricos são mais populares por causa da fácil disponibilidade desse tipo de fonte de energia, além de os acionamentos elétricos proporcionarem uma maior precisão. Eles são mais indicados para robôs de configuração articulada.

Os robôs elétricos podem ser divididos em dois grupos, de acordo com o tipo de motor elétrico que comanda cada um de seus eixos: os comandados por motores de passo e os comandados por servomotores de corrente contínua.

Motores de Passo

Os motores de passo proporcionam movimentos angulares precisos para cada pulso de voltagem emitido pelo computador que controla o robô. Em geral, os motores de passo são usados em robôs que trabalham segundo um sistema de controle em malha aberta, isto é, o computador calcula o número de pulsos necessários para um movimento desejado e envia o comando ao robô, sem verificar se o robô realmente executou o movimento comandado. Infelizmente, se por alguma razão (encontro com um obstáculo, por exemplo) o robô não cumprir o comando, ele "se perderá" tornando, o restante da operação inútil e mesmo perigosa. Como remédio, poder-se-ia usar um codificador ótico para monitorar o deslocamento angular do componente acionado, sendo tal informação enviada ao computador de controle que faria a correção, transformando, assim, o sistema de controle em malha fechada. Entretanto, devido ao fato de que os deslocamentos angulares do motor de passo são discretos e não contínuos, a precisão obtida seria menor do que aquela fornecida pelo servomotor de corrente contínua.

SERVOMOTOR DE CORRENTE CONTINUA - Os robôs com servomotor de corrente contínua são os mais populares e trabalham, invariavelmente, em sistema de controle em malha fechada (com *feedback*), ou seja, o computador, monitora constantemente a posição do robô, compara-a com a posição desejada e calcula o erro cometido. Em seguida, envia um comando (uma corrente elétrica contínua) ao robô que é proporcional ao erro cometido. Tal procedimento é continuamente seguido, até que o erro caia a zero, isto é, até que a posição executada seja igual à desejada. Tal tipo de controle é mais adequado ao motor de corrente contínua devido ao fato de que o movimento de rotação do mesmo é contínuo.

PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS INDUSTRIAIS

A programação dos robôs industriais recebe também o nome de *ensino* e encontra-se dentro do tema genérico conhecido como comunicação homem-máquina; ela compreende, além do dispositivo ao qual se introduz a informação, a linguagem empregada na informação. Logo, entende-se por *programação* a forma e os meios de que um robô dispõe para ser informado sobre a tarefa que deve realizar.

A programação dos robôs industriais tem evoluído, uma vez que seu controle depende dela. Por isso, referindo-se à programação, não se deve apresentar somente as linguagens existentes, mas também as técnicas de ensino empregadas nos robôs industriais, que não dispõem de linguagem por serem muito rudimentares. Ao nível da seqüência de movimentos, a programação liga-se ao controle, já que essa última se estabelece mediante a primeira.

Fundamentalmente, há duas formas de programar um robô, a saber:

- Programação gestual
- Programação textual

Programação Gestual

É quando a tarefa a realizar é ensinada, diretamente, ao robô, fazendo-o passar por todos os pontos e situações que deverá repetir durante seu funcionamento.

O controlador também é usado para ensinar ao robô como fazer seu trabalho. No aprendizado por condução, o controlador na verdade conduz o manipulador, movendo-o fisicamente, de modo a realizar as manobras que ele deve aprender. O controlador grava os movimentos para reprodução posterior, talvez, a uma velocidade maior. Esse método é melhor para tarefas de trajetória contínua, como: pintura por pulverização, limpeza, aplicação de cola ou solda a arco, cuja programação seria extremamente tediosa de outra forma. Quem programa dessa maneira deve conhecer bem a tarefa.

Aprendizado por condução também pode ser feito no modo ponto a ponto, no qual o robô apenas grava certos pontos e, na repetição, move-se entre eles em linha reta (ou trajetórias circulares, se assim for solicitado). Esse método é adequado para erguer e abaixar objetos, cuja posição é conhecida com exatidão.

Um método alternativo de programação, chamado de *programação por aprendizagem,* envolve o uso de um *joystick*, um teclado comum ou um teclado portátil simplificado, chamado de *teach-box* para guiar o robô ao longo da trajetória planejada. Se o programa (ou *teach-box*) especifica um trajeto contínuo ou ponto a ponto, usando coordenadas de mundo, os sinais do programa vão para o controlador, que os transforma em coordenadas de juntas e envia os sinais apropriados para os atuadores moverem as juntas e produzirem o movimento desejado do órgão terminal.

Um *teach-box* pode ter chaves de três posições controlando os movimentos do braço, em termos de algum sistema de coordenadas.

Programação Textual

Quando se confecciona o programa de trabalho, utilizando-se instruções apropriadas a determinada linguagem. Normalmente, a edição do programa realiza-se em um terminal com teclado e é armazenado em uma memória. Ao enviar o programa ao controlador, o robô executa as ações selecionadas. Para a confecção do programa, não é necessária a colaboração do robô.

Essa maneira de programação chama-se *programação off-line* (isto é, com os atuadores do robô desligados). Os programas desenvolvidos em simuladores ou gravados em outros robôs são, então (não importa como foram originalmente criados), comunicados eletronicamente.

Ensino por condução e por aprendizagem são métodos fáceis de aplicar, mas consomem tempo. Se fosse necessário reprogramar 250 robôs a cada meia hora, iria se gastar tempo demasiado e *amarrar* a linha de produção. Felizmente, o ensino só consome tempo na primeira vez em que uma tarefa é programada. Uma vez que os movimentos estejam corretos eles podem ser, rapidamente, transferidos por meios eletrônicos para um, vários ou todos os robôs da linha de produção. Quando os movimentos gravados não são mais necessários para a tarefa imediata que está sendo executada, eles podem ser salvos para uma chamada posterior fácil e rápida.

Uma grande desvantagem dos métodos de programação tanto por condução quanto por ensino é que eles não utilizam sinais de sensores. Às vezes os robôs precisam de sensores para guiá-los em seu trabalho e programar sem sensores é complicado demais, considerando a tarefa que tem de ser feita.

Por exemplo: suponha que se queira treinar um robô para desempilhar pequenas caixas de uma plataforma quadrada que tenha um lado com pouco mais de um metro. Mesmo que todas as caixas sejam do mesmo tamanho, elas podem estar orientadas de maneira diferente e empilhadas em diferentes níveis. Dever-se-ia usar programação por condução ou por aprendizagem para treinar o robô a remover caixas em pilhas de vinte e cinco, então de vinte e quatro e depois de vinte e três caixas de altura? Pareceria mais rápido que alguém fizesse o trabalho e se esquecesse do robô. Não será possível encontrar um modo de ensinar o robô a empilhar caixas de qualquer tamanho, dispostas em qualquer orientação e empilhadas a qualquer altura? Certamente seria usado para essa tarefa um método de instrução que utilizasse sensores com um programa *off-line*, interligando o robô a um sistema de visão.

GERAÇÕES DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS

As linguagens textuais de programação de robôs possuem urna variedade de estruturas e capacidades. Essas linguagens estão ainda em evolução.

As linguagens de primeira geração usam declarações de listagens de comandos e procedimentos de *teach-box* para desenvolver programas de robôs. Essas linguagens foram principalmente desenvolvidas para implementar controle de movimento com urna linguagem textual de programação e são, às vezes, chamadas de *motion level language*. Características típicas incluem a capacidade de definir movimentos do manipulador (usando as declarações para definir a seqüência dos movimentos e o *teach-box* para definir a localização dos pontos), interpolação linear, ramificação e comandos elementares por sensores, envolvendo sinais binários (liga-desliga).

A linguagem VAL (*Victor Assembly Language*) é um exemplo de urna linguagem de programação de robôs de primeira geração.

As limitações comuns das linguagens de primeira geração incluem: a incapacidade de especificar cálculos aritméticos complexos para usar durante a execução do programa; a incapacidade de usar sensores complexos e dados fornecidos pelos mesmos e uma capacidade limitada de comunicação com outros computadores.

Linguagens de segunda geração

Essas foram chamadas de linguagens de programação *estruturadas,* porque possuem grupos de comandos estruturados, usados em linguagens de programação de computadores. Linguagens de segunda geração, comercialmente disponíveis, incluem: AML, RAIL, MCL e VAL II.

As características e capacidades dessas linguagens são:

1 - Controle de movimento: essa característica é, basicamente, a mesma para as linguagens de primeira geração;

2 - Capacidade de sensoreamento avançada: os melhoramentos nas linguagens de segunda geração normalmente incluem a capacidade de manusear muito mais do que simples sinais binários (liga/ desliga) e a capacidade de controlar dispositivos através dos dados fornecidos pelos sensores;

3 - Inteligência limitada: isto é, a capacidade de utilizar as informações recebidas sobre o ambiente de trabalho para modificar o comportamento do sistema de forma programada;

4 - Comunicações e processamentos de dados: linguagens de segunda geração geralmente possuem meios para interagir com computadores e bases de dados de computadores com a finalidade de manter registros, gerar relatórios e controlar atividades nas células de trabalho.

Estrutura da linguagem de programação de robôs

A linguagem deve ser projetada de modo a operar com um sistema robô, conforme ilustrado na figura 8.

O uso da linguagem exige que exista alguém mecanismo que permita ao usuário determinar se é preciso escrever novo programa, *editar* um programa existente, executar um programa ou realizar alguma outra função. Esse mecanismo é chamado de sistema operacional, um termo usado em computadores para descrever o "software" que suporta a operação interna do sistema de computador. A finalidade do sistema operacional é facilitar: a operação do computador pelo usuário e maximizar o desempenho e a eficiência do sistema e dos dispositivos periféricos associados. A definição e a finalidade do sistema operacional para uma linguagem robótica são semelhantes.

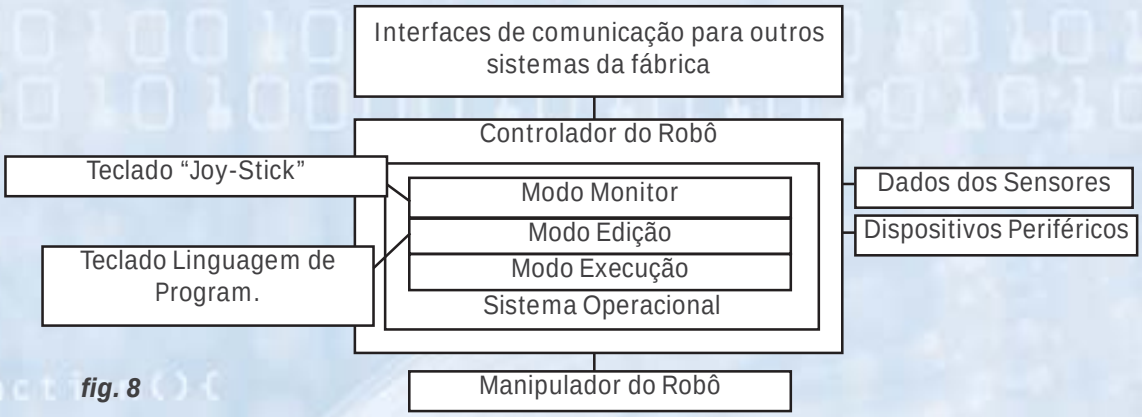


fig. 8

Um sistema operacional de robô contém os três modos básicos de operação, indicados abaixo:

1 - modo monitor

2 - modo execução

3 - modo edição.

O modo monitor é usado para realizar um controle global de supervisão do sistema. E, às vezes, chamado de modalidade supervisora. Nesse modo de operação o usuário pode: definir posições no espaço, usando *teach-box;* ajustar o controle de velocidade do robô; armazenar programas e transferir programas do armazenador de dados na memória de controle ou movimentar-se em vaivém entre outros modos de operação, como edição ou execução.

O modo execução é usado para executar um programa robótico. Nele, o robô está realizando a seqüência de instruções no programa durante a execução. Quando se testa um novo programa no modo execução, o usuário pode utilizar procedimentos de correção embutidos na linguagem, para ajudar a desenvolver um programa correto.

Por exemplo: o programa pode indicar ao usuário que exceda seus limites de articulação ao movimentar o manipulador de um ponto especificado no programa para o próximo. Já que o robô não pode fazer isso, uma mensagem de erro aparece no monitor de vídeo, e o robô pára. Essa indicação pode ser corrigida voltando para o *modo* edição e ajustando o programa ou referindo o ponto. A maioria dos modernos sistemas operacionais de robôs permite ao usuário voltar para o modo monitor ou edição, enquanto o programa está sendo executado, de modo que um outro

programa possa ser escrito. Em alguns casos, é mesmo possível editar o programa em andamento, apesar de existirem perigos inerentes ao fazer isso.

O modo edição proporciona um conjunto de instruções que permite ao usuário escrever novos programas ou editar programas existentes. Apesar da operação do modo edição ser diferente de um sistema de linguagem para outro, os tipos de operações de edição que podem ser realizadas incluem: digitação de novas linhas de instruções em seqüência, anulação ou alteração de instruções existentes e inserção de novas linhas num programa.

Como nos casos de linguagem de programação para computadores, o programa em linguagem de programação de robôs é processado pelo sistema operacional, usando ou um *interpretador* ou um *compilador*. Um interpretador é um programa no sistema operacional que executa cada instrução do programa-fonte (em nosso caso, o programa-fonte é o programa em linguagem de programação de robô), uma de cada vez. A linguagem VAL é um exemplo de linguagem de programação de robôs que é processada por um interpretador.

Um compilador é um programa no sistema operacional que passa através do programa-fonte inteiro e traduz todas as instruções em código de máquina, que pode ser lido e executado pelo controlador do robô. Programas compilados resultam geralmente em tempos menores de execução. Por outro lado, um programa-fonte processado por um interpretador pode ser editado com mais facilidade, já que a recompilação do programa inteiro não é necessária.

Constantes e variáveis

Uma constante é um valor que não muda durante a execução do programa. Uma variável em programação de computadores é um símbolo ou um nome simbólico que pode mudar de valor durante a execução do programa. Constantes e variáveis podem ser números inteiros, números reais contendo um ponto decimal ou cadeias que podem ser colocadas entre aspas:

Constantes:

+8
-289.34
+ 1.56e+4
[23.4; 45.98; -34.05] - um vetor,

Variáveis:

E
R2UI
FOI[3,4] - um arranjo com doze elementos.

Comandos de movimento

Uma das funções mais importantes da linguagem, e a principal característica que distingue as linguagens robóticas das de programação de computadores, é o controle de movimento do manipulador. Por exemplo:

MOVE AI - Isso faz com que a extremidade do braço (órgão terminal) movimente-se de sua posição atual até o ponto (previamente definido) chamado de AI. O comando MOVE, geralmente, faz o braço movimentar-se com um movimento de *interpolação* de junta. Existem variações do comando MOVE. Por exemplo: a linguagem VAL II proporciona um movimento de linha reta com o comando:

MOVES AI - O sufixo S significa interpolação linear. O controlador calcula uma trajetória linear, a partir da posição atual até o ponto AI e faz o braço do robô seguir essa trajetória.

Outro comando:

MOVE AI VIA A2 - Esse comando diz ao robô para movimentar seu braço até o ponto AI, mas passando pelo ponto intermediário A2 ao fazer o movimento.

Comando SPEED

O comando SPEED é usado para definir a velocidade com a qual o braço do robô se movimenta. Quando o comando SPEED é dado, ele indica alguma medida absoluta da velocidade disponível para o robô. Por exemplo:

SPEED 60 IPS - Ele indica que a velocidade do atuador durante a execução do programa será de 60 in/ s (polegadas por segundo). Se o comando:

SPEED 75 - aparecer no programa, isso significa que os comandos subseqüentes seriam realizados a uma velocidade de 75 por cento da selecionada anteriormente.

Definições de pontos no espaço de trabalho

A definição de posições de pontos é, geralmente, feita por meio de um *teach-box*. O *teach-box* é usado para movimentar o braço do robô para a posição e orientação desejadas. Em seguida, com um comando digitado no teclado, como, por exemplo:

HERE AI

A posição desse ponto é chamada de AI (o comando HERE é usado na linguagem VAL). A posição e orientação de cada articulação são captadas na memória de controle em forma de agregado, como:

< 59.43; 235.67; 46.224; 165.34; 44.678; 67.78 >,

onde os primeiros três valores são as coordenadas espaciais x-y-z, e os valores restantes são ângulos de rotação de punho.

Trajetórias

Vários pontos podem ser ligados para definir uma trajetória no espaço de trabalho. Por exemplo:

DEFINE PATHl = PATH(Al, A2, A3, A4).

Conseqüentemente, o caminho P A THl consiste na série de pontos Al, A2, A3, A4. A fórmula

MOVE P A THl - indica que o braço do robô se movimentaria através da seqüência de posições definida em P A TH1, usando um movimento de interpolação de junta entre os pontos.

Comandos de órgão terminal e dos sensores

São usados os comandos:

SIGNAL m - para iniciar o sinal na saída número *m* e

WAIT n - para esperar o sinal na entrada número *n.*

Os comandos mais elementares são:

OPEN e **CLOSE -** que são usados para abrir e fechar a garra.

Os comandos

SIGNAL 3, ON e **SIGNAL 3, OFF -** permitem que o sinal da porta de saída três seja ligado em um ponto e desligado em outro ponto no programa.

O comando REACT

O REACT é um comando das linguagens VAL e VAL II, usado para monitorar continuamente um sinal de entrada e reagir, de alguma forma, a uma mudança no mesmo. Uma forma típica do comando seria:

REACT 17, SAFETY.

Esse comando é interpretado como se segue. A linha de entrada dezessete deve ser continuamente monitorada e, quando ocorrer alguma mudança em seu valor de sinal, deve passar para uma sub-rotina chamada de SAFETY.

Cálculos e operações

Realizar cálculos aritméticos e outros tipos de operação com constantes, variáveis e outros tipos de dados, faz-se necessário em vários programas de robôs. O conjunto-padrão de operadores matemáticos em linguagens de segunda geração é:

+ adição;
- subtração;
***** multiplicação;
/ divisão;
****** exponenciação;
= igual a.

A seguir, está exposta uma lista de funções que poderão ser usadas:

SEN(A) - seno de um ângulo A; COS(A);
TAN(A);
COT AN(A);
ASEN(A) - arco de seno de um ângulo A; ACOS(S); "
ATAN(A);
ACOTAN(A);
LOG(X);
EXP(X);
ABS(X) - valor absoluto de X;
NT(X) - maior número inteiro menor ou igual a X e SQRT(X) - raiz quadrada de X.

Além dos operadores aritméticos e trigonométricos, *operadores* relacionais são usados para avaliar e comparar expressões. Os operadores relacionais mais comuns são indicados abaixo:

EQ - igual a;
NE - não igual a;
GT - maior que;
GE - maior ou igual a; L T - menor que;
LE - menor ou igual a.

Controle do programa

Os seguintes tipos de comandos são disponíveis nas linguagens de segunda geração:

GOTO 10 - que indica uma ramificação ao comando 10. O comando GOTO pode ser usado com uma expressão lógica, como segue:

IF (expressão lógica) GOTO 10 .

O comando IF fornece a oportunidade para uma estrutura lógica mais complicada no programa, na forma de comando IF...THEN...ELSE..,END. Isso poderia ser escrito da seguinte maneira:

IF(expressão lógica)THEN
...
(grupo de instruções)
...
ELSE
...
(grupo de instruções)
...
END.

O comando DELAY pode ser usado para retardar a continuação do programa durante um período de tempo especificado, conforme indicado abaixo:

DELA Y .5 SECo

O comando STOP diz ao controlador para parar imediatamente a execução do programa e o movimento do manipulador.

Sub-rotinas

A sub-rotina, com um único argumento, seria indicada como segue:

SUBROUTINE PLACE(N)
...
...
END SUBROUTINE.

A sub-rotina seria chamada, usando um comando que iria identificar o valor do argumento, por exemplo:

CALL PLACE(5).

Comunicações e processamentos de dados

As comunicações referem-se à comunicação entre o robô e o operador, ou entre o robô e outros sistemas computorizados e seus periféricos (por exemplo: dispositivos de armazenamento de dados, impressoras). O comando WRITE seria usado para escrever mensagens (os arquivos)

para o operador no monitor de vídeo, e o comando READ seria usado para ler os dados fornecidos pelo operador ao sistema. As linhas seguintes são representativas de uma troca típica que poderia ocorrer durante a operação do sistema:

WRITE ENTER nome da peça colocada no palete
READ (PARTNAME).

O diálogo mostra que o sistema pediu ao operador para indicar qual peça foi carregada no palete seguinte, que deve ser transferida para a célula de trabalho. O comando READ é usado para estabelecer que os dados fornecidos pelo operador no console devem ser armazenados na variável PARTNAME.

Comandos do modo monitor

Geralmente, o modo monitor é usado para funções tais como: entrada de dados de posição por meio do *teach-box* (comando HERE) e ajuste da velocidade inicial para execução de um programa de robô (comando SPEED). Várias funções relacionadas com a supervisão do sistema, processamento de dados e comunicações são também realizadas com os comandos do monitor, ou seja, as instruções da linguagem de comando.

Normalmente, são usados os seguintes comandos:

EDIT - para abrir um arquivo;

EXIT - para armazenar um programa na memória do controlador;

STORE - para armazenar um programa no disco flexível;

READ - para ler o arquivo do disco para a memória;

DIRECTORY - para obter uma listagem dos nomes de programas que são armazenados na memória;

EXECUTE - para executar um programa;

STOP - para interromper a execução e parar o movimento do robô;

DELETE - para apagar um programa.

Cooperação do robô com equipamentos tecnológicos externos

Racionalmente, é necessário usar robôs para automatizar vários processos tecnológicos: tratamento, montagem, solda, pintura, colagem, etc. Dessa maneira, o robô deve cooperar com o equipamento auxiliar e com o principal, por exemplo: juntamente com um transportador e uma máquina operatriz. Se o equipamento principal for uma máquina operatriz, o robô industrial é o equipamento auxiliar. Nesse caso o robô serve a máquina, executando carga e descarga das peças, mudança de instrumentos, afastamento de raspa, etc.

Presentemente, os robôs industriais são usados como uma parte de uma célula de manufatura flexível (FMC). Como exemplo de FMC, podemos examinar o conjunto dos seguintes equipamentos: uma máquina operatriz, um robô industrial e um robocarro (figura 9).

As peças, que podem ser tratadas pela máquina operatriz, são trazidas pelo robocarro para o espaço de trabalho do robô industrial. Após terem sido trazidas, as peças serão carregadas para a máquina pelo robô. Conseqüentemente, a peça que já tenha sido tratada será retirada da máquina e colocada no robocarro. Pode ser organizado um cronograma de funcionamento, como é representado na figura 10.

Segundo o cronograma, o robô não pode descarregar a máquina antes do final do tratamento. O tratamento da próxima peça não deve começar antes do final da carga da máquina. Então, nesse caso, nós temos a variante simples de sincronização dos três processos paralelos. Os processos paralelos são tais que passam simultaneamente.

Na figura 10, os três processos paralelos são figurados: *máquina, robô* e *robocarro.* Cada um dos processos é composto de algumas operações.

Consideremos um exemplo mais complicado, o FMC, que é composto de dois robôs, duas máquinas operatrizes e de um robocarro (figura 11).

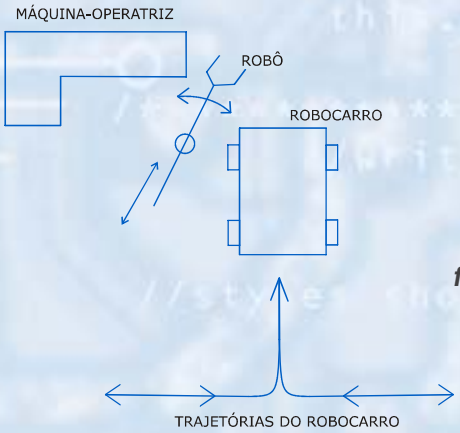


fig. 9

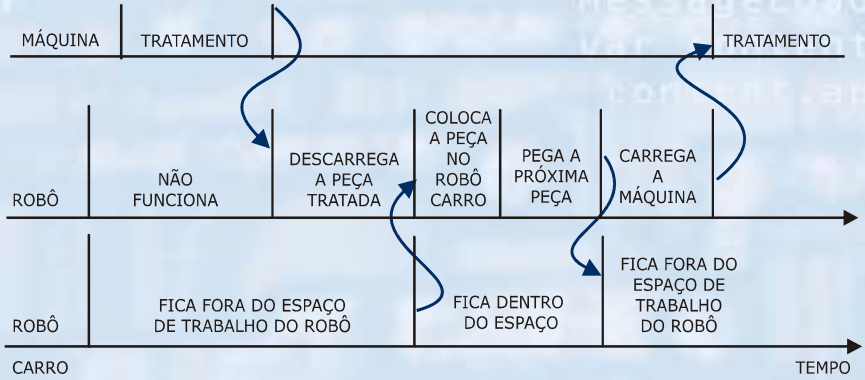


fig. 10

Nesse caso, temos cinco processos paralelos: *máquina* 1, *máquina* 2, *robô* 1, *robô* 2 e *robocarro.* Uma variante do cronograma de funcionamento desse FMC é figurado na figura 12. Para a FMC deve-se executar uma condição principal – os robôs não podem pegar ou colocar as peças do robocarro simultaneamente. No caso contrário, acontecerá a colisão dos manipuladores. Por isso, para essa FMC, além da execução da sincronização, é necessário realizar a *exclusão mútua.* Isso significa que, se um manipulador começou a cooperar com o robocarro, outro não pode fazer essa cooperação.

Na figura 12, a exclusão mútua é mostrada por setas A e B. O sinal A proíbe para o robô 2 a aproximação de robocarro; o sinal B permite-lhe fazer isso. Após o momento do surgimento do sinal A e antes do surgimento do sinal B, o robô 2 está no estado de espera. É necessário destacarmos que, no caso geral, para sincronizar os processos em FMC, deverá ser obrigatório não só mandar e receber os sinais isolados, mas intercambiar-se com grandes volumes de informação.

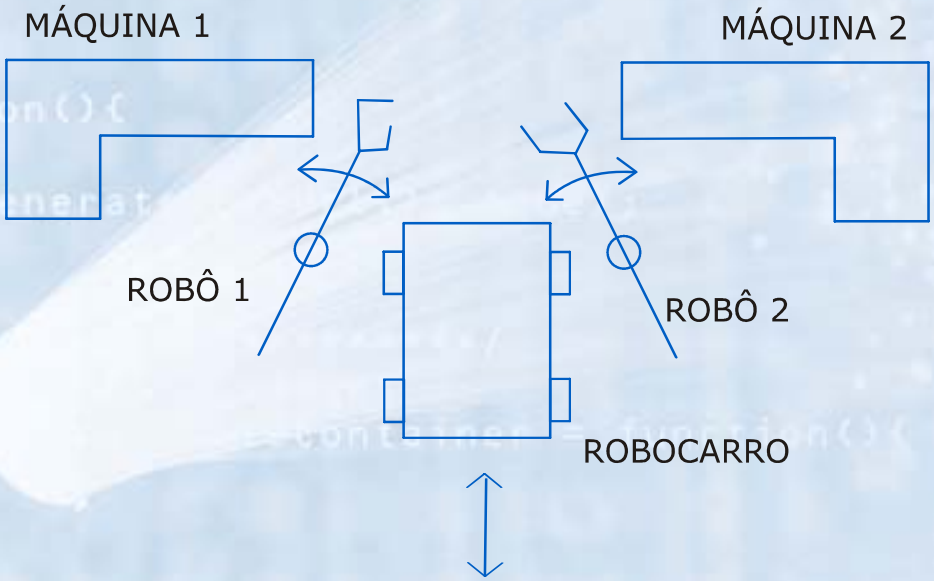


fig. 11

Uma FMC pode ser composta por vários equipamentos que possuam ou não o sistema de controle à base de processador. Para que todas as partes da FMC funcionem corretamente, é necessário usar um controlador. As funções do controlador da FMC são as seguintes: exclusão mútua e sincronização; interface com o usuário; interface com o computador em nível superior (pode ser através de rede local). O esquema de uso do controlador da FMC é fornecido na figura 12.

Todas as funções do controlador podem ser executadas pelo sistema de controle do robô.

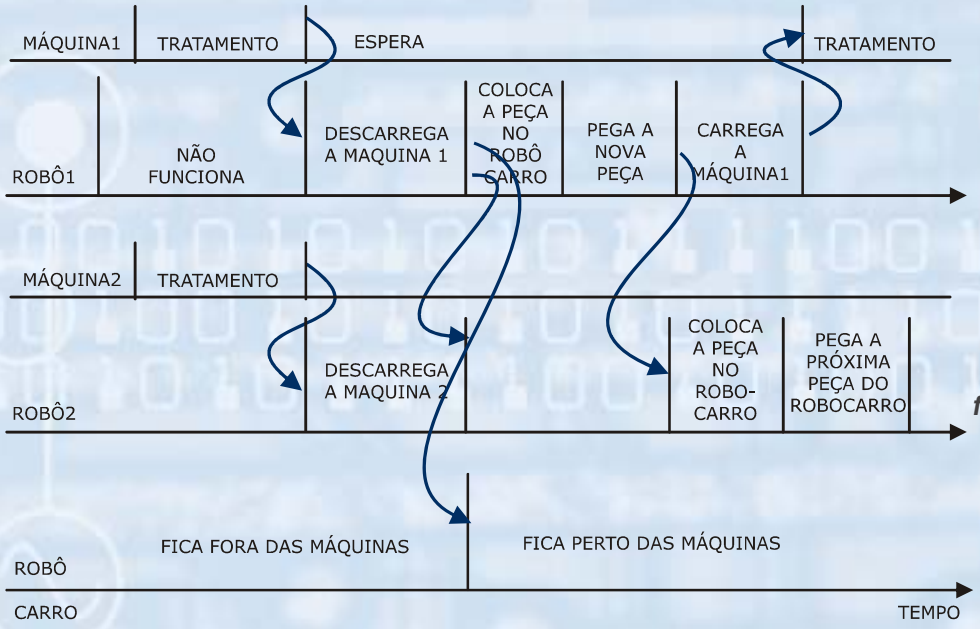


fig.12

Consideremos os exemplos de uso dos robôs industriais como uma parte da FMC:

1 - A empresa GMF é uma *joint-venture* da General Motors (EUA) e da Fanuc Ltd. do Japão. O robô de pintura GMF NC possui sete eixos de movimento, incluindo um punho de três eixos que pode fazer seis voltas completas em torno de uma mesma direção e utiliza servoatuadores hidráulicos. A pistola de pintura move-se a 122 cm por segundo, a uma distância de 25 a 30 cm da superfície a ser pintada. O robô de pintura pode ser programado para pintar quatro diferentes modelos de automóveis em dezesseis cores. Na fábrica da GM nos EUA existem 18 robôs de pintura NC servindo à linha. Seis pares ficam trabalhando, enquanto os outros seis robôs servem como reserva. Cada robô de pintura NC é auxiliado por um robô hidráulico de três eixos que abre, segura e fecha a porta do corpo do carro que está sendo pintado.

2 - Na GMF, são fabricados robôs de cinco e seis eixos na série S para solda a ponto e solda a arco. O robô de soldagem S-108 é usado com equipamentos associados. Os objetos a serem soldados podem ser fixados em uma mesa rotatória e girados para a orientação apropriada e para facilitar o acesso ao robô. São disponíveis bases rotatórias e lineares.

Na figura 13 é representada uma FMC de solda. A FMC é composta de dois robôs que possuem seis graus de liberdade, uma mesa rotatória, um equipamento para solda (fonte de alimentação) e um robô-auxiliar. A tarefa que deve ser executada pelo FMC é soldar quatro peças no cilindro. O cilindro é representado na figura14.

Primeiramente, o robô (4) (veja figura 13) instala o cilindro (5) à mesa (3). A mesa (3) possui um equipamento para fixar o cilindro (5) automaticamente. Após a fixação, o robô (4) pega a peça (6) e deve apertá-la à superfície do cilindro (5). O robô de solda (2) solda a peça (6) ao cilindro (5) em dois pontos. Após isso, o robô (4) pega a próxima peça, a mesa (3) volta ao ângulo desejável e o robô (4) fixa essa peça na superfície do cilindro. O processo se repete até que todas as peças sejam soldadas. Após isso, o robô (4) vai embora e o robô (2) começará o processo de solda a arco. Após todas as peças terem sido soldadas, o processo terminará.

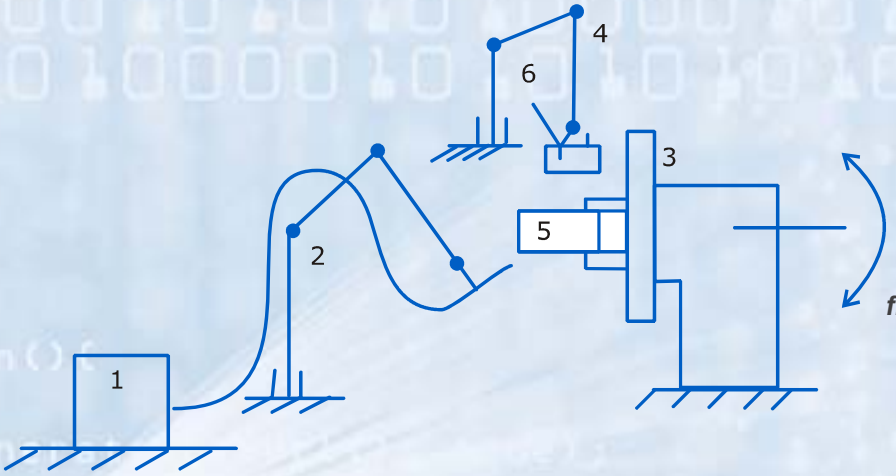


fig. 13

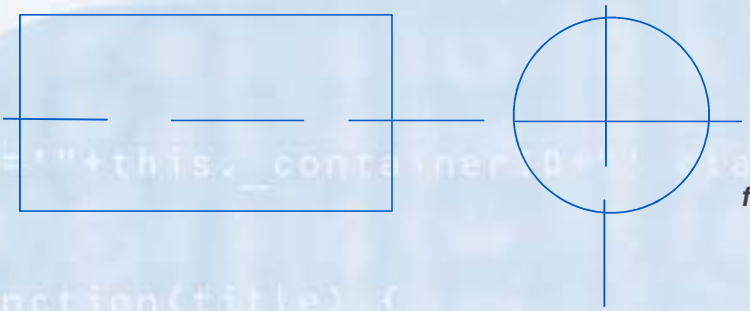


fig. 14

Sensores: os olhos da Mecatrônica Industrial*

Será que um robô tem inteligência o bastante para saber quando deve pegar uma determinada peça em uma esteira? De interromper seu movimento a partir da entrada de uma pessoa em seu campo de atuação para evitar acidentes? De escolher determinadas peças em uma linha de produção com suas respectivas características de peso e cor?

Acredite se quiser: os robôs bem como os processos de fabricação automatizados possuem em seus dispositivos "olhos" que são chamados de sensores.

Nesse tópico, veremos um pouco sobre esse dispositivo de grande importância para a mecatrônica.

O que são sensores?

São dispositivos que detectam movimentos e ações que ocorrem nos processos e projetos de mecatrônica. Pode-se dizer também que são elementos dotados e encarregados de gerar informações para os sistemas de automação.

Como era de se esperar, na mecatrônica existem muitos tipos de sensores cada um para uma atividade e aplicação específica na mecatrônica. Logo abaixo iremos falar sobre cada um deles.

Sensor Magnético ou *Reed-Switch* - É um sensor que é acionado quando entra em contato som um campo magnético. Geralmente, é constituído de um material denominado ferro-magnético, ou seja, Ferro, Níquel e etc. O seu funcionamento ocorre da seguinte maneira, quando um imã entra em contato com o sensor esse atrai um par de chapas que fecha o circuito acionando uma determinada carga.

Sensor Capacitivo - Esse tipo de sensor funciona seguindo os princípios de funcionamento do capacitor, como o próprio nome sugere. Ele se opõe às variações de tensão do circuito como o capacitor. O sensor capacitivo é constituído de duas chapas metálicas separadas por um material isolante denominado dielétrico, que no caso é o ar, pois suas chapas são colocadas uma ao lado da outra, diferentemente do capacitor que possui suas placas uma sobre a outra.

O acionamento do sensor ocorre quando um corpo constituído de material não magnético se aproxima aumentando a sua capacitância. Quando isso ocorre, o circuito de controle detecta a variação na capacitância e aciona um determinado dispositivo.

Geralmente, esse tipo de sensor é utilizado para medir níveis de água ou para serem empregados em esteiras numa linha de produção.

Sensor Indutivo - O sensor indutivo funciona seguindo os conceitos de funcionamento do indutor. O indutor é um componente eletrônico composto por um núcleo no qual está uma bobina em sua volta. Quando uma corrente percorre essa bobina, um campo magnético é formado. Por sua vez, o campo magnético é concentrado no centro do núcleo fazendo com que se armazene energia por algum tempo. Ou seja, mesmo que a corrente pare de circular pela bobina ainda restará certo tempo para cessar a corrente.

O sensor indutivo utiliza esse tipo de funcionamento para ser acionado e informar o sistema da presença de algum corpo. O núcleo do sensor indutivo é aberto e assim sendo o campo magnético passa pelo ar em uma intensidade menor. Porém, quando um corpo metálico é aproximado, seu campo magnético passa pelo corpo aumentando sua intensidade acionado o circuito.

Sensor Óptico - Esse tipo de sensor é constituído por dois componentes denominados emissor de luz e receptor de luz. Geralmente, os emissores de luz são os famosos LEDs eletrônicos ou lâmpadas comuns. Já o receptor é um componente eletrônico foto-sensível tais como fototransistores, fotodiodos, ou LDRs.

O funcionamento ocorre da seguinte maneira: uma onda é gerada por um circuito oscilador e essa é convertida em luz pelo emissor. Quando um corpo se aproxima, reflete a luz do emissor para o receptor acionando o circuito de controle.

Sensor de Pressão ou Chave fim de Curso - Esse tipo de sensor está presente em muito dispositivos mecânicos e pneumáticos. São utilizados para detectar o fim de um curso de um determinado dispositivo, que podem ser atuadores mecânicos tais, como cilindros e alavancas.

Seu funcionamento se mostra muito simples, pois seu acionamento é totalmente mecânico. Esse sensor pode ser NA (normalmente aberto) ou NF (normalmente fechado).

*Por: Julio Cesar Ferreira dos Passos

11 - COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO

O que é Inteligência Artificial?

Como os robôs conseguem realizar tarefas muitas vezes complexas para resolver problemas, sendo que os seres pensantes são os homens?

Para que um robô consiga realizar essas tarefas e até mesmo "pensar" como o humano faz-se uso de uma ciência chamada Inteligência Artificial.

A inteligência artificial é simplesmente a transferência das características da inteligência humana para as máquinas.

As máquinas por sua vez conseguem pensar inteligentemente por meio de circuitos inteligentes e linguagens de programação.

Mas como definir inteligência?

Definir inteligência é algo muito complexo que levaria algumas centenas de colunas para discutir o assunto. No entanto, a inteligência pode ser definida em tópicos como os mostrados abaixo:

- Aprendizado adquirido através da experiência;
- Decisões lógicas tomadas através de experiência;
- Habilidade de gerar emoções.

Como o leitor pode notar, para que um indivíduo ou sistema seja inteligente deve ter essas três habilidades básicas. Mas, como a máquina não pode sentir emoções, pode-se implementar inteligência na mecatrônica através de métodos computacionais presentes no dia-a-dia de um programador.

Inteligência por *software*

A inteligência por *software* pode ser implementada através de um processador que possa ser programado com algoritmos inteligentes. Em outras palavras, que dotem a máquina de habilidades para se tomar decisões por si só.

Existem hoje muitos programas que podem ser utilizados com essa finalidade e muitos deles são de uso relativamente simple como a famosa Lógica Fuzzy.

Inteligência por *hardware*

A inteligência por *hardware* utiliza circuitos que têm a habilidade de aprender com a experiência independentemente da programação. Esses circuitos podem aprender e se adaptar conforme o tipo de estímulo enviado por sensores e modificar seu comportamento. Em muitas aplicações mecatrônicas podemos visualizar robôs, esteiras, motores e sistemas dotados de diversos dispositivos (hardwares) que auxiliam na tomada de decisão de um sistema de inteligência artificial.

Pode-se dizer que qualquer tipo de circuito, mesmo que tenha um simples sensor que atue sobre um mecanismo de mudança de direção, pode ser considerado um recurso inteligente. Através desses sensores, o robô consegue tomar decisões e reagir a determinadas situações do mundo exterior. É o que podemos ver em muitos projetos publicados em artigos da Mecatrônica Fácil, bem como em projetos de estudantes de mecatrônica.

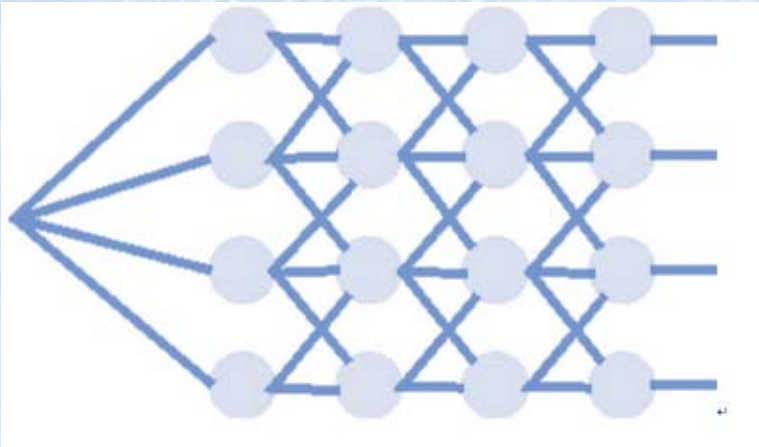
CONSTRUINDO UM SISTEMA INTELIGENTE

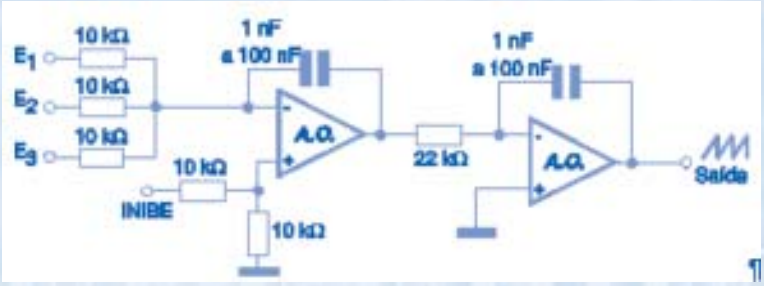
Para se construir um sistema inteligente, o que pode ser feito é interligar diversos sensores a um robô ou a um mecanismo. Esses sensores podem receber informações do mundo exterior e tomar decisões complexas em determinadas situações.

Além disso, se o comportamento do circuito puder mudar com o tempo, ou de acordo com os estímulos enviados, teremos agregado um requisito muito importante ao sistema, que é o famoso aprendizado de que somos dotados.

Neurônio Eletrônico

Muitos circuitos inteligentes podem ser implementados na Eletrônica, mas o neurônio eletrônico é o que mais chama a atenção no campo da inteligência artificial. Ele pode ser visualizado na figura abaixo.





Esse neurônio é considerado do tipo *integra-dispara* formado por amplificadores operacionais comuns.

O circuito funciona da seguinte forma:

- os pulsos de entrada são aplicados aos "dendritos" (E1, E2, E3);
- nesse circuito também está presente uma entrada de inibição com o qual se pode paralisar o neurônio;
- quando os pulsos de entrada atingem certo valor determinado por capacitor, o bloco seguinte é disparado fazendo que com se tenha um sinal de saída no axônio.

Esse circuito pode ser implementado em robôs e sistemas de mecatrônicos presentes em vários projetos educacionais. Além disso, pode-se interligar diversos neurônios eletrônicos configurando um pequeno cérebro eletrônico.

Tecnologia CNC

Você já deve ter ouvido falar nos antigos tornos mecânicos e fresadoras que seu pai e até mesmo avô usavam na escola de aprendizagem industrial. Aliás, é difícil encontrar estudantes de mecatrônica que não tenham seus pais ingressos na área técnica. "Filho de peixe, peixinho é". Mas, voltando a nossa historinha.

Os tornos e fresadoras mecânicas daquele tempo, por utilizarem acionamentos manuais, eram muito imprecisos além de levar um maior tempo para realizar uma determinada usinagem. Com isso, desde a Segunda Guerra Mundial foi desenvolvida a tecnologia CNC. Essa tecnologia tinha por principal objetivo agregar qualidade aos produtos das indústrias e automatizar os processos de usinagem, que na época seriam as indústrias de equipamentos bélicos.

Em 1953, ocorreu primeira demonstração prática do CNC em indústrias fabricantes de aviões, devido a sua precisão de usinagem e alta capacidade produtiva, características essas que são imprescindíveis na aeronáutica. O tempo passou e CNC se modernizou e começou a adquirir novas tecnologias, tais como: circuitos integrados, microprocessadores, recursos gráficos e até mesmo manutenção via Internet.

Como podemos perceber, o CNC não é tão jovem como muitos imaginam. Esse “brinquedinho” já está na casa dos cinqüenta anos, fazendo parte hoje de muitas máquinas operatrizes.

Vamos ao que interessa!

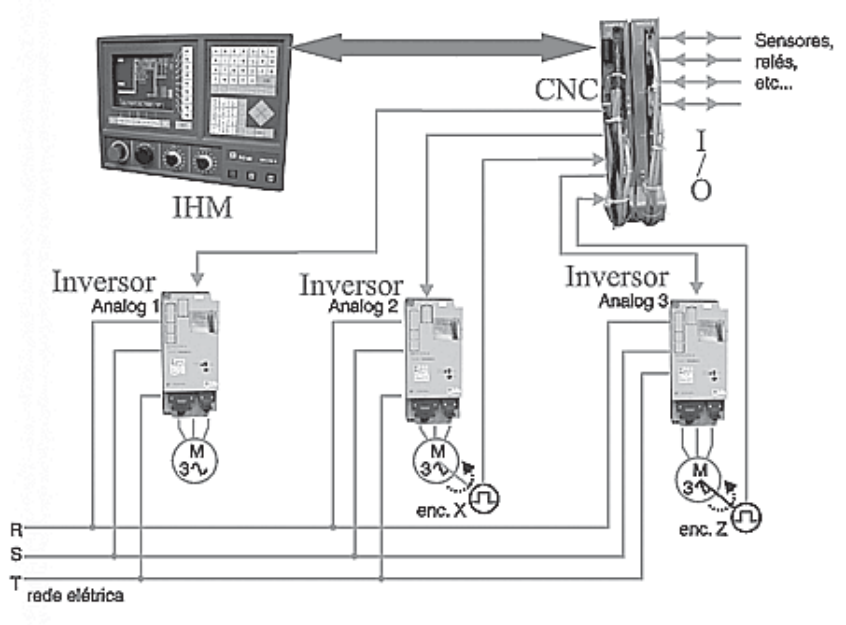
O CNC, ou seja, Comando Numérico Computadorizado, é um computador que tem por objetivo controlar o movimento de eixos de uma máquina operatriz. Todos os movimentos dos eixos da máquina são controlados e traduzidos em grandezas numéricas por dispositivos especiais e processados pelo CNC.

O CNC é programado com o formato da peça que tem de ser usinada e através de interfaces comanda os servomotores para executar determinados movimentos.

A figura abaixo mostra a foto de uma máquina equipada com CNC. No caso se trata de um centro de usinagem que possui algumas funções a mais que um simples torno CNC.

Como é uma Máquina CNC?

Para começar, vamos visualizar a figura abaixo. Nela está ilustrado um diagrama básico do CNC.



Vamos listar e explicar cada uma das partes de um CNC básico, no caso apresentado na figura seria um torno.

A IHM (Interface Homem Máquina)

Ela é responsável pela leitura e introdução de dados para o Comando Numérico. Através dela o programa é instalado na máquina, além de servir como um visor de dados do processo de usinagem.

CNC (Comando Numérico Computadorizado)

Objeto de nosso estudo, o CNC é o computador responsável por todo funcionamento da máquina. Dentro dele está o programa que foi introduzido na IHM para se usinar a peça. Ele se comunica com os servos motores através das I/O utilizando sinais analógicos de comando. A resposta dos movimentos é feita através de *encoders* (sensores de posição).

I/O (Entrada e Saída)

Todos os eixos que são movimentados pelos servomotores possuem chave de fim-de-curso (I/O), essa última atua como sensor para informar o sistema CNC sobre determinadas posições em que o eixo se encontra, ou seja, atua como I/O do sistema.

Inversores de Freqüência

Os inversores de freqüência são dispositivos eletrônicos que fazem o "elo" entre a etapa de controle e a motorização do CNC. Tem por principal objetivo manter um torque constante no eixo

que recebe a força aplicada a usinagem da peça. Eles são responsáveis pelo acionamento dos motores da máquina.

Podemos encontrar vários tipos e modelos de máquina CNC nas indústrias de automação e escolas de aprendizagem técnica, entretanto todas são dimensionadas com o mesmo objetivo, ou seja, diminuir o esforço humano, agregando mais qualidade para o produto final.

CONTROLES FLEXÍVEIS

Uma das vantagens do comando numérico em relação aos tipos anteriores de controle é a possibilidade de mudar rapidamente a seqüência de operações que a máquina deve realizar. Por meio de um programa específico, essa seqüência é alterada para realizar uma determinada seqüência de funções.

Um programa é uma lista de instruções escritas numa linguagem que a máquina é capaz de entender. Um cozinheiro, para preparar um bolo, deve seguir fielmente os passos descritos na receita. A máquina também precisa obedecer às instruções do programa para executar sua tarefa com perfeição. Mudar o programa de operação da máquina é, portanto, muito mais rápido do que fabricar novos *cames* ou realizar regulagens mecânicas.

Você ainda pode estar se perguntando por que o controle é chamado numérico.

A resposta parece óbvia: porque utiliza números. Certo! Mas... quais números?

Bem, um comando numérico, como já vimos, é um computador com a missão especial de controlar movimentos de máquinas. E os computadores são máquinas elétricas. Logo, essas máquinas só são capazes de distinguir duas situações ou estados: existência, ou não, de certo valor de tensão elétrica.

Se houver tensão, podemos indicar esse estado com o número um. Se não houver tensão, usamos o número zero, como vimos no tópico de circuitos digitais. Aí estão nossos números. Controlamos a máquina usando combinações de zeros e uns. Mas imagine-se escrevendo um programa usando apenas zeros e uns. Coisa de louco, não? Daí a necessidade das linguagens de programação dos comandos numéricos. Elas permitem que a tarefa do programador fique um pouco mais torno com controle numérico fácil, pois essa linguagem acaba sendo intermediária entre a linguagem de máquina (aquele punhado de zeros e uns) e a linguagem natural do ser humano (português, no nosso caso).

Vejamos um trecho de um programa:

```
O2000;
T05;
```

G97 S1200;
M3;
M8;
G0 X20. Z2.

Para uma pessoa que não conhece a linguagem de programação da máquina, as letras e números acima não fazem sentido. A máquina, no entanto, é capaz de entender e, o que é melhor, obedecer às instruções descritas por esses códigos. Se fôssemos traduzir para o português, as linhas acima diriam algo assim:

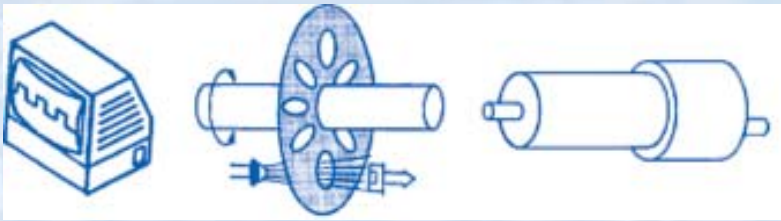
O2000 ..... Esse programa foi batizado com o número 2000.
T05 ..... Trabalhe com a ferramenta número 5.
G97 S1200 ..... A rotação da placa será igual a 1.200 rpm.
M3 ..... Ligue a placa no sentido horário (olhando-se da placa para a contraponta).
M8 ..... Ligue o fluido de corte.
G0 X20. Z2.0 ..... Desloque a ferramenta, com o maior avanço disponível na máquina, para o ponto de coordenadas X = 20 mm e Z = 2 mm.

No entanto, você deve estar pensando: "Tudo bem, mas como o comando numérico toma conhecimento dessas instruções?". O jeito mais fácil seria conversar com o comando numérico, contar-lhe todas as instruções e mandá-lo obedecer. Bem, talvez um dia cheguemos a esse estágio de desenvolvimento. Atualmente, no entanto, temos que nos valer de outros modos de entrada de dados, como os apresentados abaixo.

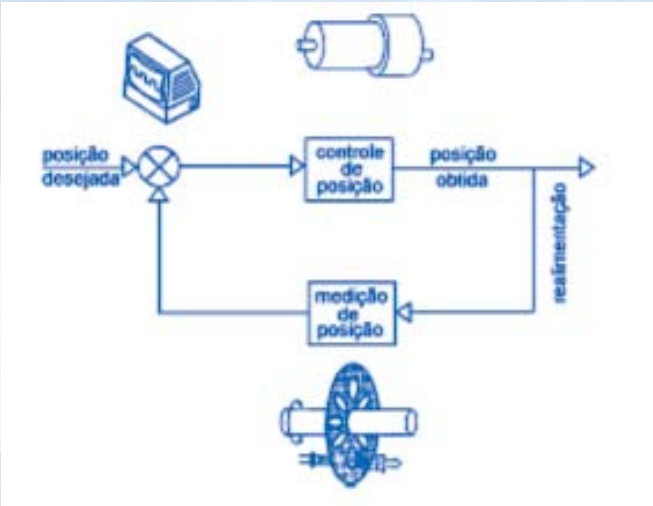
Com o programa em sua memória, cabe ao comando numérico executá-lo, fazendo com que a máquina obedeça às instruções. Mas como isso ocorre? Você se lembra do controle manual realizado pelo torneiro ao operar um torno mecânico? Bem, vamos então estudar como transformar esse controle num controle numérico.

A primeira coisa é substituir o cérebro do torneiro por um comando numérico. Em seguida, precisamos de algum dispositivo que seja capaz de saber quanto a máquina se deslocou. Assim,

seremos capazes de controlar as dimensões da peça. Portanto, devemos substituir o instrumento de medição utilizado no controle manual por um sensor de posição. Um *encoder* rotativo, por exemplo. Finalmente, para movimentar a máquina não podemos mais contar com o operador. Seus músculos, braço, mão, bem como o manípulo da máquina, serão substituídos por um servomotor de corrente alternada. Essas modificações podem ser observadas a seguir.



Agrupando-se os novos componentes, podemos observar a malha de controle da máquina.

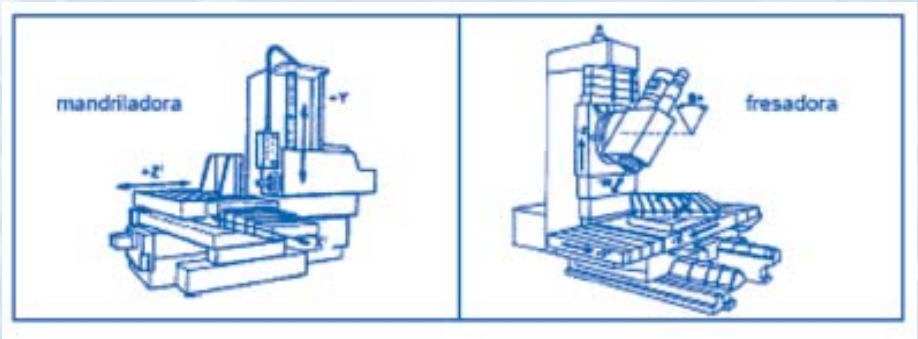


MÁQUINAS CONTROLADAS NUMERICAMENTE

Geralmente, quando falamos em máquinas CNC estamos nos referindo a máquinas-ferramenta. No entanto, as máquinas-ferramenta correspondem apenas a um tipo de máquina CNC. Assim, apesar de os comandos numéricos serem tradicionalmente usados em máquinas-ferramenta, essa não é sua única aplicação. Em princípio, qualquer máquina que deva ter seu posicionamento, velocidade e aceleração controlados pode ser automatizada por meio desse tipo de controle.

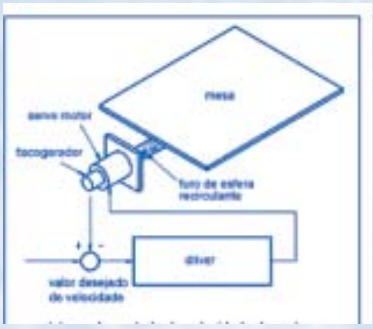
Portanto, máquinas controladas numericamente também podem ser encontradas nas indústrias têxtil, alimentícia, de embalagens, calçados, plásticos etc. Como já vimos, um comando numérico tem a função de controlar movimentos. Uma máquina pode possuir vários movimentos, normalmente classificados em movimentos de translação ou rotação. Costuma-se dizer que cada um desses movimentos é um “eixo” da máquina, associando-

se uma letra a ele. Nas figuras a seguir, temos uma mandriladora com os eixos X, Y e Z, correspondendo respectivamente aos movimentos longitudinal, vertical e transversal, e uma fresadora com quatro eixos lineares, X, Y, Z e W, e dois eixos rotativos, B e C.



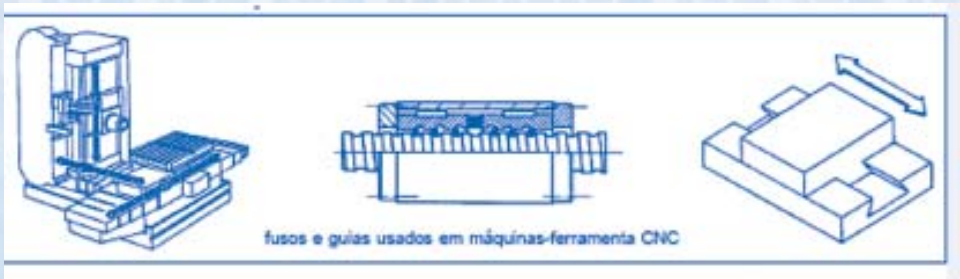
Embora uma máquina possa apresentar vários movimentos, nem sempre ela é capaz de realizar todos ao mesmo tempo. Assim, a mandriladora da figura, embora possua três eixos, pode, devido a restrições de *hadware* e *software*, ser capaz apenas de realizar dois movimentos ao mesmo tempo. Assim, costuma-se dizer nesse caso que, embora a máquina possua fisicamente três, ela é na realidade uma máquina de dois eixos. Logo, "eixo" pode ser um conceito relacionado a quantos movimentos a máquina tem ou a quantos movimentos ela pode realizar ao mesmo tempo. O significado depende da situação descrita naquele momento.

A cada um dos eixos da máquina associa-se um servomotor, com velocidade e aceleração que podem ser controladas pelo comando numérico e por *drivers*. O servomotor representa o elo de ligação entre a mecânica e a eletrônica. A eletrônica, num primeiro momento, simplificou a estrutura mecânica da máquina. Muitas peças deixaram de ser utilizadas graças à presença dos servomotores. Esses motores fizeram com que as caixas de mudança de velocidade, compostas por um grande número de engrenagens, praticamente desaparecessem. Num torno ou numa fresadora CNC, a rotação da placa ou do cabeçote, bem como as velocidades de translação ou rotação dos eixos, é estabelecida simplesmente por meio de funções de programação. O comando numérico da máquina envia uma ordem ao *driver*, encarregado do acionamento do motor, e o *driver* aciona diretamente o motor. Mecanicamente, isso é muito mais simples, como pode ser visto na figura.



A tecnologia eletrônica, além de permitir simplificar a estrutura mecânica, criando comandos numéricos cada vez mais compactos, confiáveis, econômicos e precisos, forçou o aprimoramento dos componentes mecânicos. Para evitar que atritos e folgas afetem a precisão da máquina, a indústria mecânica desenvolveu componentes cada vez mais sofisticados.

Assim, os fusos de perfil trapezoidal deram lugar aos fusos de esferas recirculantes. Na figura a seguir, esses fusos apresentam maior rendimento na transmissão de esforços mecânicos, pois é pequeno o atrito entre as esferas e as pistas da castanha e do fuso.



fusos e guias usados em máquinas-ferramenta CNC

As guias de deslizamento das máquinas também foram substituídas por guias lineares, mais precisas e eficientes. A confiabilidade e vida útil desses componentes também é maior em relação aos fusos e guias tradicionais.

TROCADORES DE FERRAMENTAS

Para aumentar a independência do operador, a grande maioria das máquinas-ferramenta CNC é equipada com dispositivos conhecidos como ATCs, sigla de *Automatic Tool Changer,* ou seja, Trocador Automático de Ferramentas. O trocador automático de ferramentas retira uma ferramenta e coloca outra na posição subseqüente de usinagem. O trocador trabalha com um carrossel, onde são montadas as várias ferramentas participantes do processo de usinagem.

Existem vários modelos de trocadores de ferramentas. Nos tornos, o carrossel é normalmente chamado de torre.

Alguns exemplos de ATCs e “magazines” (carrosséis) porta-ferramentas podem ser vistos na figura abaixo.

modelos de trocadores de ferramentas e magazines utilizados em tornos e centros de usinagem

O “magazine” (carrossel) porta-ferramentas e o trocador de ferramentas diferenciam as fresadoras dos chamados centros de usinagem. Nos centros de usinagem, a troca de ferramentas é realizada automaticamente. Essa evolução em relação às fresadoras faz dos centros de usinagem as máquinas mais importantes para a implementação de sistemas de usinagem automatizados.

Ciclos de Usinagem

Ciclos de usinagem são pequenos programas criados pelos fabricantes de comandos numéricos. Esses programas tratam de operações comuns na usinagem de materiais, como furar, mandrilar, usinar rosca com macho, alargar, etc.

A grande vantagem dos ciclos de usinagem é a de reduzir o tempo de elaboração de um programa. Ao invés de escrever vários blocos de programa para realizar uma determinada operação, basta ao programador, num único bloco, programar a função correspondente ao ciclo e indicar os valores das variáveis envolvidas na operação.

A função que define o ciclo, bem como todas as variáveis a ela associadas, são modais.

Essa característica, associada à utilização de sub-rotinas, como veremos adiante, reduz ainda mais o tempo gasto em programação.

Na programação para centro de usinagem, não dispomos de ciclos de desbaste e acabamento. Para isso, usam-se as sub-rotinas ou subprogramas.

Programação - Linguagem ISO

Um programa CNC contém todas as instruções e informações necessárias à usinagem de uma peça. Um programa para centro de usinagem, tal como para torno, consta de:

- rotina de inicialização;
- rotina de troca da ferramenta;
- usinagem da peça;
- rotina de encerramento do programa.

Além desses quatro itens, o programa para centro de usinagem poderá conter sub-rotinas ou subprogramas.

Dados Geométricos - Coordenadas Cartesianas

Coordenadas Absolutas - G90

As coordenadas absolutas são definidas através do código G90 e seus valores sempre estarão em relação ao ponto zero da peça.

Eixo X refere-se às medidas na direção transversal da mesa;

Eixo Y refere-se às medidas na direção longitudinal da mesa;

Eixo Z refere-se às medidas na direção vertical da ferramenta.

Coordenadas Incrementais - G91

Coordenadas incrementais são definidas através do código G91 e seus valores sempre serão obtidos em relação ao último posicionamento da ferramenta.

Obs.: Os valores das coordenadas absolutas ou incrementais deverão ser programados com o ponto decimal que irá definir as unidades inteiras e as decimais.

Ex.: X 40. = 40 mm; X 40 = 0.040 mm.

X.4 = 0.4 mm; X 4 = 0.004 mm.

Procedimento para inicialização de programas CNC para centro de usinagem

O primeiro bloco dessa rotina deve apresentar a função de identificação (função O), seguida pelo número do programa.

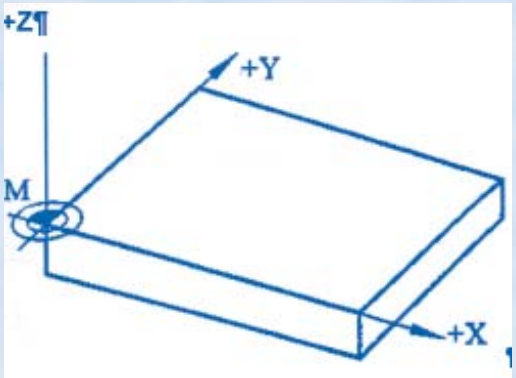
08100 (BASE DA TURBIMA K-37, PEÇA FUNDIDA EM GG 20);

G17 G21 G40 G54 G80 G90 G94 G98;

G91 G28 Z50. M5 M9 ;

G91 G28 XO YO ;

Explicações:



08100: o número do programa é 8100.

(BASE DA TURBINA K-37): Comentário para documentar o programa.

G17: interpolação no plano XV.

G21: valores de coordenadas em milímetros.

G40: desativa compensação dos raios das ferramentas.

G54: define o sistema de referência a ser usado, cuja origem (ponto zero-peça) é indicada pela função G54. Pode ser de G54 a G59.

G80: cancela ciclos.

G90: indica que o sistema de coordenadas adotado é absoluto em relação à origem definida pela função G54 (ou outra origem adotada).

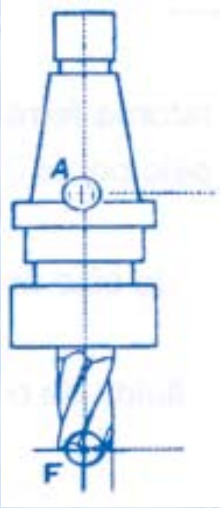
G94: estabelece que o avanço de corte F será dado em mm/min.

G98: estabelece que a posição de retorno da ferramenta (broca, por exemplo), após executar o ciclo de usinagem, será a coordenada Z inicial e não a coordenada Z, (R) ponto de ataque.

G91 G28, Z50. M5 M9 ;G91 G28 XO YO; por segurança é sempre bom mandar para *Machine Home* e desligar antes da troca de ferramenta.

Procedimento de troca e aproximação de ferramenta

N1 T1 ;
M6;
(FRESA DE TOPO DIA.12 MM);
S1500 M3;
G54 G90 ;
GO X-350. Y200. ;
G43 H1 GO Z50. ;
G43 H1 ; compensação do comprimento da ferramenta.
H é a linha do *tool offset* onde está registrado o comprimento L da ferramenta.



Explicações:

N1: indica o número de seqüência

T1: gira o magazine e a ferramenta n°. 1 é colocada num dos lados do braço de troca.

M6: a ferramenta que está no braço de troca é colocada no fuso (FRESA DE TOPO DIA. 12MM): Comentário para documentação.

81500: a rotação do fuso será 1.500 rpm.

M3: liga o fuso no sentido horário.

G54: define qual será o sistema de referência.

G90: estabelece que as coordenadas serão absolutas.

GO X-350.Y-200.: posiciona a ferramenta no ponto de aproximação no plano XV. No exemplo X = -350 mm e Y = -200 mm.

G43 H1: ativa a compensação de comprimento da ferramenta, utilizando-se do comprimento guardado no endereço H1 do *tool offset*.

GO Z50. : posiciona a ferramenta na coordenada 2=50 mm. Durante esse movimento, a compensação de comprimento será ativada.

Procedimento para término de programas.

G28 Z50. M5 M9 ; G91 G28 XO. YO. ; M30;

Explicações:

G28 Z50: retoma ferramenta para o *Machine Home*, segundo o eixo **Z,** passando pelo ponto de ordenada

Z = **50.**

M5 - parada do eixo árvore.

M9: desliga fluído de corte.

G91: ativa sistema de coordenadas incrementais.

G28 XO YO: retoma ferramenta para o *Machine Home* simultaneamente nos eixos X e Y.

M30: indica fim do programa. Desliga a placa, o fluído de corte e termina a execução do programa.

CNC MCS : Instruções Básicas de Programação

Os controles MCS aceitam basicamente instruções que podem ser do tipo conversacional (MCS) ou instruções padronizadas pela norma ISO ou ainda uma mistura delas no mesmo programa.

ISO (códigos G)	MCS conversasional puro	Misto MCS / ISO no mesmo programa
%100	:%100	:%100
N010 G90	:CYC CALL 0	:CYC CALL 0
N020 G54 X -150 Z -30	:CYC CALL 4 X A -150:CYC CALL 4 Z A -30	:G54 X-150 Z-30
N030 G00 X 100 Y 400 Z150	:POS T X A 100 Y A 400 Z A 150 F0	:G00 X 100 Y 400 Z150
N040 T2 D2 M3 S1200	:CYC CALL 2 M3 S1200 T 2 D2	:T2 D2 M3 S1200
N050 G01 X2.5 Y45 F200	:POS X A 2.5 Y A 45 F200	:POS X A 2.5 Y A 45 F200
N060 Y30	:POS Y A 30	:Y30
N070 Z-80.15	:POS Z A -80.15	:Z-80.15
N080 G91 X10	:POS X I 10	:POS X I 10
N090 G90 Z7 F100	:POS Z A 7 F100	:POS Z A 7 F100
N100 X10 Y10	:POS L X A 10 Y A 10	:POS L X A 10 Y A 10
N110 G02 X-10 Y-10 I -10 J -10 F300 M8	:POL X I -10 Y I -10:POS C X A -10 Y A -10 F300 M8	:POL X I -10 Y I -10:POS C X A -10 Y A -10 F300 M8
N120 G01 Z10 F200	:POS Z10 F200	:POS Z10 F200
N130 G03 X10 Y10 R20 F400	:POS C X A 10 Y A 10 R20 F400	:POS C X A 10 Y A 10 R20 F400
N140 M30	:CYC CALL 2 M30	:M30
	:	:

MCS : Programa típico de uma peça

; uma linha que começa com ; é uma linha de comentário que o CNC despreza

; quando está recebendo o programa via serial RS232

;

%100 ; você pode inserir um comentário após uma instrução válida como

; essa, pgm = 100

(um texto entre parênteses é incluído no programa , sem interferir na execução)

(dessa forma podemos identificar o programa , informar o número do desenho , etc.)

Instruções

:

; o caractere **:** seguido de uma mudança de linha significa fim de programa

Programação MCS conversacional :

1 - MOVIMENTO

:POS X A 10 F1000	; move X em absoluto para 10.000 , avanço = 1000mm/min
:POS X A 10 F1.000	; move X em absoluto para ;10.000, avanço = 1mm/ ;revolution
	; note que números inteiros para ;avanço significam mm/min
	; enquanto números com parte ;decimal significam mm/rotação
:POS Y I -20	; move Y em incremental -20.000, avanço = modal
:POS Z 30	; move Z em Absoluto / Incremental conforme condição modal
	; anterior 30.000 , avanço modal
:POS X A 10 F200 M3	; move X em absoluto para 10.000, avanço = 200 ,
	; função M3
:POS L X A 10 Y I -20	; Interpolação linear, 2 eixos , X ; em absoluto para 10.000 e Y ; em incremental -20
:POS C H X A 10 Y I -20 I -5 J 8 F100	; interpolação circular sentido ; horário,2 eixos, X em absoluto ; para 10.000 e Y em incremental ;-20 , centro em incremental -5 ;na direção X e 8 na direção Y, ;avanço = 100
:POS C AH X A 10 Y I -20 R13 F100	; interpolação circular sentido ;anti-horário, 2 eixos, X em ;absoluto para 10.000 e Y em ;incremental -20 , raio = 13.000, ;avanço = 100

:POS T X A 10 Y I -20 Z I 12,34 ; interpolação linear, 3 eixos , X ;em absoluto para 10.000 , Y em ;incremental -20, e Z em ;incremental 12.34

:POS T C AH X A 10 Y I -20 Z A 10 R13 F100 M4 ; interpolação helicoidal, sentido ;anti-horário, 3 eixos , X em ;absoluto para 10.000 ,Y em ;incremental -20 e Z em absoluto ;para 10, raio = 13.000, avanço ;=100 , função M4

2 - SUB-ROTINAS

:LBL SET 10 ; define uma marca no programa ;= 10

:LBS 10 ; (idem) marca = 10

:LBS 0 ; retorno de uma sub-rotina ,caso ;não houve uma chamada prévia, ;nada faz.

:LBC CALL 10 ; chama uma sub-rotina que ;inicia na marca 10 e que termina ;na marca LBS 0

:LBR CALL 10 REP 5 ; repete blocos entre LBS 10 e a ;instrução que iniciou o loop de ;repetição, repetindo esse trecho ;por 5 vezes.

:LBP CALL 100 ; chama um outro programa , o ;programa 100, retorna ao final ;do programa 100. O programa ;chamado deve evitar instruções ;como M30, que zera a pilha de ;sub-rotinas.

3 - COMPENSAÇÃO DE FERRAMENTA

Para Tornos :

TOOL DEF 10 LX 10.37 LZ 20.81 R 1 LC 11 ; define os dados da ferramenta ;número 10 comprimento X =

;10.37 comprimento Z = 20.81
;raio da ponta R = 1 lado de corte
; = 11

TOOL CALL 10 S1000 C ON R0 ; torna ativos os comprimentos
;imediatamente, sem compensação
;de raio , RPM = 1000

TOOL CALL 10 S1000 C OFF R0 ; torna os comprimentos ativos
;no próximo movimento, por
;enquanto sem compensação de
;raio.

TOOL CALL 10 S1000 C OFF RR+ ; torna os comprimentos e o raio
;da ponta da ferramenta ativos no
;próximo movimento. Compensa
;o raio pela direita .

TOOL CALL 10 S1000 C OFF RL- ; torna os comprimentos e o raio
; da ponta da ferramenta ativos no
;próximo movimento. Compensa o
;raio pela esquerda.

Para Fresadoras:

TOOL DEF 10 L 10.37 R 10 ; define os dados da ferramenta
;número 10 comprimento L =
;10.37 raio da ponta R = 10

TOOL CALL 10 Z S1000 C ON R0 ; torna ativa a compensação de
;comprimento para o eixo Z ime-
diatamente , sem compensação
de raio

TOOL CALL 10 Z S1000 C OFF R0 ; torna ativa a compensação
;de comprimento para o eixo Z
;no próximo movimento, sem
;compensação de raio

TOOL CALL 10 Y S1000 C OFF RR+ ; torna ativa a compensação
;de comprimento para o eixo Y
;no próximo movimento, com
;compensação de raio à direita
;no plano ortogonal

```
TOOL CALL  10   Z S1000  C  OFF RL-        ; torna ativa a compensação
                                           ;de comprimento para o eixo Z
                                           ;no próximo movimento, com
                                           ;compensação de raio a
                                           ;esquerda no plano ortogonal
```

4 - CÁLCULOS

Obs.: Os controles da MCS possuem 128 memórias ou registros de ponto flutuante que o usuário pode manipular para resolver expressões e utilizar os resultados em programas paramétricos, subprogramas ou MACROS (ciclos fixos) .

Esses registros são identificados de H0 até H127, podendo armazenar números em ponto flutuante com grande precisão.

O usuário pode resolver expressões como +, - , * , / , seno , co-seno , tangente , arco tangente , raiz quadrada , distância , módulo , negação , e desvios condicionais, como menor que, maior ou igual, igual ou diferente. Ele pode também ler parâmetros e dados do PLC para calcular ou tomar decisões no programa.

```
:FUNC 0  ATR  P0 H0  P1  10                    ; H0 = 10
:FUNC 0  ATR  P0 H2  P1  H3                    ; H2 = H3
:FUNC 1  ADD  P0 H2  P1  H3  P2  10.15         ; H2 = H3 + 10.15
:FUNC 1  ADD  P0 H100  P1 1.23456 P2  1.23E-4  ; H100 = 1.23456 + 0.000123
:FUNC 2  SUB  P0 H2  P1  H3 P2 -27             ; H2 = H3 - 27
:FUNC 3  MULT  P0 H0  P1  H127  P2  3.1415     ; H0 = H127  *  3.1415
:FUNC 4  DIV  P0 H0  P1  H127  P2  3.1415      ; H0 = H127  /  3.1415
:FUNC 5  ABS  P0 H0  P1  H127                  ;  H0  =  ABS(H127)  , sempre
                                               ;positivo
:FUNC 6  REST  P0 H0  P1  H127  P2  3.1415     ; H0 = resto de divisão (H127  /
                                               ;3.1415)
:FUNC 7  NEG  P0 H0                            ; H0 = -H0  , mudança de sinal
:FUNC 8  RAD  P0 H0  P1  488.97                ; H0 = raiz quadrada (488.97)
:FUNC 9  PI  P0 H13                            ; H13 = p   , 3.141....
:FUNC 10  SEN  P0 H2  P1  H3                   ; H2 = sin ( H3 )
:FUNC 11  COS  P0 H2  P1  H3                   ; H2 = cos ( H3 )
:FUNC 12  TAN  P0 H2  P1  H3                   ; H2 = tan ( H3 )
:FUNC 13  ATG P0 H2  P1  H3                    ; H2 = atan ( H3 )
:FUNC 14  DIST  P0 H2  P1  H3 P2 H4            ; H2 = raiz  ( H3 ²  *  H4 ² )
```

```
:FUNC 15  JE  LBL 10   P1  H15   P2   10        ; desvia p/ label 10 se (
                                                 ;H15==10)
:FUNC 16  JNE  LBL 10   P1  H15   P2   10        ; desvia p/ label 10 se (
                                                 ;H15!=10)
:FUNC 17  JP  LBL 10   P1  H15   P2   10         ;desvia p/ label 10 se (
                                                 ;H15>=10)
:FUNC 18  JN  LBL 10   P1  H15   P2   10         ; desvia p/ label 10 se ( H15<10)
:FUNC 19  PLCR  P0 H2  P1  M200                  ; H2 = lê memória do PLC ,
                                                 ;endereço = 200
:FUNC 20  PLCW  P0 M100  P1  10                  ; escreve na memória do PLC ,
                                                 ;endereço = 200, valor = 10
:FUNC 21  PARR  P0 H2  P1  P100                  ; H2 = leitura de parâmetro de
                                                 ;máquina, endereço = 100
:FUNC 22  TDFR  P0 H30 P1  10  P2 0              ; H30 = lê dado do corretor de
                                                 ;ferramenta 10 , índice  0
:FUNC 23  TDFW  P0 H30 P1  10  P2 1              ; escrita no corretor 10 , índice
                                                 ;1 , dado = H30
```

5 - CICLOS FIXOS

```
:CYC CALL 1   T 10                               ; tempo de espera , 10 x  0.1
                                                 ;segundos
:CYC 1 T 10                                      ; idem
:CYC CALL 2    M3                                ; função M , no exemplo M3
:CYC CALL 2    M3 M8 M21                         ; até 3 funções M por CYC 2
:CYC 2  M3 S1200                                 ; rotação   Snnnn , nnnn =
                                                 ; rotações / min
:CYC 2  T3  D5                                   ; estação T  = 3  , corretor
                                                 ;( data )  = 5
:CYC 2  B5                                       ; arredondamento de cantos (R
                                                 ;= 5 )
:CYC 2  B-5                                      ; chanfro (projeção = 5 )
:CYC CALL 3  X A 10  Z A 20  P1.5   A45  U 3     ; ciclo de corte de rosca onde X e
                                                 ;Z são as coordenadas da posição
                                                 ;final P = passo da rosca A =
                                                 ;ângulo de saída no final da
                                                 rosca U = distância para início
                                                 ;da saída
```

```
:CYC CALL 4 X A 10.15          ; preset eixo X , X = 10.15 após
                               ;esse bloco
:CYC CALL 4 Y I 1              ; preset eixo Y , Y = atual + 1
                               ;após esse bloco
:CYC CALL 5  E ON 12           ; condição = TRUE  se entrada
                               ;12 ativa
:CYC CALL 5  E OFF 12          ; condição = TRUE  se entrada
                               ;12 desligada
:CYC CALL 6  J   100           ; desvio para marca  LBS 100
:CYC CALL 6  J  ON  100        ; desvio para marca  LBS 100 se
                               ; condição TRUE
:CYC CALL 6  J  OFF  100       ; desvio para marca  LBS 100 se
                               ;condição FALSE
```

6 - CICLOS DE USUÁRIO (MACROS)

O usuário pode definir ciclos fixos ou MACROS :

Forma Geral :

:CYC CALL nn **NOME_OPCIONAL PAR_1_OPCIONAL ... PAR_15_OPCIONAL**

Exemplo:

```
:CYC CALL 33  ROSCA   X   10   Y 20    P1.5  PROF 3  N 5    ACAB  0.1
```

Essa pode ser uma MACRO definida por um usuário que chama o subprograma 33, cujo nome é ROSCA , passando os seguintes parâmetros para os registros de ponto flutuante :

```
H0 =  10          ; X

H1 = 20           ; Y

H2 = 1.5          ; P

H3 = 3            ; PROF

H4 = 5            ; N

H5 = 0.1          ; ACAB
```

O subprograma 33 utiliza esses dados para gerar os movimentos necessários, retornando ao final para o programa do usuário que originou a chamada.

Com esses recursos, os controles MCS podem realizar ciclos fixos e permitir ao usuário criar seus próprios ciclos e utilizá-la como uma instrução (MACRO) em seus programas.

OBS.: O usuário pode incluir ciclos com os quais está acostumado, por exemplo os ciclos HEIDENHAIM (*pocket, drilling, threading*...) e adaptá-los para a linguagem MCS conversacional ou simplesmente emulá-los em nosso CNC.

HEIDENHAIM :	MCS conversational: (nn >= 20)
CYCL DEF nn	CYC CALL nn .....
CYCL CALL nn	

7 - FUNÇÕES M

M 00	; parada programada
M 01	; parada opcional
M 02	; final de programa
M 03	; rotação eixo árvore sentido horário
M 04	; rotação eixo árvore sentido anti-horário
M 05	; interrompe a rotação
M 06	; troca de ferramenta
M 07	; refrigeração fraca
M 08	; liga refrigeração
M 09	; desliga refrigeração
M 13	; M3 + M8
M 14	; M4 + M8
M 15	; M5 + M9
M 30	; final de programa
M nn	; nn não listado acima => função dependente ;do PLC

Programação ISO (códigos G)

1 - FORMA GERAL

%	nnnnn	; número do programa
N	nnnn	; opcional , marca o número do bloco, sem execução
G	nn	; código G, podem ser inseridos até 4 códigos G por bloco, execução conforme o código (nn)
X	(-)nnnnn.nnn	; coordenada X
Y	(-)nnnnn.nnn	; coordenada Y
Z	(-)nnnnn.nnn	; coordenada Z
F	nnnnn.nnn	; avanço para movimentos, mm/min ou mm/rot conforme o ; o estado modal ativo
F	nnnnn	;Tempo para ciclo de espera

R	nnnnn.nnn	; raio para interpolação circular
I	(-)nnnnn.nnn	; cota de centro incremental na direção X
J	(-)nnnnn.nnn	; cota de centro incremental na direção Y
K	(-)nnnnn.nnn	; cota de centro incremental na direção Z
S	nnnnn	; rotação da árvore (r.p.m. ou m/min, de acordo com o ; estado modal ativo)
M	nnn	; função auxiliar, até 3 por linha, execução depende do ; código M (nnn)
T	nn	; estação da torre
D	nn	; corretor, *offsets* ativos no próximo bloco
A	nnn	; ângulo para coordenadas polares, ângulo de saída de rosca
P	(-)nnn.nnn	; passo da rosca
L	nnnnn	; número de sub-rotina
(		; início de linha de comentário, a ser incluída no programa
)		; final de linha de comentário
;		; diz ao CNC para desprezar caracteres até o final da linha
\n or \r		; encerra linha, CNC espera pela próxima linha.

2 - Códigos G

G 00	; modal, movimento rápido ativo
G 01	; modal movimento linear ativo
G 02	; modal movimento circular horário ativo
G 03	; modal movimento circular anti-horário ativo
G 04	; ciclo de tempo ativo
G 09	; aproximação precisa, cantos vivos
G 10	; modal movimento rápido em coordenadas polares ativo
G 11	; modal movimento linear ativo, coordenadas polares
G 12	; modal movimento circular horário ativo, coordenadas polares
G 13	; modal movimento circular anti-horário ativo, coordena- ; das polares
G 17	; modal plano XY ativo
G 18	; modal plano ZX ativo
G 19	; modal plano YZ ativo
G 40	; modal compensação de raio OFF
G 41	; modal compensação de raio ON , à esquerda
G 42	; modal compensação de raio ON , à direita
G 53	; zero absoluto (zero máquina)
G 54	; zero peça 1 (*default*)
G 55	; zero peça 2

G 56	; zero peça 3
G 57	; zero peça 4
G 58	; *offsets* incrementais (1) para zero peça ativo
G 59	; *offsets* incrementais (2) para zero peça ativo
G 64	; relaxe transição nos cantos (arredondamento não preciso)
G 70	; unidades imperiais (polegadas)
G 71	; sistema métrico (*default*)
G 90	; coordenadas em absoluto (*default*)
G 91	; coordenadas incrementais
G 92	; máxima rotação da árvore para velocidade de corte ; constante
G 94	; avanço em mm/min (*default*)
G 95	; avanço em mm/rot
G 96	; velocidade de corte constante (S m/min), avanço em ; mm/rot
G 97	; cancela vel. corte constante (S rot/min), avanço em ; mm/rot

3 - FUNÇÕES M

M 00	; parada programada
M 01	; parada opcional
M 02	; final de programa
M 03	; rotação eixo árvore sentido horário
M 04	; rotação eixo árvore sentido anti-horário
M 05	; interrompe a rotação
M 06	; troca de ferramenta
M 07	; refrigeração fraca
M 08	; liga refrigeração
M 09	; desliga refrigeração
M 13	; M3 + M8
M 14	; M4 + M8
M 15	; M5 + M9
M 30	; final de programa
M nn	; nn não listado acima => função dependente do PLC

4 - CICLOS FIXOS (G) MACROS

O usuário pode definir ciclos fixos (código G) , via MACROS

Forma geral :

G nn **NOME_OPCIONAL PAR_1_OPCIONAL ... PAR_15_OPCIONAL**

Exemplo:

G 33 X 10 Y 20 P1.5 Q 3 K 5 L 0.1

Esse poderia ser um ciclo definido pelo usuário, que chama o subprograma 33, cujo nome não foi definido (poderia ser ROSCA), passando os seguintes parâmetros para registros de ponto flutuante :

H0 = 10 ; X

H1 = 20 ; Y

H2 = 1.5 ; P

H3 = 3 ; Q

H4 = 5 ; K

H5 = 0.1 ; L

O subprograma utiliza esses dados para sua execução e após concluir sua função retorna ao programa do usuário que originou a chamada.

Com esses recursos, os controles MCS podem realizar ciclos fixos e permitir ao usuário criar seus próprios ciclos, e utilizá-la como uma instrução (MACRO) em seus programas.

OBS.: O usuário pode incluir ciclos com os quais está acostumado , por exemplo os ciclos FANUC (*pocket, drilling, threading*...) e adaptá-los para a linguagem MCS ISO ou simplesmente emulá-los em nosso CNC.

FANUC:	**MCS ISO: (nn != códigos G reservados)**
G 81 X 10 Y 20....	G 81 X 10 Y 20 ..... ; mesmos parâmetros

12 - CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

O Controlador Lógico Programável (CLP) nasceu praticamente dentro da indústria automobilística americana, especificamente na *Hydronic Division da General Motors*, em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle de painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Tais mudanças implicavam em altos gastos de tempo e dinheiro.

Sob a liderança do engenheiro Richard Morley, foi preparada uma especificação que refletia as necessidades de muitos usuários de circuitos a reles, não só da indústria automobilística como de toda a indústria manufatureira.

Nascia assim um equipamento bastante versátil e de fácil utilização, que se vem aprimorando constantemente, diversificando cada vez mais os setores industriais e suas aplicações, o que justifica hoje (junho /1998) um mercado mundial estimado em 4 bilhões de dólares anuais.

Desde o seu aparecimento, até hoje, muita coisa evoluiu nos controladores lógicos, como a variedade de tipos de entradas e saídas, o aumento da velocidade de processamento, a inclusão de blocos lógicos complexos para tratamento das entradas e saídas e principalmente o modo de programação e a interface com o usuário.

FASES HISTÓRICAS

Podemos dividir os CLPs, didatica e historicamente, de acordo com o sistema de programação por ele utilizado:

1ª. Geração : Os CLPs de primeira geração se caracterizam pela programação intimamente ligada ao *hardware* do equipamento. A linguagem utilizada era o *Assembly* que variava de acordo com o processador utilizado no projeto do CLP, ou seja, para poder programar era necessário conhecer a eletrônica do projeto do CLP. Assim a tarefa de programação era desenvolvida por uma equipe técnica altamente qualificada, gravando - se o programa em memória EPROM, sendo realizada normalmente no laboratório junto com a construção do CLP.

2ª. Geração : Aparecem as primeiras "Linguagens de Programação" não tão dependentes do *hardware* do equipamento, possíveis pela inclusão de um "Programa Monitor" no CLP, o qual converte (no jargão técnico, Compila) as instruções do programa, verifica o estado das entradas, com-

para com as instruções do programa do usuário e altera o estado das saídas. Os Terminais de Programação (ou Maletas, como eram conhecidas) eram na verdade Programadores de Memória EPROM . As memórias depois de programadas eram colocadas no CLP para que o programa do usuário fosse executado.

3ª. Geração: Os CLPs passam a ter uma Entrada de Programação, onde um Teclado ou Programador Portátil é conectado, podendo alterar, apagar, gravar o programa do usuário, além de realizar testes (Debug) no equipamento e no programa. A estrutura física também sofre alterações sendo a tendência para os Sistemas Modulares com Bastidores ou Racks.

4ª. Geração: Com a popularização e a diminuição dos preços dos microcomputadores (normalmente clones do IBM PC), os CLPs passaram a incluir uma entrada para a comunicação serial. Com o auxílio dos microcomputadores a tarefa de programação passou a ser realizada nesses. As vantagens eram: a utilização de várias representações das linguagens, possibilidade de simulações e testes, treinamento e ajuda por parte do *software* de programação, possibilidade de armazenamento de vários programas no micro, etc.

5ª. Geração: Atualmente existe uma preocupação em padronizar protocolos de comunicação para os CLPs, de modo a proporcionar que o equipamento de um fabricante "converse" com o equipamento outro fabricante, não só CLPs, como Controladores de Processos, Sistemas Supervisórios, Redes Internas de Comunicação, etc., proporcionando uma integração a fim de facilitar a automação, gerenciamento e desenvolvimento de plantas industriais mais flexíveis e normalizadas, fruto da chamada globalização. Existe uma Fundação Mundial para o estabelecimento de normas e protocolos de comunicação.

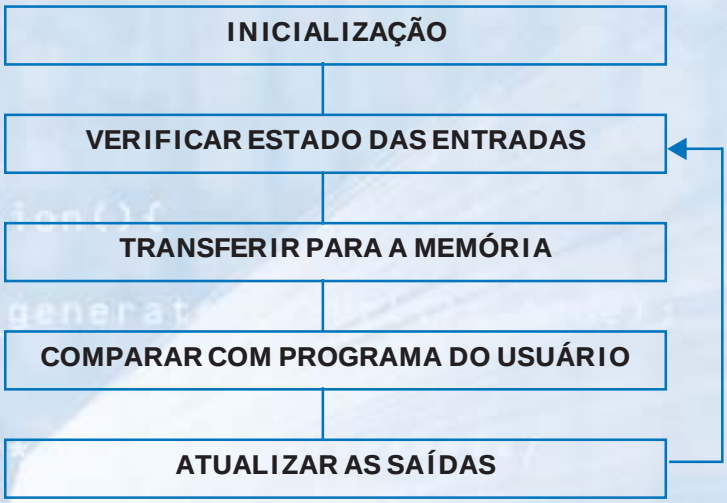
VANTAGENS DO USO DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

- Ocupam menor espaço;
- Requerem menor potência elétrica;
- Podem ser reutilizados;
- São programáveis, permitindo alterar os parâmetros de controle;
- Apresentam maior confiabilidade;
- Manutenção mais fácil e rápida;

- Oferecem maior flexibilidade;
- Apresentam interface de comunicação com outros CLPs e computadores de controle;
- Permitem maior rapidez na elaboração do projeto do sistema.

FUNCIONAMENTO DO CLP

INICIALIZAÇÃO



CICLO DE VARREDURA

No momento em que é ligado o CLP executa uma série de operações pré-programadas, gravadas em seu Programa Monitor :

- Verifica o funcionamento eletrônico da CPU, memórias e circuitos auxiliares;
- Verifica a configuração interna e compara com os circuitos instalados;
- Verifica o estado das chaves principais (RUN / STOP, PROG, etc.);
- Desativa todas as saídas;
- Verifica a existência de um programa de usuário;
- Emite um aviso de erro, caso algum dos itens acima falhe.

VERIFICAR ESTADO DAS ENTRADAS

O CLP lê o estado de cada uma das entradas, verificando se alguma foi acionada. O processo de leitura recebe o nome de Ciclo de Varredura (Scan) e normalmente é de alguns micro-segundos (*scan time*).

TRANSFERIR PARA A MEMÓRIA

Após o Ciclo de Varredura, o CLP armazena os resultados obtidos em uma região de memória chamada de Memória Imagem das Entradas e Saídas. Ela recebe esse nome por ser um espelho do estado das entradas e saídas. Essa memória será consultada pelo CLP no decorrer do processamento do programa do usuário.

COMPARAR COM O PROGRAMA DO USUÁRIO

O CLP ao executar o programa do usuário, após consultar a Memória Imagem das Entradas, atualiza o estado da Memória Imagem das Saídas, de acordo com as instruções definidas pelo usuário em seu programa.

ATUALIZAR O ESTADO DAS SAÍDAS

O CLP escreve o valor contido na Memória das Saídas, atualizando as interfaces ou módulos de saída. Inicia-se, então, um novo ciclo de varredura.

Estrutura interna do CLP

O CLP é um sistema microprocessado, ou seja, constituí-se de um microprocessador (ou microcontrolador), um Programa Monitor, uma Memória de Programa, uma Memória de Dados, uma ou mais Interfaces de Entrada, uma ou mais Interfaces de Saída e Circuitos Auxiliares.

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A Fonte de Alimentação tem normalmente as seguintes funções básicas :

- Converter a tensão da rede elétrica (110 ou 220 VCA) para a tensão de alimentação dos circuitos eletrônicos, (+ 5VCC para o microprocessador, memórias e circuitos auxiliares e +/• 12 VCC para a comunicação com o programador ou computador);
- Manter a carga da bateria, nos sistemas que utilizam relógio em tempo real e Memória do tipo R.A.M.;
- Fornecer tensão para alimentação das entradas e saídas (12 ou 24 VCC).

UNIDADE DE PROCESSAMENTO

Também chamada de C.P.U. é responsável pelo funcionamento lógico de todos os circuitos. Nos CLPs modulares a CPU está em uma placa (ou módulo) separada das demais, podendo-se achar combinações de CPU e Fonte de Alimentação. Nos CLPs de menor porte a CPU e os demais circuitos estão todos em único módulo. As características mais comuns são:

- Microprocessadores ou Microcontroladores de 8 ou 16 bits (INTEL 80xx, MOTOROLA 68xx, ZILOG Z80xx, PIC 16xx);
- Endereçamento de memória de até 1 Mega Byte;
- Velocidades de CLOCK variando de 4 a 30 MHZ;
- Manipulação de dados decimais, octais e hexadecimais.

BATERIA

As baterias são usadas nos CLPs para manter o circuito do Relógio em Tempo Real, reter parâmetros ou programas (em memórias do tipo RAM), mesmo em caso de corte de energia, guardar configurações de equipamentos, etc. Normalmente são utilizadas baterias recarregáveis do tipo Ni-Ca ou Li. Nesses casos, incorporam-se circuitos carregadores.

MEMÓRIA DO PROGRAMA MONITOR

O Programa Monitor é o responsável pelo funcionamento geral do CLP. Ele é o responsável pelo gerenciamento de todas as atividades do CLP. Não pode ser alterado pelo usuário e fica armazenado em memórias do tipo PROM, EPROM ou EEPROM . Ele funciona de maneira similar ao Sistema Operacional dos microcomputadores. É o Programa Monitor que permite a transferência de programas entre um microcomputador ou Terminal de Programação e o CLP, gerenciar o estado da bateria do sistema, controlar os diversos opcionais, etc.

MEMÓRIA DO USUÁRIO

É onde se armazena o programa da aplicação desenvolvido pelo usuário. Pode ser alterada pelo usuário, já que uma das vantagens do uso de CLPs é a flexibilidade de programação. Inicial-

mente era constituída de memórias do tipo EPROM, sendo hoje utilizadas memórias do tipo RAM (cujo programa é mantido pelo uso de baterias), EEPROM e FLASH-EPROM, sendo também comum o uso de cartuchos de memória, que permite a troca do programa com a troca do cartucho de memória. A capacidade dessa memória varia bastante de acordo com o marca/modelo do CLP, sendo normalmente dimensionadas em Passos de Programa.

MEMÓRIA DE DADOS

É a região de memória destinada a armazenar os dados do programa do usuário. Esses dados são valores de temporizadores, valores de contadores, códigos de erro, senhas de acesso, etc. São normalmente partes da memória RAM do CLP. São valores armazenados que serão consultados ou alterados durante a execução do programa do usuário. Em alguns CLPs, utiliza-se a bateria para reter os valores dessa memória no caso de uma queda de energia.

MEMÓRIA IMAGEM DAS ENTRADAS / SAÍDAS

Sempre que a CPU executa um ciclo de leitura das entradas ou executa uma modificação nas saídas, ela armazena o estado da cada uma das entradas ou saídas em uma região de memória denominada Memória Imagem das Entradas / Saídas. Essa região de memória funciona como uma espécie de "tabela", onde a CPU irá obter informações das entradas ou saídas para tomar as decisões durante o processamento do programa do usuário.

CIRCUITOS AUXILIARES: são circuitos responsáveis para atuar em casos de falha do CLP. Alguns deles são:

- *POWER ON RESET*: quando se energiza um equipamento eletrônico digital, não é possível prever o estado lógico dos circuitos internos. Para que não ocorra um acionamento indevido de uma saída, o que pode causar um acidente, existe um circuito encarregado de desligar as saídas no instante em que se energiza o equipamento. Assim que o microprocessador assume o controle do equipamento esse circuito é desabilitado.

- *POWER - DOWN*: o caso inverso ocorre quando um equipamento é subitamente desenergizado. O conteúdo das memórias pode ser perdido. Existe um circuito responsável por monitorar a tensão de alimentação, e em caso do valor dessa cair abaixo de um limite pré-determinado, o circuito é acionado interrompendo o processamento para avisar o microprocessador e armazenar o conteúdo das memórias em tempo hábil.

- *WATCH-DOG-TIMER*: para garantir no caso de falha do microprocessador, o programa não entre em *loop*, o que seria um desastre, existe um circuito denominado "Cão de Guarda", que deve ser acionado em intervalos de tempo pré-determinados. Caso não seja acionado, ele assume o controle do circuito sinalizando um falha geral.

MÓDULOS OU INTERFACES DE ENTRADA

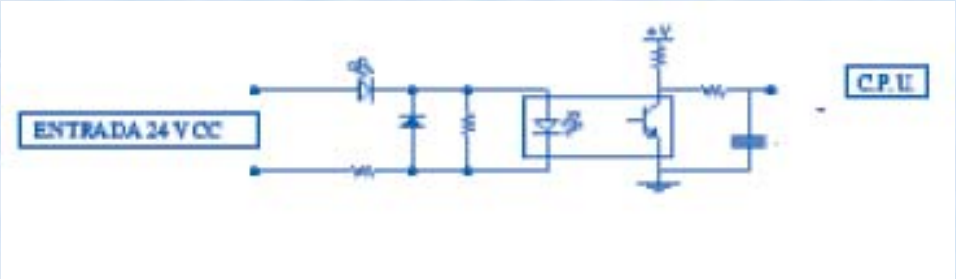
São circuitos utilizados para adequar eletricamente os sinais de entrada para que possa ser processado pela CPU (ou microprocessador) do CLP . Temos dois tipos básicos de entrada: as digitais e as analógicas.

ENTRADAS DIGITAIS: são aquelas que possuem apenas dois estados possíveis, ligado ou desligado, e alguns dos exemplos de dispositivos que podem ser ligados a elas são:

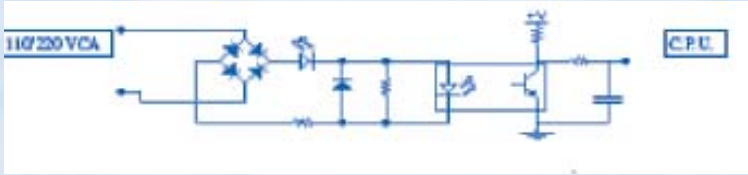
- Botoeiras;
- Chaves (ou micro) fim de curso;
- Sensores de proximidade indutivos ou capacitivos;
- Chaves comutadoras;
- Termostatos;
- Pressostatos;
- Controle de nível (bóia);
- etc.

As entradas digitais podem ser construídas para operar em corrente contínua (24 VCC) ou em corrente alternada (110 ou 220 VCA). Podem ser também do tipo N (NPN) ou do tipo P (PNP). No caso do tipo N, é necessário fornecer o potencial negativo (terra ou neutro) da fonte de alimentação ao borne de entrada para que a mesma seja ativada. No caso do tipo P é necessário fornecer o potencial positivo (fase) ao borne de entrada. Em qualquer dos tipos é de praxe existir um isolamento galvânico entre o circuito de entrada e a CPU. Esse isolamento é feito normalmente através de optoacopladores. As entradas de 24 VCC são utilizadas quando a distância entre os dispositivos de entrada e o CLP não excedam 50 m. Caso contrário, o nível de ruído pode provocar disparos acidentais.

Exemplo de circuito de entrada digital 24 VCC :



Exemplo de circuito de entrada digital 110 / 220 VCA :



ENTRADAS ANALÓGICAS: as Interfaces de Entrada Analógica permitem que o CLP possa manipular grandezas analógicas, enviadas normalmente por sensores eletrônicos. As grandezas analógicas elétricas tratadas por esses módulos são normalmente tensão e corrente. No caso de tensão, as faixas de utilização são: 0 á 10 VCC, 0 á 5 VCC, 1 á 5 VCC, -5 á +5 VCC, -10 á +10 VCC (no caso, as interfaces que permitem entradas positivas e negativas são chamadas de Entradas Diferenciais), e, no caso de corrente, as faixas utilizadas são: 0 a 20mA, 4 a 20 mA.

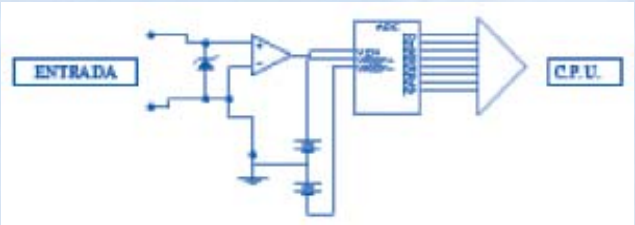
Os principais dispositivos utilizados com as entradas analógicas são:

- Sensores de pressão manométrica;
- Sensores de pressão mecânica (*strain gauges* • utilizados em células de carga);
- Taco — geradores para medição rotação de eixos;
- Transmissores de temperatura;
- Transmissores de umidade relativa;
- etc.

Uma informação importante a respeito das entradas analógicas é a sua resolução, normalmente medida em Bits. Uma entrada analógica com um maior número de bits permite uma melhor representação da grandeza analógica.

Por exemplo: uma placa de entrada 110/220 VCA C.P.U. analógica de 0 a 10 VCC com uma resolução de 8 bits permite uma sensibilidade de 39,2 mV, enquanto que a mesma faixa em uma entrada de 12 bits permite uma sensibilidade de 2,4 mV e uma de 16 bits permite uma sensibilidade de 0,2 mV.

Exemplo de um circuito de entrada analógico :



Módulos especiais de entrada

Existem módulos especiais de entrada com funções bastante especializadas. Alguns exemplos são:

- Módulos Contadores de Fase Única;
- Módulos Contadores de Dupla Fase;
- Módulos para Encoder Incremental;
- Módulos para Encoder Absoluto;
- Módulos para Termopares (Tipo J, K, L, S, etc.);
- Módulos para Termoresistências (Pt-100, Ni-100, Cu-25, etc.);
- Módulos para Sensores de Ponte Balanceada do tipo *Strain-Gauges*;
- Módulos para leitura de grandezas elétricas (KW, KWh, KQ, KQh, cos Fi, I, V, etc.).

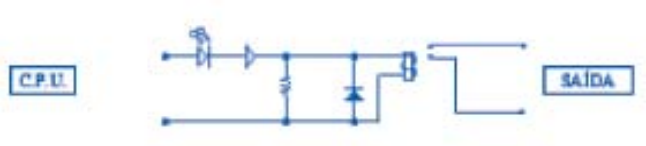
Módulos ou interfaces de saída

Os Módulos ou Interfaces de Saída adequam eletricamente os sinais vindos do microprocessador para que possamos atuar nos circuitos controlados . Existem dois tipos básicos de interfaces de saída: as digitais e as analógicas .

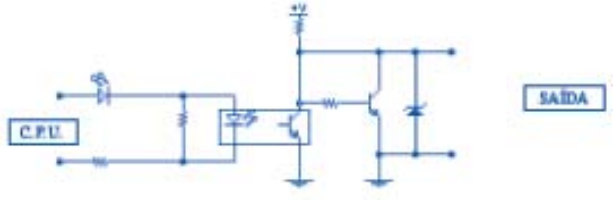
SAÍDAS DIGITAIS: as saídas digitais admitem apenas dois estados: ligado e desligado. Podemos com elas controlar dispositivos do tipo:

- Reles;
- Contatores;
- Reles de estato-sólido;
- Solenóides;
- Válvulas ;
- Inversores de freqüência;
- etc.

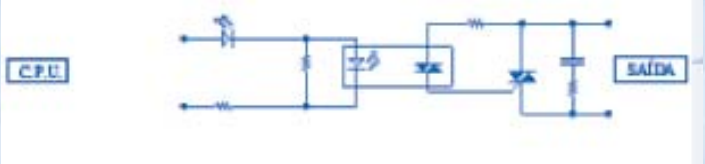
As saídas digitais podem ser construídas de três formas básicas : Saída digital a Relê, Saída digital 24 VCC e Saída digital à Triac. Nos três casos, também é de praxe, prover o circuito de um isolamento galvânico, normalmente opto - acoplado. Exemplo de saída digital a relê :



Exemplo de saída digital a transistor:



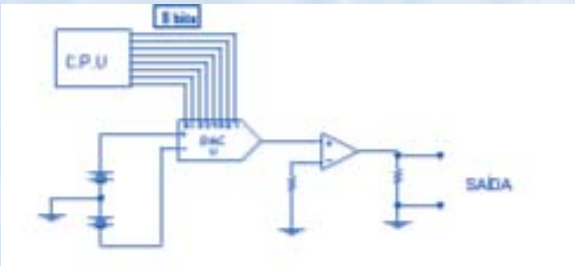
Exemplo de saída digital a Triac :



SAÍDAS ANALÓGICAS: os módulos ou interfaces de saída analógica convertem valores numéricos em sinais de saída em tensão ou corrente. No caso de tensão, normalmente 0 a 10 VCC ou 0 a 5 VCC, e, no caso de corrente, de 0 a 20 mA ou 4 a 20 mA. Esses sinais são utilizados para controlar dispositivos atuadores do tipo:

- Válvulas proporcionais;
- Motores C.C.;
- Servo • Motores C.C;
- Inversores de freqüência;
- Posicionadores rotativos;
- etc.

Exemplo de circuito de saída analógico :



Existem também módulos de saída especiais. Alguns exemplos são :

- Módulos P.W.M. para controle de motores C.C.;
- Módulos para controle de Servomotores;
- Módulos para controle de Motores de Passo (*Step Motor*);
- Módulos para I.H.M. (Interface Homem Máquina);
- etc.

CAPACIDADE DE UM CLP

Podemos ressaltar que, com a popularização dos microcontroladores e a redução dos custos de desenvolvimento e produção, houve uma avalanche no mercado de tipos e modelos de CLPs, os quais podemos dividir em:

Nano e Micro - CLPs: são CLPs de pouca capacidade de E/S (máximo 16 Entradas e 16 Saídas), normalmente só digitais, compostos de um só módulo (ou placa), baixo custo e reduzida capacidade de memória (máximo 512 passos).

CLPs de Médio Porte: são CLPs com uma capacidade de Entrada e Saída de até 256 pontos, digitais e analógicas, podendo ser formado, por um módulo básico, que pode ser expandido. Costumam permitir até 2048 passos de memória, que podem ser interna ou externa (Módulos em Cassetes de Estado - Sólido, Soquetes de Memória, etc.), ou podem ser totalmente modulares.

CLPs de Grande Porte: os CLPs de grande porte se caracterizam por uma construção modular, constituída por uma Fonte de alimentação, CPU principal, CPUs auxiliares, CPUs Dedicadas, Módulos de E/S digitais e Analógicos, Módulos de E/S especializados, Módulos de Redes Locais ou Remotas, etc., que são agrupados de acordo com a necessidade e complexidade da automação. Permitem a utilização de até 4096 pontos de E/S. São montados em um Bastidor (ou Rack) que permite um Cabeamento Estruturado .

LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

Para facilitar a programação dos CLPs, foram sendo desenvolvidas ao logo do tempo, diversas Linguagens de Programação. Essas linguagens de programação constituem - se em um conjunto de símbolos, comandos, blocos, figuras, etc., com regras de sintaxe e semântica.

Entre elas, surgiu a Linguagem STEP 5.

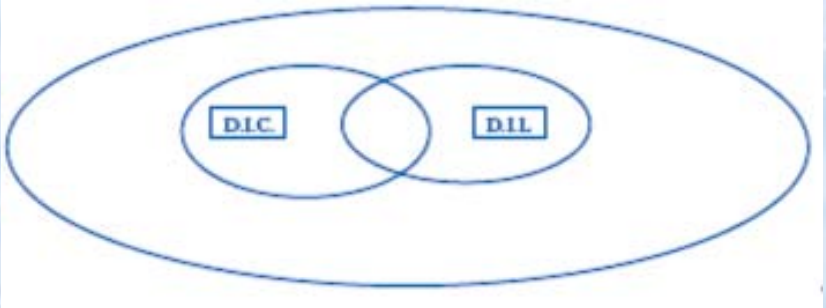
STEP 5

A linguagem STEP 5 tem-se mostrado bastante eficiente, principalmente porque permite ao usuário representar o programa de automação, tanto em Diagrama de Contatos (D.I.C. ou LADDER), em Diagrama Lógico (D.I.C) e como uma Lista de Instruções (L.I.S.). Isso facilita o manejo da linguagem a um amplo círculo de usuários, na confecção e modificação de programas. Uma biblioteca dos denominados Blocos Funcionais Estandardizados, posta à disposição dos usuários, é um passo a mais na confecção racional de programas e redução dos custos de *software*.

A linguagem STEP 5 é uma entre as muitas outras de alto nível existentes, entendendo- se por alto nível aquela que se aproxima muito da linguagem humana. Ela foi desenvolvida levando-se em conta os conhecimentos da área de automação, tendo a partir daí representações para a mesma linguagem.

Intercambialidade entre representações

Cada um dos métodos de representação DIC, LIS e DIL tem suas propriedades e limitações em termos de programação, ou seja, um programa escrito em LIS nem sempre pode ser escrito em DIC ou DIL, isso em face da característica da própria representação; é o caso, por exemplo, de querer representar em DIC uma instrução de entrada de dados ou de um salto condicional de programação, embora alguns compiladores o façam, essa instrução é facilmente representada em LIS. A seguir temos uma representação simbólica da intercambialidade:



Estrutura da linguagem

O tratamento matemático dado à solução de certo problema, para um número reduzido de variáveis, é a Álgebra de Boole, formando assim, através de seus teoremas, expressões representativas da solução do problema ou do comando de um sistema. Tais expressões podem ser executadas por um conjunto de circuitos, denominados em eletrônica digital, de portas lógicas . As portas lógicas, como veremos a seguir, são a tradução dos postulados de Boole.

Sistema "Bus"

Para que um programa possa ser executado, todos os grupos, módulos e componentes que formam o CLP devem comunicar-se entre si. A comunicação entre dois grupos é chamada "BUS". O "BUS", na realidade, é um sistema conector a que estão ligados os diversos grupos, o que não implica que ele permita a comunicação de todos os grupos ao mesmo tempo. O "bus" estabelece a comunicação somente entre dois grupos.

Execução das instruções

O contador de instruções recupera-as em ordem na memória do programa, no registrador de instruções há somente uma instrução executável.

Uma instrução que é colocada através do teclado é traduzida para o código de máquina, transformando-se em uma seqüência determinada de zeros e uns.

A cadeia de dígitos se divide em três partes:

1 - Sinais de comando (o que executar)

2 - Direções (onde executar)

3 - Dados (que informações têm a dar).

Como se executa uma instrução?

O Sistema Bus distribui a parte correspondente da cadeia a diferentes grupos do CLP. Cada parte da cadeia é transmitida pelo bus correspondente.

- bus de controle
- bus de direções
- bus de dados

Exemplo: A instrução "ATIVA 52" (ativa a saída número 2).

O "bus" de controle sinaliza que é uma ativação/desativação (inversão de sinal).

O "bus" de direção indica que a instrução a ser executada é na saída 52.

O "bus" de dados sinaliza que se trata de ativação ou desativação.

Quando o "bus" de direção consiste de oito dígitos binários, existem 28 = 256 possibilidades de combinar os dígitos de uma cadeia, são 256 direções possíveis.

Se existe um grupo de linhas paralelas ("bus"), trata-se de uma estrutura de "bus" simples. Esse tipo de "bus" se encarrega de distribuir os sinais de comando, as direções e os dados. É necessário sinais para diferenciar as direções, dados e comando.

Atualmente, utiliza-se estrutura de "bus" múltiplo. Nesse sistema há um "bus" próprio para dados, um para direção e um para comando.

SÍMBOLOS DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

As linguagens de programação permitem aos usuários se comunicarem com o CLP através de um dispositivo de programação e definir as tarefas que o CLP deve executar. Uma das mais utilizadas linguagens de programação é a *Ladder Diagram* (LDR), ou Diagrama Ladder.

Entradas em série formam a função "E" entre si, entradas em paralelo formam função "OU" entre si. A negação da entrada é representada pelo contato normalmente fechado.

As saídas cujo símbolo é (-()-) são colocadas do lado direito no final da linha horizontal. Quando programamos, cada símbolo se refere a um endereço real do CLP em forma simplificada (endereço simbólico).

Diagrama Ladder

São diagramas de relés cujos símbolos representam: contatos abertos (—11—), contatos normalmente fechados (—1/1—) e a saída representando a bobina (-( )-).

Esses símbolos representando entradas e saídas formam sentenças lógicas, sendo essa a mais tradicional das linguagens e que apresenta facilidades de aprendizado e leitura para quem está acostumado aos diagramas de relés.

O diagrama Ladder é como uma escada, ele é feito entre duas linhas verticais em que à esquerda será conectada a tensão da fonte e à direita, terra. Linhas horizontais são feitas interligando as duas linhas verticais e nelas, colocados os símbolos de entrada e saída.

Diferentemente dos diagramas de circuitos, o diagrama Ladder não mostra como os componentes estão realmente dispostos. Esse tipo de programação foi desenvolvido através do diagrama de circuito (fiação). Se no diagrama de circuito existe um problema de controle, esse poderia ser convertido para um diagrama Ladder.

Lista de instruções (AWL) ou (STL)

A lista de instruções não é uma representação gráfica, mas a descrição literal do programa.

A lista de instruções é formada por "linhas de instrução", cada qual mostra uma instrução individual, sendo que à direita ou à esquerda (da instrução) podem ser feitos comentários em linguagem normal, dando uma descrição precisa dos elementos de comutação. Cada linha da lista de instruções começa por um número de ordem, o conjunto das instruções de operação e execução.

L	**I 1**
NA	**I 2**
=	**O 6**
L	**I 3**
O	**I 4**
=	**O7**

Lista de instruções (DIN)

As instruções são anotadas com abreviação L (em inglês "LOAD" - carregar), que indica o começo de uma seqüência de instruções; as funções lógicas "E", "OU", "NÃO" são abreviados por "A" (and), "O" (or) e "N" (not). A instrução de "ativa e não desativa" é escrita por" = "Ativa e não desativa o que significa:

A correspondente saída deverá ativar ao receber sinal "i" e "0" para desativar.

Dispositivos de programação

A programação dos CLPs é realizada através de dispositivos de programação separados, que são compartilhados por vários CLPs de uma instalação, o que permite diminuir o custo do projeto de automação.

Os dispositivos de programação em geral são projetados em função da linguagem e da família de controladores com que irão interfacear.

Os controladores mais simples são programados apenas em modo *off-line*, através de dispositivos que, após a edição do programa, os transferem para memórias EPROM que são instaladas em soquetes no corpo do CLP.

Os terminais de programação mais sofisticados têm capacidade de alterar o conteúdo da memória do controlador tanto em modo *off-line* (edição e posterior descarga) como em modo *on-line* (edição e descarga simultânea com o CLP em operação).

O uso de computadores pessoais como ferramenta de programação, documentação, *software* e de aplicação para CLPs foi introduzido a partir de 1980 e tem obtido grande aceitação pelo mercado.

Apesar dos computadores pessoais não possuírem as características de robustez necessárias para operação contínua em ambiente industrial, custo e grande desempenhoviabilizam sua aplicação. Além disso, o uso de redes de CLPs permite que o terminal de programação fique afastado das hostilidades do processo a ser controlado.

Soluções através do CLP

As soluções para circuitos elétricos/eletropneumáticos através de CLP (Controladores Programáveis) na linguagem *Ladder Diagram* ou diagrama de contatos, trazem uma relação praticamente direta entre o diagrama elétrico e a linguagem do CLP, criando um programa para a execução dessa solução.

Programas de controladores programáveis

Os programas contêm as regras de processamento dos sinais. Cada programa consiste em uma série de instruções, cada instrução contém uma parte de operação e uma parte operando.

A parte de operação indica qual operação lógica deve ser processada. A parte de operando indica qual sinal de entrada deve ser usado para a operação lógica e para qual saída poderá ser assinalada. Podemos também entender que: a parte de operando mostra onde alguma coisa irá acontecer, a parte de operação mostra o que irá acontecer.

Em um programa que está rodando, todas as instruções são feitas por passos na seqüência, ou seja, uma após a outra. Devido a essa execução seqüencial do programa, não é possível incluir

todas as condições necessárias das instalações simultaneamente. Entretanto, o programa é processado ciclicamente: após a última instrução ter sido executada, o programa retorna ao início e o processamento retoma com uma nova partida.

A duração de um ciclo do programa é da ordem de milisegundos, parecendo que o processamento das condições dos sinais ocorre ao mesmo tempo.

Foram desenvolvidas linguagens de programação com a forma de comunicação entre CLP *e* o programador. Essas linguagens de programação usam expressões técnicas mnemônicas e símbolos gráficos para formular uma instrução de comando.

O *Ladder Diagram* (LDR) é uma dessas linguagens de programação, também diagrama de funções (FCH) e lista de instruções (STL).

O programa é desenvolvido em programador exterior, então transladado por código de máquina e transferido para memória de programa. O programador não é requerido para a execução do programa.

Software Ladder Diagram

O *software* de esquemas elétricos Ladder Diagram foi desenvolvido para programar controladores programáveis. A estrutura do programa de software Ladder Diagram reflete a aplicação original de um diagrama de fiação para circuitos com fiação fixa.

Quando comparamos a norma DIN 40719 para diagrama de fiação com o *software)*, percebemos que houve um giro de 90 graus. As linhas de alimentação de contatos na horizontal.

Estrutura de uma instrução Ladder

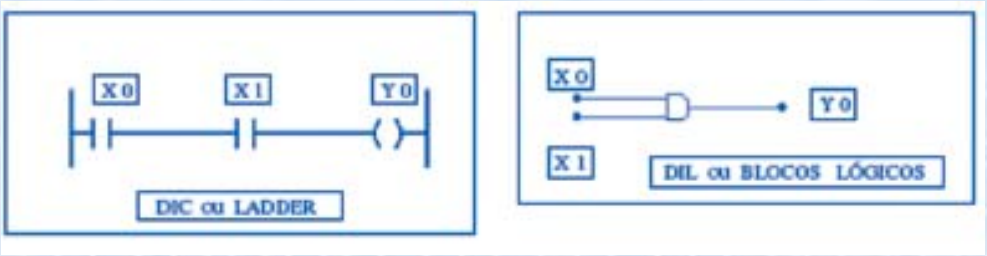
A armação do programa representa a estrutura do Ladder. Cada linha de contatos consiste de várias instruções. Os símbolos que representam a interrogação das condições dos sinais de entrada são desenhados no extremo esquerdo. No extremo direito estão os símbolos das saídas a serem ativadas. As designações têm lugar acima dos símbolos de entrada ou saída referindo-se aos endereços das entradas e saídas do Controlador Programável. Isso é idêntico ao operando da parte de uma instrução.

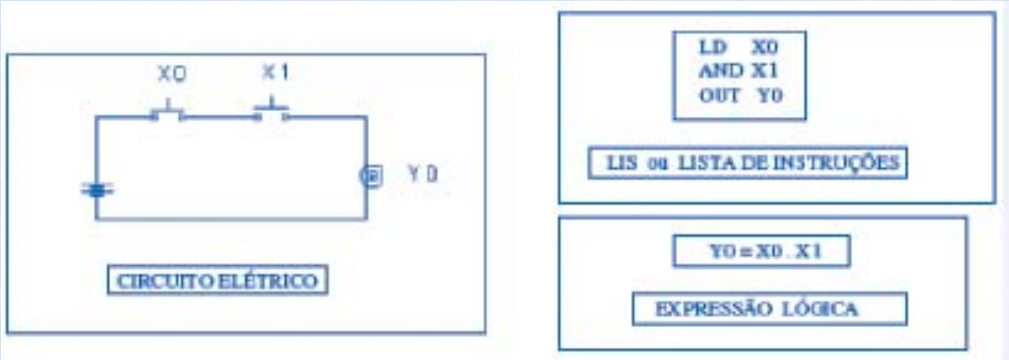
O tipo de operação lógica é definido pela posição e conexão dos vários símbolos na linha, representando uma rede. Observando na linha 3 da figura anterior, temos duas instruções. Na primeira instrução a entrada 17 é interrogada e negada, a segunda instrução saída 05 *é* desativada, se ela receber um sinal 1.

Essa apostila foi elaborada com conteúdo parcial de Pedro Luis Antonelli, técnico com Habilitação Plena em Eletrônica e da Festo Didact do Brasil.

Noções básicas de representação

Podemos representar, logicamente, um circuito série simples ,composto de dois interruptores e uma lâmpada, de diversas maneiras:

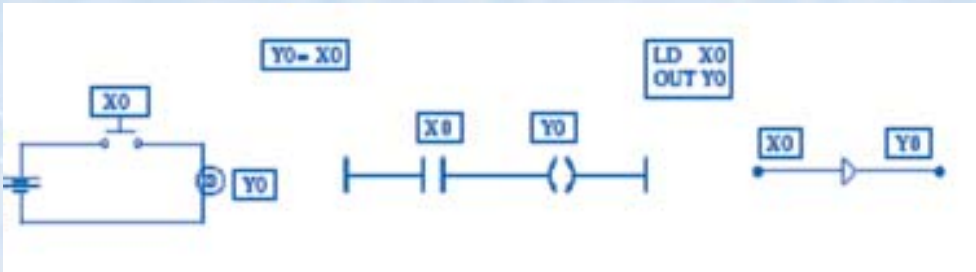




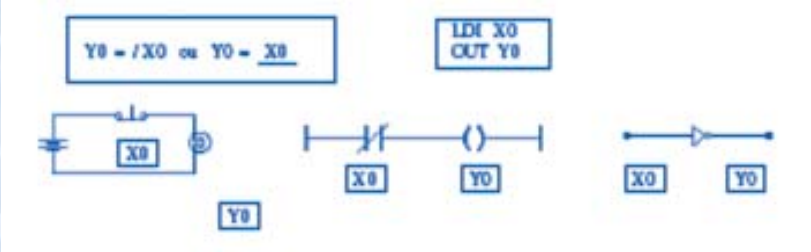
Todas as figuras acima, são representações possíveis de um mesmo circuito elétrico. Todas igualmente válidas para representar o circuito mencionado.

Os blocos básicos ou fundamentais nas linguagens de programação são: bloco NA (função SIM - NO), bloco NF (função NÃO - NOT), bloco SÉRIE (função E - AND) e o bloco PARALELO (função OU - OR). Veremos em detalhe cada bloco, em várias representações.

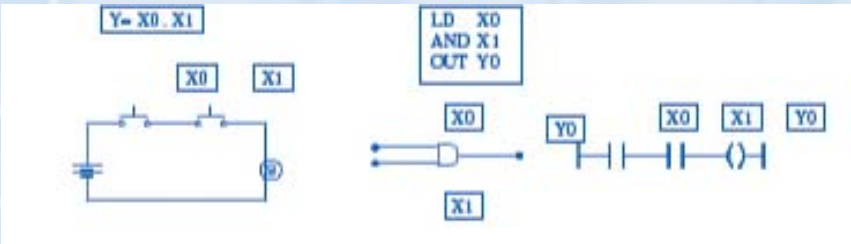
BLOCO N.A. (NORMALMENTE ABERTO), que pode ser representado:



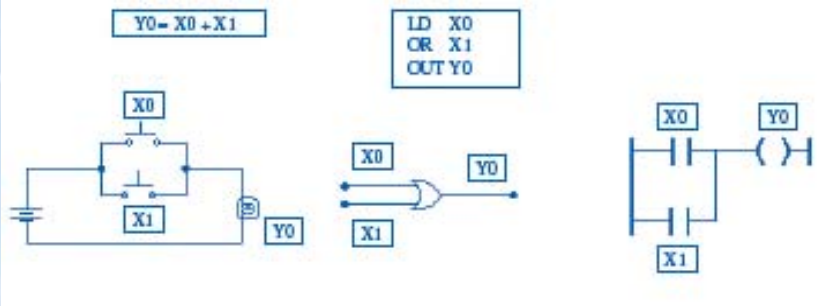
BLOCO N.F. (NORMALMENTE FECHADO), que pode ser representado :



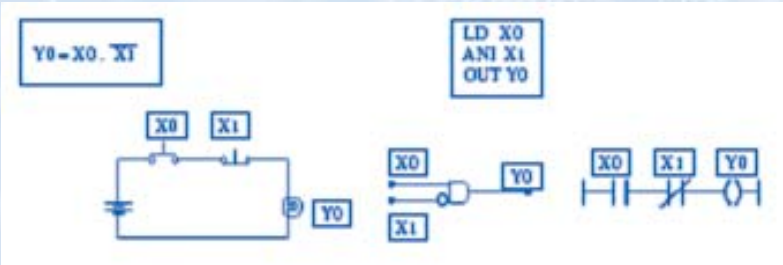
BLOCO SÉRIE (FUNÇÃO E), que pode ser representado :



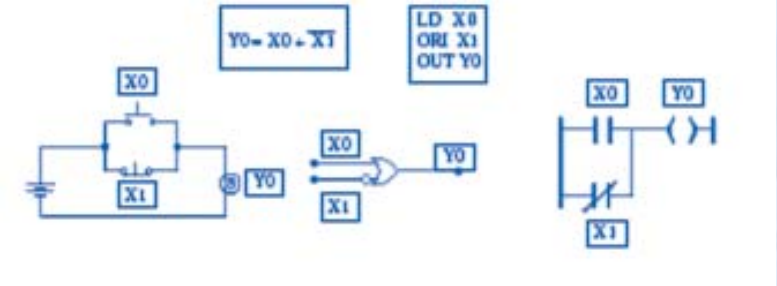
BLOCO PARALELO (FUNÇÃO OU), que pode ser representado :



BLOCO SÉRIE NA – NF



BLOCO PARALELO NA – NF



Passos para a automação de um equipamento com CLPs

INICIO

Definição dos pontos de entrada e

Elaboração do programa do usuário

Teste / Simulação / Depuração do

Instalação física do equipamento

Transferência do programa para o

Rotinas de teste de funcionamento

Liberação do equipamento para uso

FIM

Etapas para a programação de um CLP

Criar um projeto

Abrir o projeto para uso

Definir a linguagem

Escrever o programa

Gravar o programa em disco

Transferir o projeto

Testar sua execução

13 - DESENHO TÉCNICO

Quando se projeta um produto, é preciso, antes, definir várias das suas características: a largura e o comprimento, as peças que o compõem, entre outras coisas. A fabricação desse produto pode envolver diversas pessoas. Cada uma delas precisa entender como é o produto para poder realizar o seu trabalho. Por isso, o desenho acaba se transformando em uma fundamental forma de comunicação, pois pode representar idéias. Na verdade, mais do que uma simples idéia, um desenho pode conter diversas informações úteis, por isso é uma ferramenta muito importante no mundo moderno.

O desenho é uma importante forma de transmissão de conhecimento e vem sendo utilizado há muito tempo, trazendo importantes contribuições para a compreensão da história. É por meio dos desenhos feitos pelos povos antigos que hoje conhecemos as técnicas utilizadas por eles, seus hábitos e até suas idéias.

Veja algumas formas de representação da figura humana, criadas em diferentes épocas históricas.

Desenho das cavernas de Skavberg (Noruega) do período mesolítico (6000 - 4500 a.C.). Representação esquemática da figura humana.

Representação egípcia do túmulo do escriba Nakht, século XIV a.C.

Representação plana que destaca o contorno da figura humana.

Quando se fala em desenho, pensamos logo no desenho artístico. Mas os artistas transmitiram suas idéias e seus sentimentos de maneira pessoal. Um artista não tem o compromisso de retratar fielmente a realidade. O desenho artístico reflete o gosto e a sensibilidade do artista que o criou.

Isso já não acontece com o desenho técnico. O desenho técnico é um tipo de representação gráfica utilizado por profissionais de uma mesma área como, por exemplo, na mecânica, na marcenaria, na eletricidade. Ele deve transmitir com fidelidade todas as características do objeto que representa.

Para conseguir isso, o desenhista deve seguir diversas regras estabelecidas previamente, chamadas de Normas Técnicas. Assim, todos os elementos do desenho técnico obedecem a normas técnicas, ou seja, são normalizados.

Cada área ocupacional tem seu próprio desenho técnico, de acordo com normas específicas.

Elaborando um desenho técnico

Assim como a elaboração de um produto pode envolver várias pessoas, a realização do desenho técnico mecânico também pode envolver o trabalho de vários profissionais. Quem planeja a peça é o engenheiro ou o projetista. Primeiro ele imagina como a peça deve ser. Depois cria um esboço, isto é, um desenho técnico à mão livre. O esboço vai servir de base para a elaboração do desenho preliminar. O desenho preliminar corresponde a uma etapa intermediária do processo de elaboração do projeto, que ainda pode sofrer alterações.

Após ser aprovado, o desenho definitivo, ou seja, aquele que mostra a versão final do projeto, passa a ser executado pelo desenhista técnico. O desenho técnico definitivo, também chamado de desenho para execução, contém todos os elementos necessários à sua compreensão. O desenho para execução, que tanto pode ser feito na prancheta como no computador, deve atender rigorosamente a todas as normas técnicas sobre o assunto.

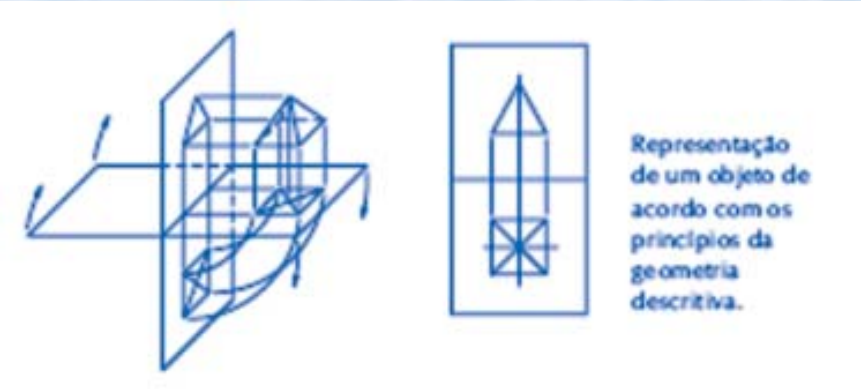
O desenho técnico mecânico é enviado para o profissional que vai executar a peça. Por isso, o desenho deve ser claro e conter todas as informações necessárias. O profissional deve ler e interpretar o desenho técnico para fazer o seu trabalho. Quando ele consegue ler e interpretar corretamente o desenho técnico,

ele é capaz de imaginar exatamente como será a peça, antes mesmo de executá-la. Para tanto, o profissional também deve conhecer as normas técnicas em que o desenho se baseia e os princípios de representação da geometria descritiva.

O que é geometria descritiva

A elaboração de um desenho técnico hoje só é possível em função de métodos que foram desenvolvidos ao longo da história. O matemático Francis Gaspar Monge (1746-1818) é o grande responsável pelas técnicas pela metodologia seguida atualmente. Ele criou um método muito mais avançado e preciso do que os que existiam na época, que eram incapazes de transmitir a idéia dos objetos de forma mais completa e precisa. Monge criou um método capaz de representar, com precisão, os objetos que têm 3 dimensões (comprimento, largura e altura) em superfícies planas, como, por exemplo, uma folha de papel, que tem apenas duas dimensões (comprimento e largura).

Esse método é chamado de Método Mongeano, é atualmente usado na geometria descritiva, cujos princípios formam a base do desenho técnico.



Representação de um objeto de acordo com os princípios da geometria descritiva.

Projeção ortogonal

A projeção ortogonal é uma forma de representar bidimensionalmente um objeto tridimensional. Dessa forma, é possível representar múltiplas vistas de direções diferentes de forma sistemática na forma de objetos 3D. A projeção ortogonal de um objeto em plano de projeção é chamada de vista ortográfica. Para realizar o processo de fabricação de um objeto, é necessário a descrição completa e clara da forma e do tamanho desse objeto projetado. Cada vista fornece informações específicas. A figura 01 mostra a ordem da projeção ortogonal no 1º Diedro (ABNT/DIN), observador, objeto e plano de projeção em que será representado o objeto.

Observador ⇒ Objeto ⇒ Plano

As seis vistas principais, mostrada na figura 02:

- Vista frontal (VF);
- Vista superior (VS);
- Vista lateral esquerda (VLE);
- Vista lateral direita (VLD);
- Vista posterior (VP);
- Vista inferior (VI).

fig 2

As três dimensões principais de um objeto, mostrada na figura 03:

- Largura (L);
- Altura (H);
- Profundidade (P).

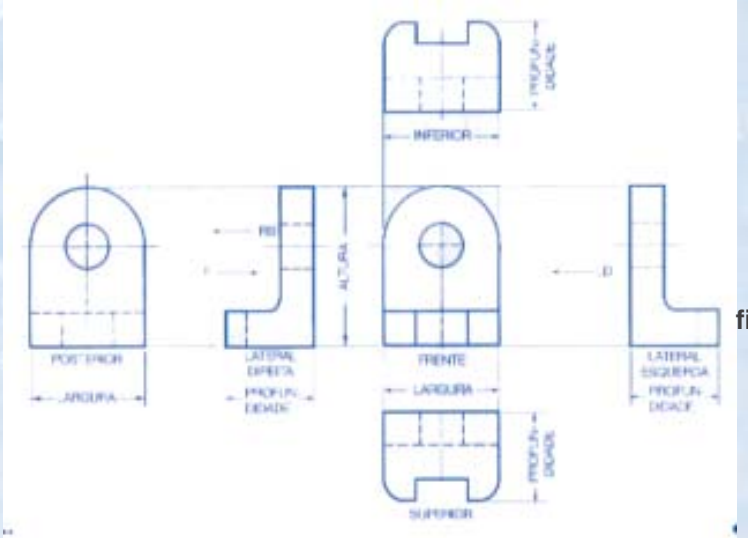


fig 3

O QUE É CUBO DE REFERÊNCIA

O cubo de referência é a melhor forma de entender o Lay-out das vistas na folha de papel. Se os planos de projeção fossem colocados paralelos a cada face principal do objeto, eles formariam um cubo, como mostrado na figura 04. Dentro do cubo, o objeto é projetado em cada uma das seis faces, no lado oposto do objeto, formando as seis vistas principais.

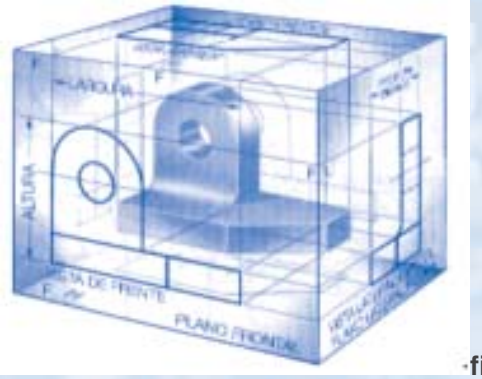


fig 4

Para projeção no 3º Diedro (ANSI), deve-se pensar no conceito do cubo de vidro, onde as vistas são observadas diretamente por um observador do lado externo do cubo, observando segundo a ordem mostrada abaixo.

Observador ⇒ Objeto ⇒ Plano

Vista ortográfica. Veja nas figuras 06 e 07 como é a vista frontal de um objeto usando projeção ortogonal em vistas principais é demonstrada

fig 6

fig7

Na figura 08 você pode ver vistas de um automóvel. A vista escolhida para a vista frontal é, nesse caso, a lateral, não a frente do automóvel.

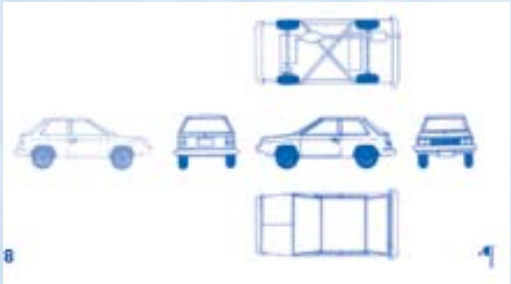


fig 8

Critérios para escolha da vista frontal:

- maior número de detalhes voltados para o observador;
- posição de uso, fabricação ou montagem;
- maior área (desde que satisfaça o primeiro item);
- vista que proporcione uma VLE mais detalhada e com menor número de linhas invisíveis.

O que são projeções em perspectiva?

Para podermos projetar um objeto tridimensional em uma superfície bidimensional, como uma folha de papel, por exemplo, é preciso utilizar a perspectiva. Para que esse objeto seja representado como um desenho (conjunto de linhas, formas e superfícies) é necessário utilizar técnicas estudadas pela Geometria Descritiva que permitem uma reprodução precisa ou analítica da realidade tridimensional.

A perspectiva é um tipo especial de projeção, na qual são possíveis de se medir três eixos dimensionais em um espaço bidimensional. Dessa forma, a perspectiva se manifesta tanto nas *projeções cilíndricas* (resultando na perspectiva isométrica quando ortogonal, ou em cavaleiras quando oblíquas), quanto nas *projeções cônicas* (resultando em perspectivas cônicas com um ou vários pontos de fuga).

Para termos uma perspectiva, é preciso definir alguns elementos. Obrigatoriamente precisamos ter um **observador** e um **objeto** observado. A maneira correta de se projetar um ponto qualquer segundo a visão de um observador em um determinado quadro é ligando o observador até o ponto com uma linha reta e estendendo-a até o quadro. Dessa forma, a perspectiva ocorrerá quando todos os pontos do objeto estiverem projetados em uma superfície, chamado de **plano do quadro** ou **PQ,** situado em uma posição qualquer. A linha que liga os pontos no objeto até seus respectivos pontos projetados no quadro (chamada de **projetante**) deve possuir uma **origem**, que se encontra no observador, entendendo-se esse como um ponto localizado no espaço.

A projeção pode gerar resultados diferentes, de acordo com a posição do observador (localizado em um ponto no espaço ou no infinito), do objeto (entre o quadro e o observador, ou antes, ou depois) e do quadro. É possível projetar diferentes tipos de perspectiva. Veja quais são elas:

- Perspectivas em projeção oblíqua - Perspectivas axonométricas

A perspectivas paralela oblíqua surge quando o observador, situado no infinito, projeta retas projetantes (ou seja, paralelas) que incidem de forma não-perpendicular no Plano do Quadro. Sendo assim, quando uma das faces do objeto a ser projetado é paralela ao PQ, ela estará desenhada em verdadeira grandeza. Isso quer dizer que suas medidas serão exatamente iguais às da realidade. Ao mesmo tempo, as demais faces acabam sofrendo uma distorção de perspectiva. Dependendo do ângulo de incidência das projetantes, o fator de correção a ser utilizado na mensuração das arestas será diferente.

Por exemplo, caso as retas projetantes incidam no PQ com ângulos de 45º, as faces que sofrerão distorção terão suas medidas, no quadro, reduzidas à metade do valor real.

Esse tipo de perspectiva ganhou o nome de perspectiva *militar.* Isso aconteceu porque esse tipo de perspectiva foi muito útil para simulações de topografia de terreno em mapas utilizados em estratégia militar, quando se colocava a face paralela ao PQ correspondente ao plano do solo. Dessa forma, quem via a perspectiva tinha a sensação de possuir uma visão de "olho-de-pássaro" sobre o terreno representado.

Existem livros que dividem as perspectivas axonométricas em três categorias: **isometria**, **dimetria** ou **trimetria**. A isometria é a situação onde os três eixos (xyz) estão separados por 120 graus. A dimetria dá-se quando temos dois ângulos iguais. E a trimetria, por sua vez, dá-se quando as distâncias entre os eixos possuem ângulos distintos. É, portanto, fundamental não confundir **desenho isométrico** com perspectiva isométrica.

- Perspectivas cônicas

As perspectivas cônicas são as que mais se assemelham ao fenômeno de perspectiva assimilado pelo olho humano. Elas ocorrem quando o observador não está situado no infinito, e portanto todas as retas projetantes divergem dele.

PERSPECTIVA DE UM PONTO DE FUGA

PERSPECTIVA DE DOIS PONTOS DE FUGA

PERSPECTIVA DE TRÊS PONTOS DE FUGA

PERSPECTIVA DE TRÊS PONTOS DE FUGA

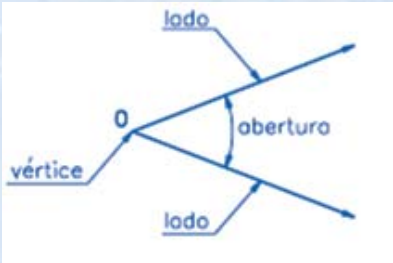
- Perspectivas em projeção ortogonal (perspectiva isométrica)

A perspectiva isométrica surge quando o observador está situado no infinito (ou seja, as retas projetantes são paralelas umas às outras) e incidem perpendicularmente ao Plano de Quadro. O sistema de eixos da imagem a ser projetada ocorrerá na perspectiva, quando visto no plano de forma eqüiangular (em ângulos de 120º). Dessa forma, é possível traçar uma perspectiva isométrica através de uma grelha de retas desenhadas a partir de ângulos de 30º.

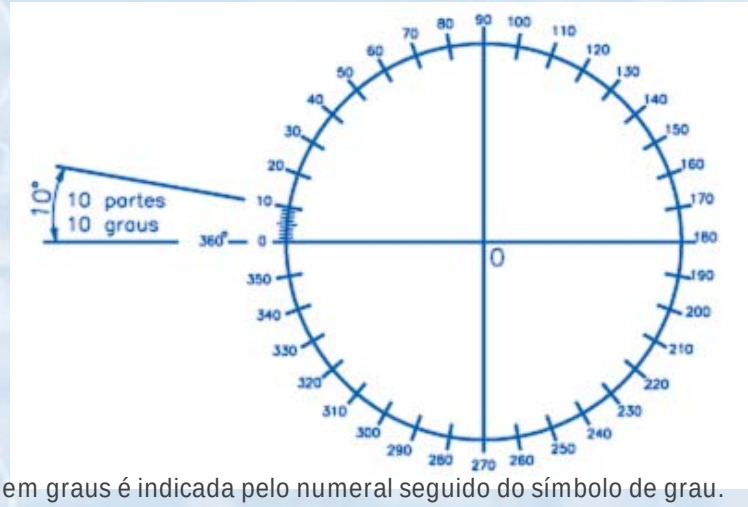
A perspectivas isométricas são muito utilizadas em escritórios de arquitetura, engenharia, e design, em função da sua versatilidade e facilidade de montagem. Para se ter uma idéia, é possível desenhar uma perspectiva isométrica com alguma precisão utilizando-se apenas um par de esquadros. Mas esse tipo de perspectiva também tem algumas desvantagens. Pontos nos objetos representados podem criar ilusões de óptica, ocupando o mesmo local no plano bidimensional quando têm localizações efetivamente diversas no espaço.

ÂNGULOS

Não é possível entender as perspectivas isométricas sem estudarmos os ângulos e as formas como eles podem ser colocados em um desenho técnico. Ângulo é a figura geométrica formada por duas semi-retas de mesma origem. A medida do ângulo é dada pela abertura entre seus lados.



Para medir um ângulo, existe uma técnica bastante simples: basta dividir a circunferência em 360 partes iguais. Cada uma dessas partes corresponde a 1 grau (1º).

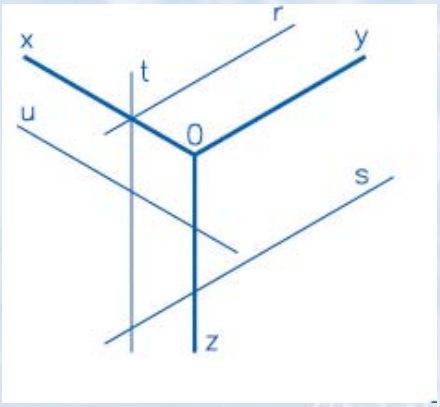


A medida em graus é indicada pelo numeral seguido do símbolo de grau.

Exemplo: 90º (lê-se: noventa graus).

O que são linhas isométricas?

Linha isométrica é o nome dado a qualquer reta paralela a um eixo isométrico. Veja nessa figura:



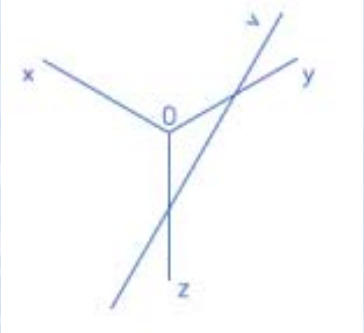
As retas **r**, **s**, **t** e **u** são linhas isométricas:

r e **s** são linhas isométricas porque são paralelas ao eixo *y*;

t é isométrica porque é paralela ao eixo *z*;

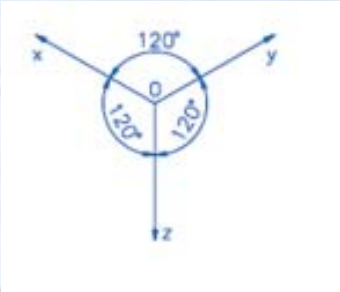
u é isométrica porque é paralela ao eixo *x*.

As linhas não paralelas aos eixos isométricos são linhas não isométricas. A reta v, na figura abaixo, é um exemplo de linha não isométrica.



O que são eixos isométricos?

A base do desenho de uma perspectiva isométrica é a um sistema de três semi-retas que têm o mesmo ponto de origem e formam entre si três ângulos de 120°. Observe :

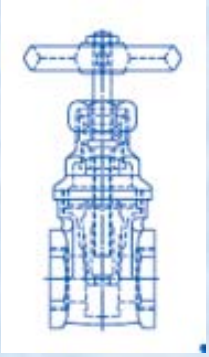


Cada uma dessas semi-retas é denominada “eixo isométrico”. Os eixos isométricos podem ser representados em posições variadas, formando ângulos de 120° entre si. Nesse curso, os eixos isométricos serão representados sempre na posição indicada na figura anterior. O traçado de qualquer perspectiva isométrica parte sempre dos eixos isométricos.

Corte total

Basta observar a figura abaixo, que representa uma gaveta, para perceber que existem objetos muito complexos, com diversos elementos internos que precisam ser representados .

Se essa peça fosse representada com uma vista frontal, com os recursos que conhecemos até agora (linha contínua larga para arestas e contornos visíveis e linha tracejada estreita para arestas e contornos não visíveis), a representação seria insuficiente para entendermos as suas características completas. Veja um exemplo abaixo.



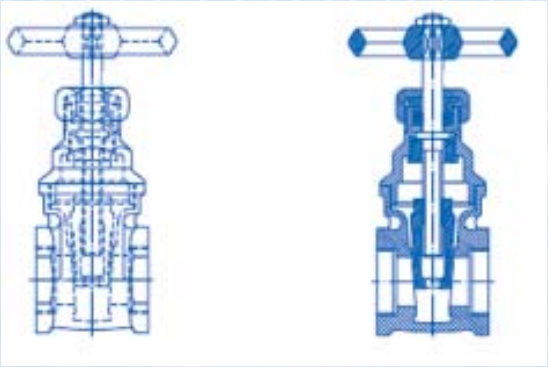
Se você observar as duas figuras anteriores, você terá impressões imperfeitas. Na foto é possível ter uma idéia do aspecto exterior do objeto. Na vista frontal temos uma idéia de como é o interior do objeto, por meio da linha tracejada estreita. Porém, com tantas linhas tracejadas se cruzando, fica difícil interpretar essa vista ortográfica. Para representar um conjunto complexo como esse, com muitos elementos internos, o desenhista utiliza recursos que permitem mostrar seu interior com clareza. As representações em corte são normalizadas pela ABNT, por meio da norma NBR 10.067 /1987.

Corte é um recurso utilizado em diversas áreas do ensino, para facilitar o estudo do interior dos objetos. Veja alguns exemplos usados em Ciências.

Sem tais cortes, não seria possível analisar os detalhes internos dos objetos mostrados.

Modelos representados em corte são muito usados em Mecânica, como uma forma de facilitar o estudo de estruturas internas e o funcionamento de objetos.

Mas nem sempre é possível aplicar cortes reais nos objetos para seu estudo. Em certos casos, você deve apenas imaginar que os cortes foram feitos. É o que acontece em desenho técnico mecânico. Compare as representações a seguir.



Perceba que a representação da direita é mais simples e clara do que a outra. Fica mais fácil analisar o desenho em corte porque nessa forma de representação usamos a linha para arestas e contornos visíveis em vez da linha para arestas e contornos não visíveis.

Na indústria, quando a complexidade dos detalhes internos da peça torna difícil sua compreensão por meio da representação normal, a representação em corte é mais indicada. Mas, para que você entenda bem o assunto, utilizaremos modelos mais simples que, na verdade, nem precisariam ser representados em corte.

O QUE É CORTE TOTAL

Chamamos de corte total aqueles que atingem a peça em toda a sua extensão. Observe o exemplo abaixo:

Obviamente a maioria dos objetos não é fabricada com cortes. Eles são uma necessidade em desenho técnico mecânico, utilizada como uma maneira de mostrar elementos internos de uma peça ou elementos que não estejam visíveis na posição em que se encontra o observador.

O corte realizado por um plano de corte é imaginário. No corte total, o plano de corte atravessa completamente a peça, atingindo suas partes maciças, como mostra a figura a seguir.

O que é corte parcial

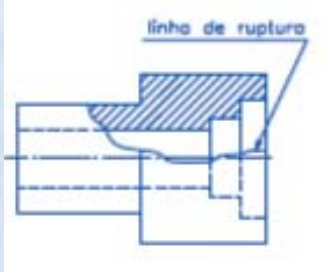
Nem sempre é necessário fazer um corte total para entender as características de um objeto. Em alguns casos, os elementos internos que devem ser analisados estão concentrados em partes determinadas da peça.

Em casos como esses, basta representar um corte que atinja apenas os elementos que se deseja destacar. O tipo de corte mais recomendado nessas situações é o corte parcial.

Como elaborar representações do corte parcial

Veja esse modelo em perspectiva, com aplicação de corte parcial.

A linha contínua estreita irregular desenhada à mão livre, que é vista na perspectiva, é a chamada linha de ruptura. Essa linha mostra o local em que o corte está sendo imaginado, o que permite que vejamos as partes presentes no interior da peça. A linha de ruptura também é utilizada nas vistas ortográficas.



A vista que vemos em corte é representa uma vista frontal por parte do observador, como ele estivesse vendo o objeto de frente. Os elementos internos que estão em partes não atingidas pelo corte parcial devem ser representados pela linha para arestas e contornos não visíveis. Logo abaixo, você vê uma outra forma de representar a linha de ruptura, na vista ortográfica, através de uma linha contínua estreita, em ziguezague.

As partes com hachuras representam as partes maciças do modelo, atingidas pelo corte.

CONHEÇA AS REFERÊNCIAS TÉCNICAS MAIS IMPORTANTES

Cada uma dessas normas é fundamental para a elaboração de desenhos e projetos técnicos.

- R-105 — Regulamento para Fiscalização de Produtos Controlados;
- NEB/T Pr-19 — Execução de Ensaios e Exames - Procedimento;
- NEB/T Pr-24 — Elaboração de Desenhos Técnicos - Procedimento;
- NEB/T C-9 — Desenhos Técnicos - Classificação;
- NBR 5984 — Norma Geral de Desenho Técnico - Procedimento - (Antiga NB-8);

- NBR 8196 Emprego de Escalas em Desenho Técnico;
- NBR 8402 Execução de Caracteres para Escrita em Desenho Técnico;
- NBR 8403 Aplicação de Linhas em Desenhos - Tipos de linhas - Largura de Linhas;
- NBR 10068 Folha de Desenho - Leiaute e Dimensões;
- NBR 10126 Cotagem em Desenho Técnico;
- NBR 10582 Conteúdo da Folha para Desenho Técnico;
- NBR 10647 Desenho Técnico - Norma Geral.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

- NBR 6409 Tolerâncias de Forma e Tolerâncias de Posição;
- NBR 6492 Representação de projetos de Arquitetura;
- NBR 7191 Execução de Desenhos para Obras de Concreto Simples ou Armado;
- NBR 8404 Indicação do Estado de Superfícies em Desenhos Técnicos;
- NBR 8993 Representação Convencional de Partes Roscadas em Desenhos Técnicos;
- NBR 10067 Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico;
- NBR 11145 Representação de Molas em Desenho Técnico;
- NBR 11534 Representação de Engrenagem em Desenho Técnico;
- NBR 12288 Representação Simplificada de Furos de Centro em Desenho Técnico;.
- NBR 12298 Representação de Área de Corte por Meio de Hachuras em Desenho Técnico;
- NBR 13104 Representação de Entalhado em Desenho Técnico;
- NBR 13142 Dobramento de Cópias de Desenho Técnico;
- NBR 13272 Elaboração de Lista de Itens em Desenho Técnico;
- NBR 13273 Referência a Itens em Desenho Técnico.

FORMATOS DE PAPEL (REF.: NBR 10068)

- O original deve ser executado em menor formato possível, desde que não prejudique a sua clareza.

- As folhas de desenhos podem ser utilizadas na posição horizontal (formatos A0, A1, A2 e A3) ou vertical (formato A4). Esses formatos poderão ser adquiridos em papelarias, em blocos ou avulsos, já com as margens impressas.

- As dimensões (em milímetros) dos formatos de papel e das margens são as seguintes:

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES (mm)(LxA)	MARGEM (mm)				ESPESSURA DA LINHA (mm)
		Esq.	Dir.	Sup.	Inf.	
A0	1189 x 841	25	10	10	10	1,4
A1	841 x 594	25	10	10	10	1,0
A2	594 x 420	25	7	7	7	0,7
A3	420 x 297	25	7	7	7	0,5
A4	210 x 297	25	7	7	7	0,5

LEGENDA (REF.: NBR 10068)

- Toda folha desenhada deve levar, dentro do quadro e no canto inferior direito, uma legenda, que deve ter 178 mm de comprimento nos formatos A4, A3 e A2, 175 mm, nos formatos A1 e A0.

- Da legenda devem constar as seguintes indicações, além de outras julgadas indispensáveis para um determinado tipo de desenho:

  » Número do Desenho;

  » Título do Desenho;

  » Proprietário do Desenho;

  » Escala Principal;

  » Unidade em que são expressas as dimensões;

  » Valores das Tolerâncias gerais e, se necessário, outras indicações para classificação e arquivamento;

  » Datas e assinaturas dos responsáveis pela execução e aprovação;

  » Indicação de “substituir a” ou “substituído por”, quando for o caso.

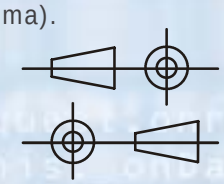
- Como exemplo de legenda, sugere-se:

A - Número do Desenho.

B - Título do Desenho.

C - Proprietário do Desenho (designação da firma).

D - Método de Projeção: { 1º Quadrante / 3º Quadrante



E - Escala Principal.

F - Unidade de Dimensão Linear.

G - Formato da Folha de Desenho (A0, A1, A2, A3 ou A4).

H - Rubrica do desenhista ou projetista.

I - Data de Elaboração do Desenho.

J - Rubrica do Responsável Técnico da Empresa.

K - Data da Liberação do Desenho.

L - No Registro no CREA, do Responsável Técnico da Empresa.

M - Nome do Responsável Técnico da Empresa.

N - Informações Administrativas.

O - Valores das Tolerâncias Gerais (dimensionais e/ou geométricas).

P - Informações Técnicas Complementares.

ESCALAS (REF.: NBR 8196)

- Escala: é a relação entre a dimensão linear de um objeto (ou elemento) representado no desenho e a dimensão real desse objeto (ou elemento), devendo ser indicada, obrigatoriamente, na legenda.

- Quando for necessário o uso de mais de uma escala na folha para desenho, todas devem estar indicadas junto à identificação do detalhe ou vista a que se referem. E, na legenda, deve constar a palavra "indicada".

- Escala natural: é a escala em que a representação do objeto (ou elemento) é feita em sua verdadeira grandeza.

- Escala de ampliação: é a escala em que a representação do objeto (ou elemento) é maior que sua verdadeira grandeza.

- Escala de redução: é a escala em que a representação do objeto (ou elemento) é menor que sua verdadeira grandeza.

- Escalas recomendadas para uso em desenho técnico:

DE REDUÇÃO	NATURAL	DE AMPLIAÇÃO	OBSERVAÇÃO
1:2	1:1	2:1	Essas escalas podem
1:5		5:1	ser reduzidas ou
1:10		10:1	ampliadas à razão de 10.

LINHAS (REF.: NBR 8403)

- Nos desenhos técnicos é recomendada a utilização de duas espessuras de linhas: larga e estreita.

- Qualquer que seja o meio de execução, a lápis ou à tinta, ao desenhista é facultada a fixação da relação entre as larguras de linha larga e estreita, a qual deverá ser igual ou superior a 2.

- São normalizadas as seguintes espessuras de linhas no desenho: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,00; 1,40; e 2,00mm.

- As penas das canetas à tinta nanquim são identificadas com cores, de acordo com a largura das linhas que traçam:

» 0,13mm lilás
» 0,18mm vermelha
» 0,25mm branca
» 0,70mm azul
» 0,35mm amarela
» 0,50mm marrom
» 1,00mm laranja
» 1,40mm verde
» 2,00mm cinza

- Tipos de Linhas

Denominação	Aplicação Geral
Contínua larga	contornos visíveis; arestas visíveis; margens (das folhas de papel).
Contínua estreita	linhas de cotas; linhas auxiliares; linhas de chamada; hachuras; contornos de seções rebatidas na própria vista; linhas de centros curtas.
Contínua estreita a mão livre	limites de vistas ou cortes parciais.
Contínua estreita em ziguezague	limites de vistas ou cortes parciais confeccionados por máquinas.
Tracejada larga	contornos não visíveis; arestas não visíveis.
Tracejada estreita	contornos não visíveis.
Traço e ponto estreita	linhas de centro; linhas de simetrias; trajetórias.
Traço e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção	planos de cortes.
Traço e ponto larga	indicação das linhas ou superfícies com indicação especial.
Traço e dois pontos estreita	contornos de peças adjacentes; posição limite de peças móveis; linhas de centro de gravidade; cantos antes da conformação; detalhes situados antes do plano de corte.

- Ordem de prioridade de linhas coincidentes. Se ocorrer coincidência de duas ou mais linhas de diferentes tipos, devem ser observados os seguintes aspectos, em ordem de prioridade:

  a) arestas e contornos visíveis (linha contínua larga);

  b) arestas e contornos não visíveis (linha tracejada);

  c) superfícies de cortes e seções (traço e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção).

  d) linhas de centro (traço e ponto estreita);

  e) linhas de centro de gravidade (traço e dois pontos estreita);

  f) linhas de cota e auxiliar (linha contínua estreita).

- Terminação das linhas de chamadas. As linhas de chamadas devem terminar:

  a) sem símbolo, se elas conduzem a uma linha de cota;

b) com um ponto, se terminam dentro do objeto representado;

c) com uma seta, se elas conduzem e/ou contornam a aresta do objeto representado.

LETRAS E ALGARISMOS - CALIGRAFIA TÉCNICA (REF.: NBR 8402/1994)

- Aplica-se a caligrafia técnica na apresentação de especificações técnicas, na cotagem, no preenchimento de legendas e em notas explicativas / anotações técnicas em geral.

- As principais exigências na escrita em desenhos técnicos são a legibilidade, uniformidade (altura, estilo, espessura, espaçamento) e adequação à microfilmagem e a outros processos de reprodução.

- A distância mínima entre caracteres deve corresponder, no mínimo, a duas vezes a largura de linha (espessura do traço) das letras e/ou algarismos. No caso de larguras de linha diferentes, a distância deve corresponder àda linha mais larga.

- Os caracteres devem ser escritos de forma que as linhas se cruzem ou se toquem, aproximadamente, em ângulo reto.

- Para facilitar a escrita, deve ser aplicada a mesma largura de linha para letras maiúsculas e minúsculas.

- A altura mínima das letras maiúsculas ou minúsculas deve ser de 2,5 mm. Na aplicação simultânea de letras maiúsculas e minúsculas, a altura mínima das letras maiúsculas deve ser de 3,5 mm.

- A escrita pode ser vertical ou inclinada, em um ângulo de 15º para a direita em relação à vertical.

- As palavras, os números e os símbolos devem ser colocados de frente para quem observa o desenho pelo lado inferior ou pelo lado direito.

COTAGEM (REF.: NBR 10.126/1987)

- Todas as cotas necessárias à caracterização da forma e da grandeza do objeto devem ser indicadas diretamente sobre o desenho, de modo a não exigir, posteriormente, o cálculo ou a estimativa de medidas. Deve-se procurar indicar no desenho as cotas que exprimam as dimensões totais do objeto.

- Cada cota deve ser indicada na vista que mais claramente representar a forma do elemento cotado.

- Desenhos de detalhes devem usar a mesma unidade (por exemplo, milímetro) para todas as cotas sem o emprego do símbolo. Se for necessário, para evitar problemas de entendimento, o símbolo da unidade predominante para um determinado desenho deve ser incluído na legenda. Onde outras unidades devem ser empregadas como parte da especificação do desenho (por exemplo, N.m. para torque ou kPa para pressão), o símbolo da unidade apropriada deve ser indicado com o valor.

- Os elementos de cotagem incluem a linha auxiliar, a linha de cota, o limite (a extremidade) da linha de cota e a cota.

- As linhas auxiliares e as linhas de cota são desenhadas como linhas contínuas estreitas.

- A linha auxiliar deve ser prolongada ligeiramente (2 a 3 mm) além da respectiva linha de cota. Um pequeno espaço (1 mm) deve ser deixado entre a linha de contorno e a linha auxiliar.

- A indicação dos limites da linha de cota é feita por meio de setas ou traços oblíquos. A seta é desenhada com linhas curtas, formando ângulos de 15º , podendo ser aberta ou fechada preenchida. Já o traço oblíquo é desenhado com uma linha curta (2 a 3 mm) e inclinado a 45º .

- A indicação dos limites da linha de cota deve ter o mesmo tamanho num mesmo desenho.

- Somente uma forma da indicação dos limites da linha de cota deve ser usada num mesmo desenho. Entretanto, quando o espaço for muito pequeno, outra forma de indicação de limites pode ser utilizada.

- Quando houver espaço disponível, as setas de limitação da linha de cota devem ser apresentadas entre os limites da linha de cota. Quando o espaço for limitado, as setas de limitação da linha de cota podem ser apresentadas externamente no prolongamento da linha de cota, desenhado com essa finalidade.

- Existem 2 métodos de cotagem, mas somente um deles deve ser utilizado em um mesmo desenho:

1º Método:

- As cotas devem ser localizadas acima e paralelamente às suas linhas de cotas e preferencialmente no centro.

- As cotas devem ser escritas de modo que possam ser lidas da base e/ou do lado direito do desenho.

2º Método:

- As cotas devem ser lidas da base da folha de papel. As linhas de cota devem ser interrompidas, preferencialmente no meio, para inscrição da cota.

- Os símbolos seguintes são usados com cotas para mostrar a identificação das formas e melhorar a interpretação do desenho:

2	diâmetro
R	raio
□	quadrado
2**ESF**	diâmetro esférico
RESF	raio esférico

14 – METROLOGIA E INSTRUMENTAÇÃO

A HUMANIDADE E AS MEDIDAS
UM BREVE HISTÓRICO DAS MEDIDAS

Na Antigüidade, as unidades de medição primitivas estavam baseadas em partes do corpo humano, referências universais. Desta forma, era mais fácil chegar-se a uma medida que podia ser verificada por qualquer pessoa. Assim surgiram medidas padrão como a polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo.

Algumas dessas medidas-padrão continuam sendo empregadas até hoje. Veja os seus correspondentes em centímetros:

1 polegada = 2,54 cm

1 pé = 30,48 cm

1 jarda = 91,44 cm

A Bíblia tem um bom exemplo. Noé construiu uma arca com dimensões muito específicas, medidas em côvados. O côvado era uma medida-padrão da região onde morava Noé, e é equivalente a três palmos, aproximadamente, 66 cm.

Em geral, essas unidades eram baseadas nas medidas do corpo do rei, sendo que tais padrões deveriam ser respeitados por todas as pessoas que, naquele reino, fizessem as medições.

O egípcios usavam, como padrão de medida de comprimento, o cúbito: distância do cotovelo à ponta do dedo médio. Cúbito é o nome de um dos ossos do antebraço.

FIG 2

Como o cúbito variava de uma pessoa para outra, os egípcios resolveram criar um padrão único: em lugar do próprio corpo, eles passaram a usar, em suas medições, barras de pedra com o mesmo comprimento. Foi assim que surgiu o cúbito padrão.

Com o tempo, as barras passaram a ser construídas de madeira, para facilitar o transporte. Como a madeira logo se gastava, foram gravados comprimentos equivalentes a um cúbito-padrão nas paredes dos principais templos. Desse modo, cada um podia conferir periodicamente sua barra ou mesmo fazer outras, quando necessário.

Nos séculos XV e XVI, os padrões mais usados na Inglaterra eram a polegada, o pé, a jarda e a milha. Na França, no século XVII, ocorreu um avanço importante na questão de medidas. A Toesa, que era então utilizada como unidade de medida linear, foi padronizada em uma barra de ferro com dois pinos nas extremidades e, em seguida, chumbada na parede externa do Grand Chatelet, nas proximidades de Paris. Dessa forma, assim como o cúbito-padrão, cada interessado poderia conferir seus próprios instrumentos. Uma toesa é equivalente a seis pés, aproximadamente, 182,9 cm.

Esse padrão também foi se desgastando com o tempo e teve que ser refeito. Surgiu, então, um movimento no sentido de estabelecer uma unidade natural, isto é, que pudesse ser encontrada na natureza e, assim, ser facilmente copiada, constituindo um padrão de medida. Havia também outra exigência para essa unidade: ela deveria ter seus submúltiplos estabelecidos segundo o sistema decimal. O sistema decimal já havia sido inventado na Índia, quatro séculos antes de Cristo. Finalmente, um sistema com essas características foi apresentado por Talleyrand, na França, num projeto que se transformou em lei naquele país, sendo aprovada em 8 de maio de 1790.

Estabelecia-se, então, que a nova unidade deveria ser igual à décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre. Essa nova unidade passou a ser chamada METRO (o termo grego *metron* significa medir).

Os astrônomos franceses Delambre e Mechain foram incumbidos de medir o meridiano. Utilizando a Toesa como unidade, mediram a distância entre Dunkerque (França) e Montjuich (Espanha). Feitos os cálculos, chegou-se a uma distância que foi materializada numa barra de platina de secção retangular de 4,05 x 25 mm. O comprimento dessa barra era equivalente ao comprimento da unidade padrão metro**,** que assim foi definido:

Metro é a décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.

Foi esse metro transformado em barra de platina que passou a ser denominado metro dos arquivos. Com o desenvolvimento da ciência, verificou-se que uma medição mais precisa do meridiano fatalmente daria um metro um pouco diferente. Assim, a primeira definição foi substituída por uma segunda:

> ***Metro é a distância entre os dois extremos da barra de platina depositada nos Arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celsius.***

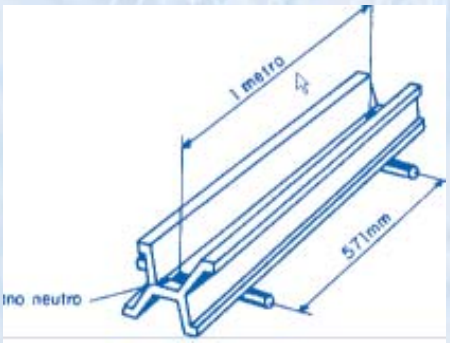
Escolheu-se a temperatura de zero grau Celsius por ser, na época, a mais facilmente obtida com o gelo fundente.

No século XIX, vários países já haviam adotado o sistema métrico. No Brasil, o sistema métrico foi implantado pela Lei Imperial número 1157, de 26 de junho de 1862. Estabeleceu-se, então, um prazo de dez anos para que padrões antigos fossem inteiramente substituídos.

Com exigências tecnológicas maiores, decorrentes do avanço científico, notou-se que o metro dos arquivos apresentava certos inconvenientes. Por exemplo, o paralelismo das faces não era assim tão perfeito. O material, relativamente mole, poderia se desgastar, e a barra também não era suficientemente rígida.

Para aperfeiçoar o sistema, fez-se um outro padrão, que recebeu:

- seção transversal em X, para ter maior estabilidade;
- uma adição de 10% de irídio, para tornar seu material mais durável;
- dois traços em seu plano neutro, de forma a tornar a medida mais perfeita.



Assim, em 1889, surgiu a terceira definição:

> ***Metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no B.I.P.M. (Bureau Internacional des***

Poids et Mésures), na temperatura de zero grau Celsius e sob uma pressão atmosférica de 760 mmHg e apoiado sobre seus pontos de mínima flexão.

Atualmente, a temperatura de referência para calibração é de 20º C. É nessa temperatura que o metro, utilizado em laboratório de metrologia, tem o mesmo comprimento do padrão que se encontra na França, na temperatura de zero grau Celsius.

Ocorreram, ainda, outras modificações. Hoje, o padrão do metro em vigor no Brasil é recomendado pelo INMETRO, baseado na velocidade da luz, de acordo com decisão da 17ª Conferência Geral dos Pesos e Medidas de 1983. O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), em sua resolução 3/84, assim definiu o metro:

Metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de $\frac{1}{299.792.458}$ ***do segundo.***

É importante observar que todas essas definições somente estabeleceram com maior exatidão o valor da mesma unidade: o metro.

PADRÕES INGLESES

A Inglaterra e todos os territórios dominados há séculos por ela utilizavam um sistema de medidas próprio, facilitando as transações comerciais ou outras atividades de sua sociedade.

Acontece que o sistema inglês difere totalmente do sistema métrico que passou a ser o mais usado em todo o mundo. Em 1959, a jarda foi definida em função do metro, valendo 0,91440m. As divisões da jarda (3 pés; cada pé com 12 polegadas) passaram, então, a ter seus valores expressos no sistema métrico:

1 yd (uma jarda) = 0,91440 m

1 fi (um pé) = 304,8 mm

1 inch (uma polegada) = 25,4 mm

PADRÔES BRASILEIROS

Em 1826, foram feitas 32 barras-padrão na França. Em 1889, determinou-se que a barra nº. 6 seria o metro dos Arquivos e a de nº. 26 foi destinada ao Brasil. Esse metro-padrão encontra-se no IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

Múltiplos e submúltiplos do metro

A tabela abaixo é baseada no Sistema Internacional de Medidas (SI).

NOME	SÍMBOLO	FATOR PELO QUAL A UNIDADE É MULTIPLICADA
Exametro	Em	10^{18} = 1 000 000 000 000 000 000 m
Peptametro	Pm	10^{15} = 1 000 000 000 000 000 m
Terametro	Tm	10^{12} = 1 000 000 000 000 m
Gigametro	Gm	10^{9} = 1 000 000 000 m
Megametro	Mm	10^{6} = 1 000 000 m
Quilômetro	Km	10^{3} = 1 000 m
Hectômetro	Hm	10^{2} = 100 m
Decâmetro	Dam	10^{1} = 10 m
Metro	m	1 = 1m
Decímetro	dm	10^{-1} = 0,1 m
Centímetro	cm	10^{-2} = 0,01 m
Milímetro	mm	10^{-3} = 0,001 m
Micrometro	ìm	10^{-6} = 0,000 001 m
Nanometro	nm	10^{-9} = 0,000 000 001 m
Picometro	pm	10^{-12} = 0,000 000 000 001 m
Fentometro	fm	10^{-15} = 0,000 000 000 000 001 m
Attometro	am	10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 001 m

A definição formal de metrologia, palavra de origem grega (metron: medida; logos: ciência), e de outros termos gerais, pode ser encontrada no Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia - VIM.

O resultado de uma medição é, em geral, uma estimativa do valor do objeto da medição. Dessa forma, a apresentação do resultado é completa somente quando acompanhado por uma quantidade que declara sua incerteza, ou seja, a dúvida ainda existente no processo de medição.

Quando realizamos uma medição, esperamos que ela tenha exatidão (mais próxima do valor verdadeiro) e que apresente as características de repetitividade (concordância entre os resultados de medições sucessivas efetuadas sob as mesmas condições) e reprodutibilidade (concordância entre os resultados das medições efetuadas sob condições variadas).

Também é necessário termos unidades de medidas definidas e aceitas convencionalmente por todos. O Brasil segue as diretrizes da Conferência Geral de Pesos e Medidas e adota as unidades definidas no SI - Sistema Internacional de Unidades - como padrão para as medições.

Apesar de todos os cuidados quando realizamos uma medida, poderá ainda surgir uma dúvida de qual é o valor correto. Nesse instante, é necessário recorrer a um padrão de medição.

Um padrão pode ser uma medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência.

Para a garantia da confiabilidade das medições, é imprescindível a realização de um processo de comparação com os padrões, processo esse chamado de CALIBRAÇÃO.

A calibração é uma oportunidade de aprimoramento constante e proporciona algumas vantagens:

• redução na variação das especificações técnicas dos produtos: produtos mais uniformes representam uma vantagem de excelência em relação aos concorrentes;

• prevenção dos defeitos: a redução de perdas pela pronta detecção de desvios no processo produtivo evita o desperdício e a produção de rejeitos;

• compatibilidade das medições: quando as calibrações possuem rastreabilidade aos padrões nacionais e internacionais asseguram atendimento aos requisitos de desempenho.

Um processo produtivo deve estar, sempre que possível, fundamentado em normas técnicas, procedimentos e/ou especificações, visando à obtenção de produtos que satisfaçam às necessidades do mercado consumidor.

Para que isso ocorra dentro dos limites planejados, são realizadas medições das características das matérias-primas, das variáveis do produto em transformação e das diversas etapas do processo.

Sem a comprovação metrológica, não há como garantir a confiabilidade dos dados referentes ao controle das características que determinam a qualidade do produto. Sua ausência, portanto, é por si só razão suficiente para gerar descrédito no sistema de informação da qualidade da organização.

METROLOGIA CIENTÍFICA E INDUSTRIAL

A metrologia científica trata, fundamentalmente, dos padrões de medição internacionais e nacionais, dos instrumentos laboratoriais e das pesquisas e metodologias científicas relacionadas ao mais alto nível de qualidade metrológica.

Como desdobramento, essas ações alcançam os sistemas de medição das indústrias (metrologia industrial), responsáveis pelo controle dos processos produtivos e pela garantia da qualidade dos produtos finais.

O INMETRO, por intermédio da DIMCI - Diretoria de Metrologia Científica, tem a responsabilidade de manter as unidades fundamentais de medida, garantir a rastreabilidade aos padrões internacionais e disseminá-las, com seus múltiplos e submúltiplos, até as indústrias.

Dessa forma, o INMETRO tem como principais objetivos:

- intercomparar periodicamente os padrões nacionais aos internacionais;
- estabelecer metodologias para a intercomparação nacional de padrões, instrumentos de medir e medidas materializadas;
- calibrar padrões de referência dos laboratórios credenciados, rastreando-os aos padrões nacionais;
- efetuar pesquisas visando à obtenção de medições mais exatas e melhor reprodução das unidades do Sistema Internacional;
- descentralizar serviços metrológicos ao longo do país, credenciando laboratórios que tenham condições adequadas à realização de serviços metrológicos específicos, para faixas de valores e incerteza de medição estabelecidas.

Estrutura Internacional da Metrologia Científica

Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) - constituída por representantes dos países membros da Convenção do Metro. Reúne-se de 4 em 4 anos e tem como missão básica assegurar a utilização e aperfeiçoamento do Sistema Internacional de Unidades.

- Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) - composto por 18 membros de países diferentes, atua como autoridade científica internacional. Convoca a CGPM e prepara as resoluções a serem submetidas à Conferência Geral.

- Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) centro internacional mantido com recursos de todos os países membros e tem como missão:
- conservar os protótipos internacionais;
- efetuar intercomparação de padrões;
- definir os valores das Constantes Fundamentais da Física.
- Comitês Consultivos - formados por especialistas internacionais ligados aos laboratórios nacionais. Alguns comitês criados:

1927 - Eletricidade

1933 - Termometria

1952 - Definição do metro

1956 - Definição do segundo

1958 - Definição dos padrões de energia ionizante

1964 - Definição das unidades

Acordos internacionais relacionados aos padrões de medição

Nos últimos anos, foram estabelecidos acordos de reconhecimento mútuos relacionados aos serviços de ensaios e calibrações e em relação às atividades dos organismos de credenciamento.

Todos esses acordos basearam-se na suposição da equivalência dos padrões de medição nacionais e na confiabilidade da relação entre os padrões de medição nacionais e os serviços pertinentes às atividades de calibração e ensaios de cada país.

Equivalência internacional de padrões de medição nacionais

Existe uma grande equivalência entre os padrões de medição nacionais dos países, cujos Institutos Nacionais de Metrologia participam das comparações internacionais, sob a coordenação do Bureau Internacional de Pesos e Medidas - BIPM ou sob a coordenação das organizações regionais de metrologia.

Por essa razão, os Institutos Nacionais dos diversos países assinaram um Acordo de Reconhecimento Mútuo (MRA — *Mutual Recognising Agreement*) preparado pelo Comitê Internacional de Pesos e Medidas — CIPM, relacionado aos padrões de medição nacionais, às calibrações e aos certificados de medição emitidos pelos Institutos Nacionais.

Nas Américas, o organismo responsável pela condução das comparações-chave (*key comparisons*) é o Sistema Interamericano de Metrologia.

Metrologia Legal

A metrologia legal é a área da metrologia referente às exigências legais, técnicas e administrativas relativas às unidades de medidas, aos instrumentos de medir e às medidas materializadas.

Objetiva fundamentalmente as transações comerciais, em que as medições são extremamente relevantes no tocante aos aspectos de exatidão e lealdade.

O governo promulga leis e regulamentos técnicos fixando as modalidades da atividade de metrologia legal, notadamente no que tange às características metrológicas dos instrumentos envolvidos em tais operações.

A elaboração da regulamentação baseia-se nas Recomendações da OIML - Organização Internacional de Metrologia Legal e conta com a colaboração dos fabricantes dos instrumentos e de entidades dos consumidores.

No âmbito da metrologia legal a regulamentação técnica brasileira abrange medições, notadamente no que diz respeito à massa, volume, comprimento, temperatura e energia.

Estende-se ainda à regulamentação e fiscalização de produtos pré-medidos (alimentos, bebidas, artigos de higiene e limpeza, etc.), aos instrumentos empregados na manutenção da saúde pública (termômetros clínicos, medidores de pressão arterial, seringas médicas, eletroencefalógrafos, eletrocardiógrafos , etc.), aqueles utilizados na garantia da segurança pública (manômetros para pneumáticos, velocímetros de automóveis, radares, bafômetros, tacógrafos, etc.), bem como aqueles destinados ao comércio (balanças, bombas de combustível, taxímetros, hidrômetros, etc.).

Aperfeiçoamentos significativos estão sendo alcançados por meio da implementação de ações, tais como:

- uso pela metrologia legal dos serviços de calibração e ensaios providos por laboratórios credenciados na RBC - Rede Brasileira de Calibração e RBLE - Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios;
- definição do escopo das atividades delegáveis sem ferir o preceito legal;
- incorporação de novos serviços, principalmente nos campos ligados à saúde e segurança;
- acompanhamento das tendências internacionais na busca de harmonização dos procedimentos e estruturas como forma de facilitar o fluxo do comércio;
- maior articulação entre a metrologia legal e a científica e industrial;
- implementação de pesquisa e desenvolvimento para antecipar-se às demandas da sociedade.

O INMETRO, por meio da DIMEL - Diretoria de Metrologia Legal, coordena e supervisiona a atuação da Rede Nacional de Metrologia Legal - RNML, responsável em todo o Brasil pela execu-

ção das atividades de metrologia legal. Essa rede é integrada pelos Institutos Estaduais de Pesos e Medidas - IPEM e por algumas Superintendências Regionais.

Conferência Internacional de Metrologia Legal

Composta por representantes dos países membros, por países que se unem como observadores e por associações de instituições internacionais. Reúnem-se a cada 4 anos para definir a política geral e promover a implementação das diretrizes metrológicas da OIML.

Comitê Internacional de Metrologia Legal (CIML)

Reúne-se anualmente para avaliar o progresso técnico e as operações administrativas da OIML.

Comitês e Subcomitês Técnicos

Responsáveis pela obtenção de consensos internacionais na comunidade de metrologia legal. Compostos por representantes dos países membros, de organizações internacionais técnicas e de normalização, associações de fabricantes e organismos reguladores regionais. Estabelecem diretrizes técnicas internacionais para o desempenho metrológico e avaliam os procedimentos de testes dos instrumentos de medição sujeitos a controles legais.

Bureau Internacional de Metrologia Legal (BIML)

Atua na coordenação das atividades técnicas e na preparação, impressão e distribuição das publicações da OIML.

Conselho de Desenvolvimento

Fórum para divulgação dos assuntos de desenvolvimento metrológico. Composto por representantes de diversos países, coordena as atividades para o desenvolvimento de sistemas metrológicos, treinamento, laboratórios e equipamentos.

INSTRUMENTAÇÃO – APARELHOS DE MEDIÇÃO

Efetuar medidas com precisão cada vez maior é um desafio tecnológico nos dias de hoje. O seu interesse é tão grande que seu estudo é objeto de um ramo da Ciência conhecido como Metrologia, que consiste no estudo do melhor método de obter a medição precisa de diferentes grandezas, estabelece as unidades de medição dessas grandezas aceitas universalmente e define critérios de apresentação das unidades internacionalmente aceitas.

Dependendo do tamanho do objeto a ser medido, são necessários aparelhos ou métodos diferentes. É possível medir com precisão adequada desde insetos pequenos até o diâmetro da Lua e dos planetas ou, então, distâncias entre dois sulcos de um disco a laser até a distância entre a Terra e a Lua.

Na vida cotidiana, usamos régua, uma fita métrica, uma trena , etc. Esses instrumentos são adequados para medir a largura e o comprimento de uma folha de papel, o comprimento de uma saia e o tamanho de uma sala, respectivamente.

Existem instrumentos delicados e precisos, apropriados para medir dimensões bem pequenas. Por exemplo, o paquímetro e o micrômetro. O paquímetro é adequado para se medir o diâmetro de uma agulha fina, o diâmetro de esferas de rolamento, profundidade de sulcos em peças de aparelhos que requerem alta precisão. O micrômetro é utilizado para medir espessuras de folhas, fios e diâmetros de tubos com alta precisão.

Para distâncias e objetos de dimensões ainda menores são necessários métodos indiretos de medida, como através de difração da luz, ou então microscópios especiais, devidamente calibrados. Já para distâncias muito grandes como, por exemplo, diâmetro da Lua, altura de uma montanha são utilizados métodos que usam relações simples de trigonometria ou então de triângulos semelhantes. Esse método é conhecido como triangulação.

Dependendo da precisão necessária a uma determinada medida é que escolhemos o aparelho mais adequado para efetuá-la. Tem que ser usado o conhecimento e o bom senso. Não tem sentido usar um aparelho de alta precisão para medir objetos nitidamente não-uniformes. Se o objeto a ser medido é muito menor que a menor divisão do instrumento usado, obviamente não se pode obter precisão alguma na medida.

Exemplos de instrumentos de medida

Paquímetro

O paquímetro é um instrumento usado para medir as dimensões lineares internas, externas e de profundidade de uma peça. Consiste em uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor.

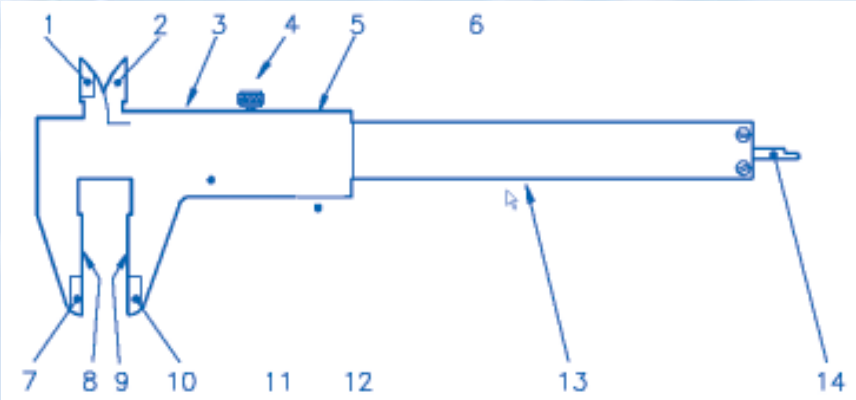
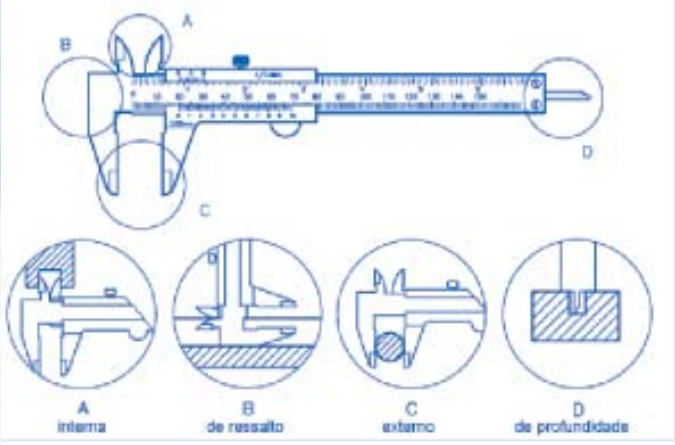


Fig. 6

1. orelha fixa
2. orelha móvel
3. nônio ou vernier (polegada)
4. parafuso de trava
5. cursor
6. escala fixa de polegadas
7. bico fixo
8. encosto fixo
9. encosto móvel
10. bico móvel
11. nônio ou vernier (milímetro)
12. impulsor
13. escala fixa de milímetros
14. haste de profundidade

Principais tipos e usos

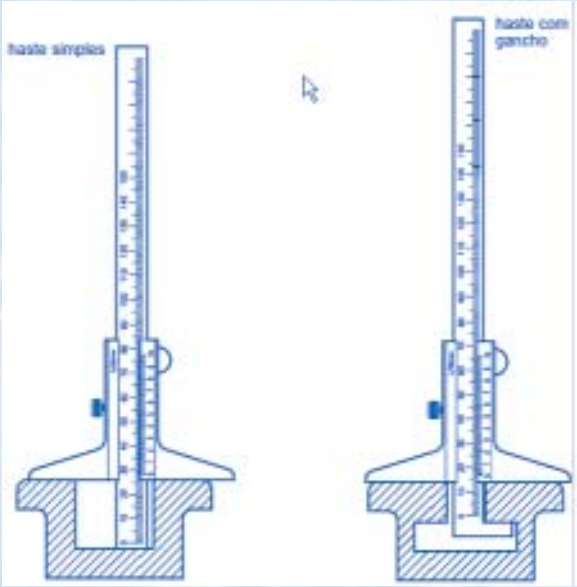
Paquímetro universal - é utilizado em medições internas, externas, de profundidade e de ressaltos. Trata-se do tipo mais usado.



Paquímetro universal com relógio – o relógio acoplado ao cursor facilita a leitura, agilizando a medição.

Paquímetro com bico móvel (basculante) - empregado para medir peças cônicas ou peças com rebaixos de diâmetros diferentes.

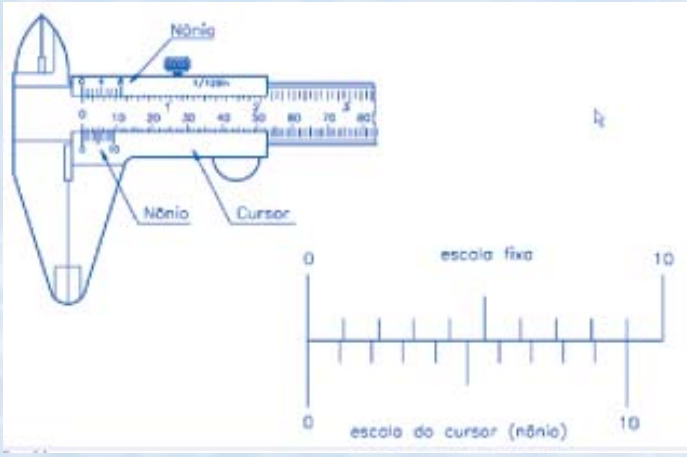
Paquímetro de profundidade - serve para medir a profundidade de furos não vazados, rasgos, rebaixos , etc. Esse tipo de paquímetro pode apresentar haste simples ou haste com gancho.



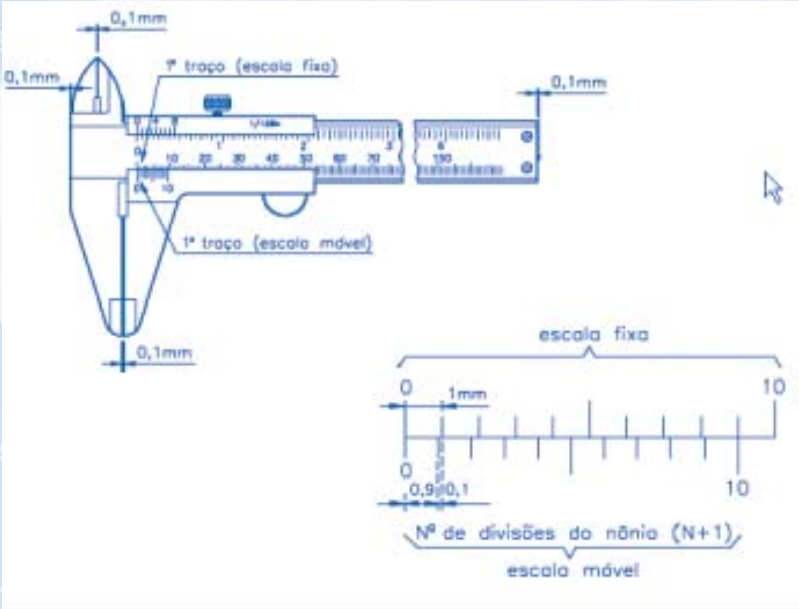
Princípio do nônio

A escala do cursor é chamada de nônio ou vernier, em homenagem ao português Pedro Nunes e ao francês Pierre Vernier, considerados seus inventores.

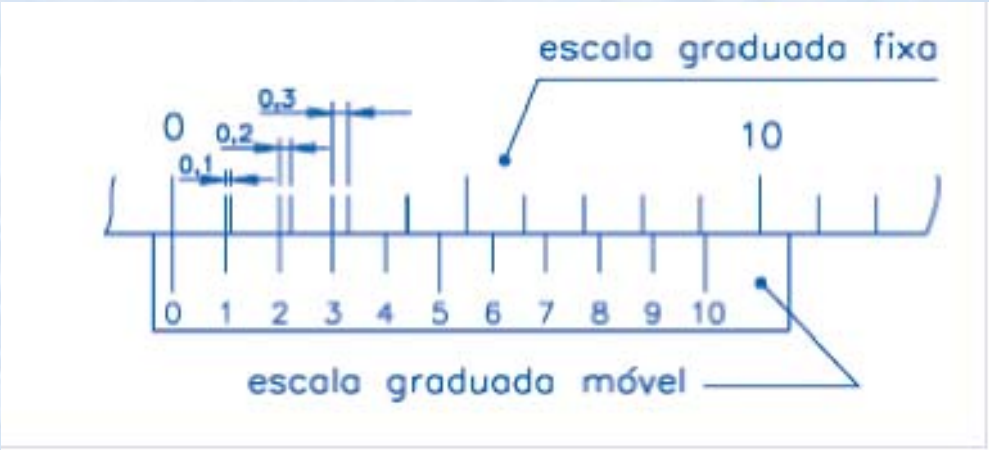
O nônio possui uma divisão a mais que a unidade usada na escala fixa.



No sistema métrico, existem paquímetros em que o nônio possui dez divisões equivalentes a nove milímetros (9 mm). Há, portanto, uma diferença de 0,1 mm entre o primeiro traço da escala fixa e o primeiro traço da escala móvel.



Essa diferença é de 0,2 mm entre o segundo traço de cada escala; de 0,3 mm entre o terceiros traços e assim por diante.



As diferenças entre a escala fixa e a escala móvel de um paquímetro podem ser calculadas pela sua resolução. A resolução é a menor medida que o instrumento oferece. Ela é calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

Resolução = UEF/NDN

UEF = unidade da escala fixa

NDN = número de divisões do nônio

Exemplo:

Nônio com 10 divisões = > **Resolução = 1mm / 10 divisões = 0,1mm**

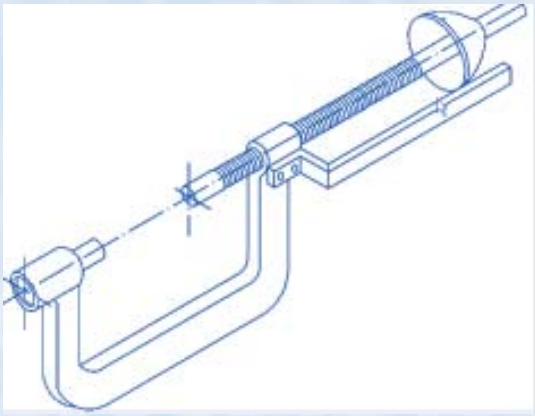
Nônio com 20 divisões = > **Resolução 1mm / 20 divisões = 0,05mm**

Nônio com 50 divisões = > **Resolução=1mm / 50 divisões = 0,02mm**

MICRÔMETRO

JJean Louis Palmer apresentou, pela primeira vez, um micrômetro para requerer sua patente. O instrumento permitia a leitura de centésimos de milímetro, de maneira simples.

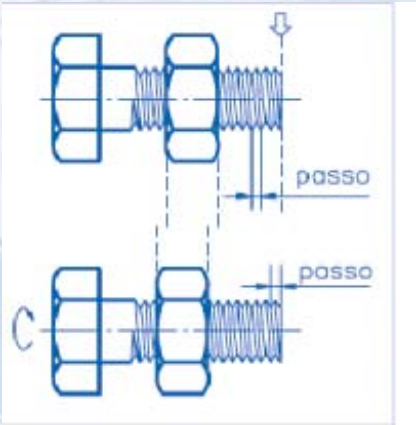
Com o decorrer do tempo, o micrômetro foi aperfeiçoado e possibilitou medições mais rigorosas e exatas do que o paquímetro. De modo geral, o instrumento é conhecido como micrômetro. Na França, entretanto, em homenagem ao seu inventor, o micrômetro é denominado Palmer.



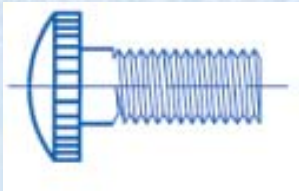
Micrômetro de Palmer

Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento do micrômetro assemelha-se ao do sistema parafuso e porca. Assim, há uma porca fixa e um parafuso móvel que, se der uma volta completa, provocará um descolamento igual ao seu passo.



Desse modo, dividindo-se a "cabeça" do parafuso, pode-se avaliar frações menores que uma volta e, com isso, medir comprimentos menores do que o passo do parafuso.



NOMENCLATURA

Vamos ver os principais componentes de um micrômetro:

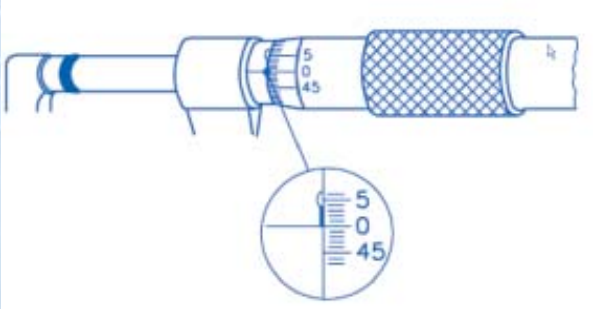
- O arco é constituído de aço especial ou fundido, tratado termicamente para eliminar as tensões internas.
- O isolante térmico, fixado ao arco, evita sua dilatação porque isola a transmissão de calor das mãos para o instrumento.
- O fuso micrométrico é construído de aço especial temperado e retificado para garantir exatidão do passo da rosca.
- As faces de medição tocam a peça a ser medida e, para isso, apresentam-se rigorosamente planos e paralelos. Em alguns instrumentos, os contatos são de metal duro, de alta resistência ao desgaste.
- A porca de ajuste permite o ajuste da folga do fuso micrométrico, quando isso é necessário.
- O tambor é onde se localiza a escala centesimal. Ele gira ligado ao fuso micrométrico. Portanto, a cada volta, seu deslocamento é igual ao passo do fuso micrométrico.
- A catraca ou fricção assegura uma pressão de medição constante.
- A trava permite imobilizar o fuso numa medida pré-determinada .

Os micrômetros caracterizam-se pela:

- capacidade;
- resolução;
- aplicação.

A capacidade de medição dos micrômetros normalmente é de 25 mm (ou 1"), variando o tamanho do arco de 25 em 25 mm (ou 1 em 1"). Podem chegar a 2000 mm (ou 80").

A resolução nos micrômetros pode ser de 0,01 mm; 0,001 mm; .001" ou .0001". No micrômetro de 0 a 25 mm ou de 0 a 1", quando as faces dos contatos estão juntas, a borda do tambor coincide com o traço zero (0) da bainha. A linha longitudinal, gravada na bainha, coincide com o zero (0) da escala do tambor.

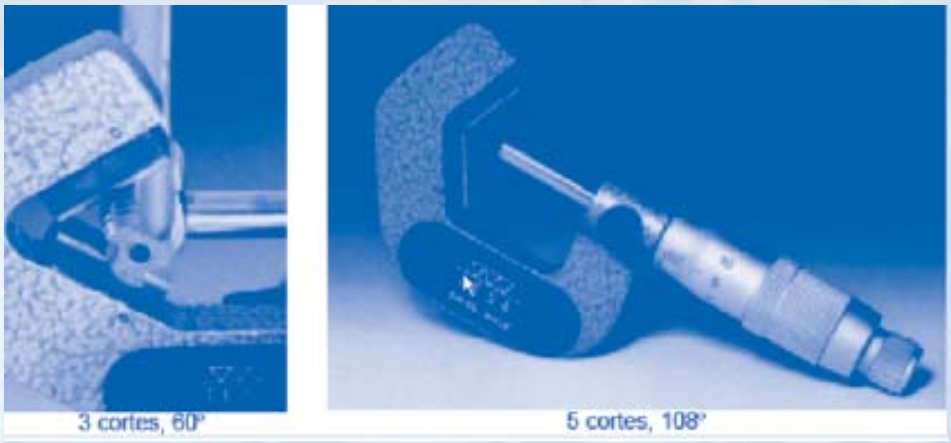


Principais usos

Para medição de roscas - especialmente construído para medir roscas triangulares, esse micrômetro possui as hastes furadas para que se possa encaixar as pontas intercambiáveis, conforme o passo para o tipo da rosca a medir.

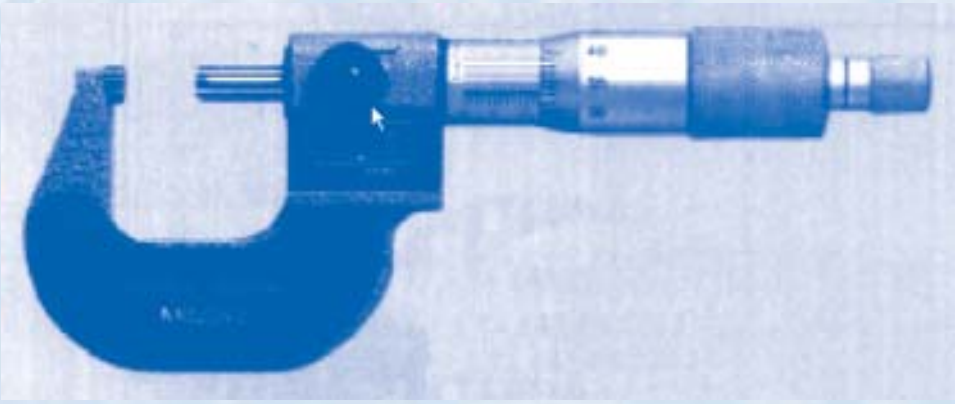
Com contato em forma de V - é especialmente construído para medição de ferramentas de corte que possuem número ímpar de cortes (fresas de topo, macho, alargadores, etc.). Os ângulos em V dos micrômetros para medição de ferramentas de 3 cortes é de 60º;

5 cortes, 108º e 7 cortes, 128º34.17".



Para medir parede de tubos - Esse micrômetro é dotado de arco especial e possui o contato a 90º com a haste móvel, o que permite a introdução do contato fixo no furo do tubo.

Contador mecânico – é para uso comum, porém sua leitura pode ser efetuada no tambor ou no contador mecânico. Facilita a leitura independentemente da posição de observação (erro de paralaxe).



Digital eletrônico - ideal para leitura rápida, livre de erros de paralaxe, próprio para uso em controle estatístico de processos, juntamente com microprocessadores.

CALIBRADORES

Calibradores são instrumentos que estabelecem os limites máximo e mínimo das dimensões que desejamos comparar. Podem ter formatos especiais, dependendo das aplicações, como, por exemplo, as medidas de roscas, furos e eixos.

Geralmente fabricados de aço-carbono e com as faces de contato temperadas e retificadas, os calibradores são empregados nos trabalhos de produção em série de peças intercambiáveis, isto é, peças que podem ser trocadas entre si, por constituírem conjuntos praticamente idênticos.

Quando isso acontece, as peças estão dentro dos limites de tolerância, isto é, entre o limite máximo e o limite mínimo, quer dizer: passa/não-passa.

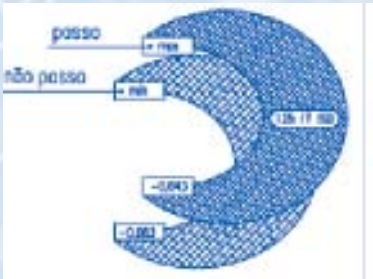
Tipos de calibrador

Calibrador tampão - O funcionamento do calibrador tampão é bem simples: o furo que será medido deve permitir a entrada da extremidade mais longa do tampão (lado passa), mas não da outra extremidade (lado não-passa). Por exemplo, no calibrador tampão 50H7, a extremidade cilíndrica da esquerda (50 mm + 0,000 mm, ou seja, 50 mm) deve passar pelo furo. O diâmetro da direita (50 mm + 0,030 mm) não deve passar pelo furo.

O lado não-passa tem uma marca vermelha. Esse tipo de calibrador é normalmente utilizado em furos e ranhuras de até 100 mm.

Calibrador de boca - Esse calibrador tem duas bocas para controle: uma passa, com a medida máxima, e a outra não-passa, com a medida mínima.

Calibrador de boca separada - Para dimensões muito grandes, são utilizados dois calibradores de bocas separadas: um passa e o outro não-passa. Os calibradores de bocas separadas são usados para dimensões compreendidas entre 100 mm e 500 mm.



Calibrador de bocas ajustável - O calibrador de boca ajustável resolve o problema das indústrias médias e pequenas pela redução do investimento inicial na compra desses equipamentos.

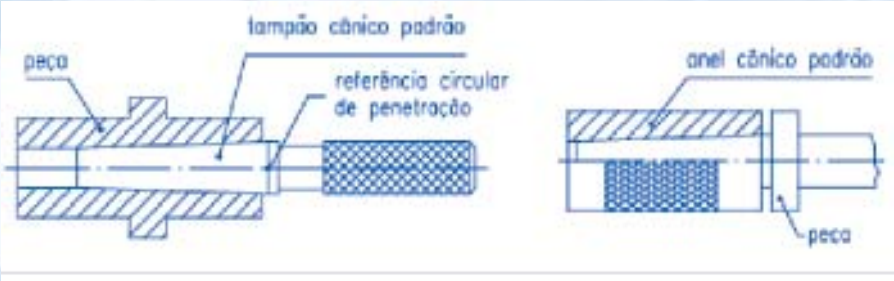
O calibrador ajustável para eixo tem dois ou quatro parafusos de fixação e pinos de aço temperado e retificado. É confeccionado de ferro fundido, em forma de ferradura.

A dimensão máxima pode ser ajustada entre os dois pinos anteriores, enquanto a dimensão mínima é ajustada entre os dois pinos posteriores.

Esse calibrador normalmente é ajustado com auxílio de blocos-padrão.

Esse calibrador normalmente é ajustado com auxílio de blocos-padrão.

Calibrador tampão e anéis cônicos - As duas peças de um conjunto cônico podem ser verificadas por meio de um calibrador tampão cônico e de um anel cônico. Para a verificação simples do cone, tenta-se uma movimentação transversal do padrão. Quando o cone é exato, o movimento é nulo. Em seguida, procede-se à verificação por atrito, depois de ter estendido sobre a superfície do cone padrão uma camada muito fina de corante, que deixará traços nas partes em contato. Por fim, verifica-se o diâmetro pela posição de penetração do calibrador. Esse método é muito sensível na calibração de pequenas inclinações.



Calibrador regulável de rosca - O calibrador de boca de roletes é geralmente de boca progressiva, o que torna a operação muito rápida, não só porque é desnecessário virar o calibrador, como porque o calibrador não se aparafusa à peça.

O calibrador em forma de ferradura pode ter quatro roletes cilíndricos ou quatro segmentos de cilindro.

Os roletes cilíndricos podem ter roscas ou sulcos circulares, cujo perfil e passo são iguais aos do parafuso que se vai verificar.

As vantagens sobre o calibrador de anéis são: verificação mais rápida; desgaste menor, pois os roletes giram; regulagem exata; uso de um só calibrador para vários diâmetros. São ajustados às dimensões máxima e mínima do diâmetro médio dos flancos.

Verificadores

Réguas de controle são instrumentos para a verificação de superfícies planas, construídas de aço, ferro fundido ou de granito. Apresentam diversas formas e tamanhos, e classificam-se em dois grupos:

- réguas de fios retificados

- réguas de faces lapidadas, retificadas ou rasqueteadas.

Triangulas plana

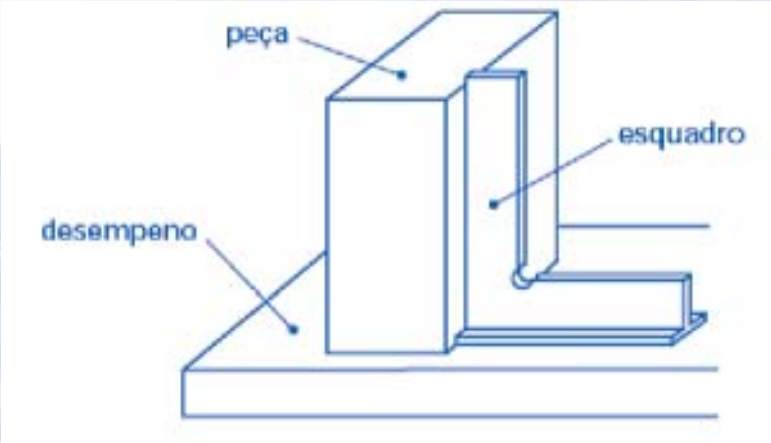
DIMENSÕES

Sempre que for possível, a régua deve ter um comprimento maior que o da superfície que será verificada. As dimensões das réguas encontradas no comércio estão indicadas nos catálogos dos fabricantes.

Esquadro de precisão

É um instrumento em forma de ângulo reto, construído de aço ou granito.

Usa-se para verificação de superfícies em ângulo de 90º.



Tamanho

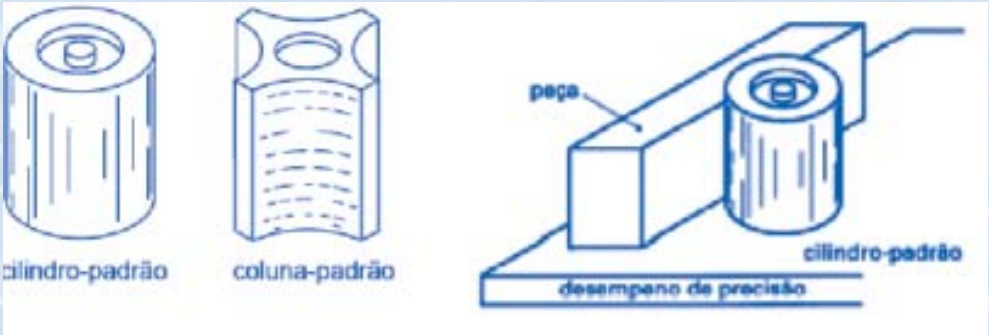
Os tamanhos são dados pelo comprimento da lâmina e da base: l1 e l2.

Exemplo: esquadro de 150 x 100 mm (ver figura anterior).

Tabela - Dimensões em mm (de acordo com as normas da ABNT)											
$l_1 \pm 1$	50	75	100	150	200	250	300	500	750	1000	1500
$l_2 \pm 1$	40	50	70	100	130	165	200	330	500	660	1000

Cilindro-padrão e coluna-padrão

É um esquadro de forma cilíndrica, fabricado de aço-carbono temperado e retificado. Usa-se para verificação de superfícies em ângulo de 90º, quando a face de referência é suficientemente ampla para oferecer bom apoio. O cilindro-padrão tem sua base rigorosamente perpendicular a qualquer geratriz da sua superfície cilíndrica. Também a coluna-padrão possui as duas bases rigorosamente perpendiculares a qualquer dos quatro planos estreitos talhados nas suas arestas longitudinais e cuidadosamente retificados. A figura abaixo à direita indica o modo de se fazer a verificação.



Gabaritos

Em determinados trabalhos em série, há necessidade de se lidar com perfis complexos, com furações, suportes e montagens. Nesse caso, utilizam-se gabaritos para verificação e controle, ou para facilitar certas operações. Os gabaritos são instrumentos relativamente simples, confeccionados de aço-carbono, podendo ser fabricados pelo próprio mecânico.

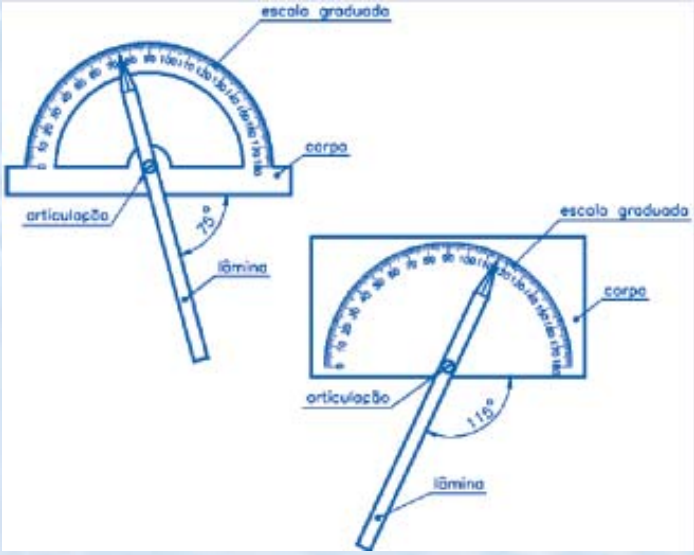
Suas formas, tipos e tamanhos variam de acordo com o trabalho a ser realizado.

Os gabaritos comerciais são encontrados em formatos padronizados. Temos, assim, verificadores de raios, de ângulo fixo para ferramentas de corte, escantilhões para rosca métrica e whithworth , etc.

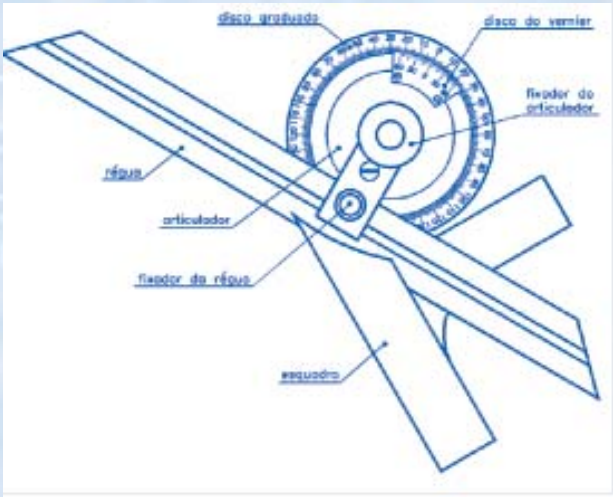
Goinômetro

O goniômetro é um instrumento de medição ou de verificação de medidas angulares.

O goniômetro simples, também conhecido como transferidor de grau, é utilizado em medidas angulares que não necessitam extremo rigor. Sua menor divisão é de 1º (um grau). Há diversos modelos de goniômetro. A seguir, mostramos um tipo bastante usado, em que podemos observar as medidas de um ângulo agudo e de um ângulo obtuso.



Na figura que segue, temos um goniômetro de precisão. O disco graduado apresenta quatro graduações de 0 a 90º. O articulador gira com o disco do vernier e, em sua extremidade, há um ressalto adaptável à régua.



Exemplos de aplicação do goniômetro

Cálculo da resolução

Na leitura do nônio, utilizamos o valor de 5' (5 minutos) para cada traço do nônio. Dessa forma, se é o 2º traço no nônio que coincide com um traço da escala fixa, adicionamos 10' aos graus lidos na escala fixa; se é o 3º traço, adicionamos 15'; se o 4º, 20' , etc.

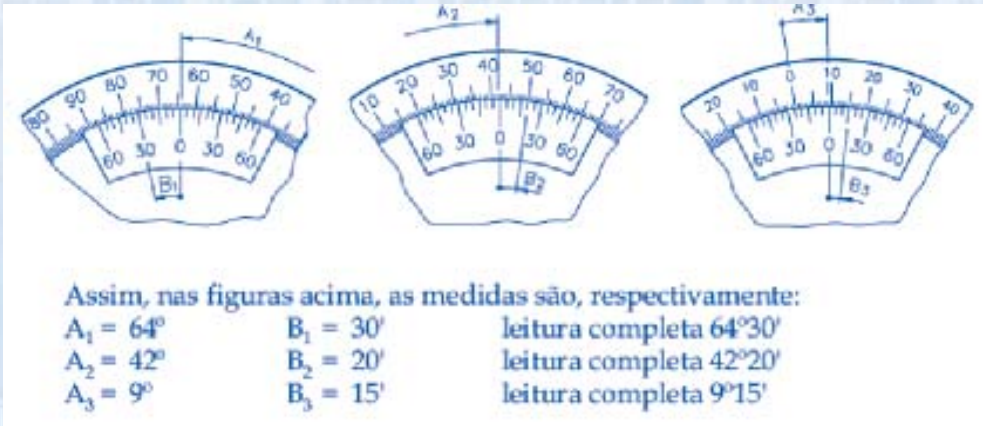
A resolução do nônio é dada pela fórmula geral, a mesma utilizada em outros instrumentos de medida com nônio, ou seja: divide-se a menor divisão do disco graduado pelo número de divisões do nônio.

Resolução = 1º / 12 = 60'/12 = 5'

Leitura do goniômetro

Os graus inteiros são lidos na graduação do disco, com o traço zero do nônio.

Na escala fixa, a leitura pode ser feita tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário. A leitura dos minutos, por sua vez, é realizada a partir do zero nônio, seguindo a mesma direção da leitura dos graus.



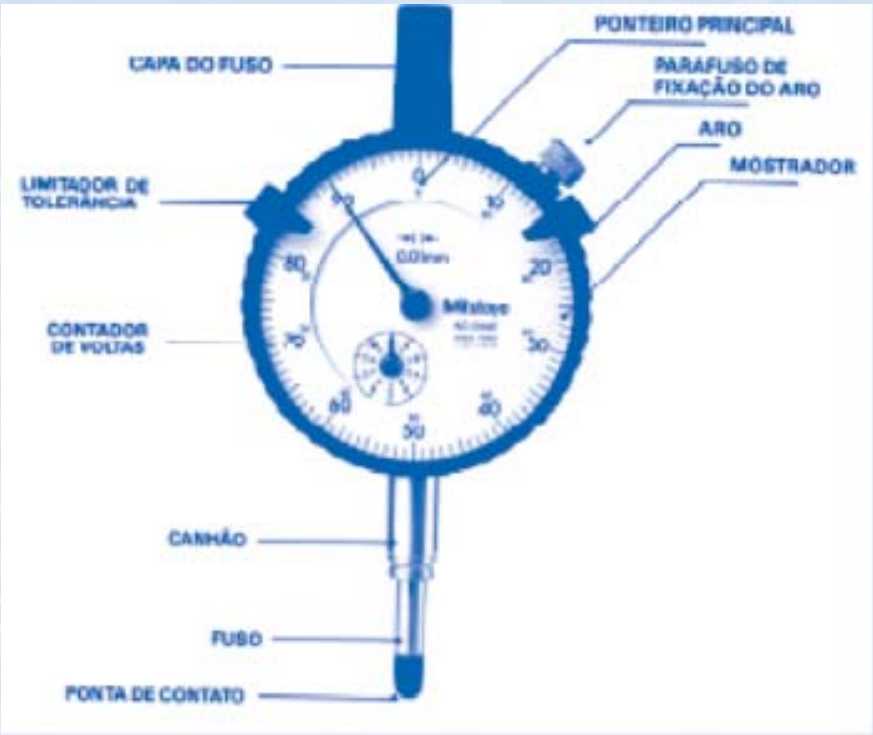
O relógio comparador

O relógio comparador é um instrumento de medição por comparação, dotado de uma escala e um ponteiro, ligados por mecanismos diversos a uma ponta de contato.

O comparador centesimal é um instrumento comum de medição por comparação. As diferenças percebidas nele pela ponta de contato são amplificadas mecanicamente e irão movimentar o ponteiro rotativo diante da escala.

Quando o ponto de contato sofre uma pressão e o ponteiro gira em sentido horário, a diferença é positiva. Isso significa que a peça apresenta maior dimensão que a estabelecida. Se o ponteiro girar em sentido anti-horário, a diferença será negativa, ou seja, a peça apresenta menor dimensão que a estabelecida.

Existem vários modelos de relógios comparadores. Os mais utilizados possuem resolução de 0,01 mm. O curso do relógio também varia de acordo com o modelo, porém os mais comuns são de 1 mm, 10 mm, 250" ou 1".



Em alguns modelos, a escala dos relógios se apresenta perpendicularmente em relação à ponta de contato (vertical). E, caso apresentem um curso que implique mais de uma volta, os relógios comparadores possuem, além do ponteiro normal, outro menor, denominado contador de voltas do ponteiro principal.

relógio vertical

Alguns relógios trazem limitadores de tolerância. Esses limitadores são móveis, podendo ser ajustados nos valores máximo e mínimo permitidos para a peça que será medida.

Existem ainda os acessórios especiais que se adaptam aos relógios comparadores. Sua finalidade é possibilitar controle em série de peças, medições especiais de superfícies verticais, de profundidade, de espessuras de chapas , etc. As próximas figuras mostram esses dispositivos destinados à medição de profundidade e de espessuras de chapas.

medidores de profundidade

medidores de espessura

Os relógios comparadores também podem ser utilizados para furos. Uma das vantagens de seu emprego é a constatação, rápida e em qualquer ponto, da dimensão do diâmetro ou de defeitos, como conicidade, ovalização , etc.

Consiste basicamente num mecanismo que transforma o deslocamento radial de uma ponta de contato em movimento axial transmitido a um relógio comparador, no qual se pode obter a leitura da dimensão. O instrumento deve ser previamente calibrado em relação a uma medida padrão de referência. Esse dispositivo é conhecido como medidor interno com relógio comparador ou súbito.

Relógio comparador eletrônico

Esse relógio possibilita uma leitura rápida, indicando instantaneamente a medida no display em milímetros, com conversão para polegada, zeragem em qualquer ponto e com saída para miniprocessadores estatísticos.

A aplicação é semelhante à de um relógio comparador comum, além das vantagens apresentadas acima.

MULTÍMETRO

Um Multímetro ou Multitestes (*Multimeter*, em inglês) é um instrumento analógico ou digital que serve para efetuar diversas medições elétricas.

Incorpora diversos instrumentos de medida num único aparelho, como voltímetro, amperímetro e ohmímetro por padrão e capacímetro, frequencímetro, termômetro, entre outros, como opcionais, conforme o fabricante do instrumento colocar à disposição. Tem ampla utilização entre os técnicos em eletrônica, pois são os instrumentos mais usados na pesquisa de defeitos em aparelhos eletro-eletrônicos.

VOLTÍMETRO

O voltímetro é um aparelho que realiza medições de tensão elétrica em um circuito, geralmente usando a unidade Volt. Muitos voltímetros, na verdade, não são nada mais que amperímetros com alta resistência interna. O projeto dos voltímetros é tal que, com sua alta resistência interna, introduzem o mínimo de alterações no circuito que está sendo monitorado. O galvanômetro de bobina móvel é um exemplo desse tipo de voltímetro.

Para aferir a diferença de tensão entre dois pontos de um circuito, convém colocar o voltímetro em paralelo com a seção do circuito compreendida entre esses dois pontos. Por isso, para as medições serem precisas, é esperado que o voltímetro tenha uma resistência muito grande comparada às do circuito.

Voltímetros podem medir tensões contínuas ou tensões alternadas, dependendo das qualidades do aparelho. Pode-se também implementar um voltímetro através do uso de um potenciômetro linear. Esse tipo de voltímetro é chamado de *passivo*.

AMPERÍMETRO

O amperímetro é um instrumento utilizado para fazer a medida da intensidade no fluxo da corrente elétrica que passa através da sessão transversal de um condutor. A unidade usada é o Ampere.

Como a corrente elétrica passa através dos condutores e dispositivos ligados a eles, para aferir a corrente que passa por alguma região de algum circuito, deve-se colocar o amperímetro em série com ela, sendo necessário abrir o circuito no local da medida. Por isso, para as medições serem precisas, é esperado que o amperímetro tenha uma resistência muito pequena comparada às do circuito.

Amperímetros podem medir correntes contínuas ou alternadas. Dependendo da qualidade do aparelho, pode possuir várias escalas que permitem seu ajuste para medidas com a máxima precisão possível.

Na medição de corrente contínua, deve-se ligar o instrumento com o pólo positivo no ponto de entrada da corrente convencional, para que a deflexão do ponteiro seja para a direita.

O amperímetro analógico nada mais é do que um galvanômetro adaptado para medir correntes de fundo de escala maiores que a sua corrente de fundo de escala, do galvanômetro I_{GM}. Por isso, é necessário desviar a sobrecorrente, formando um divisor de corrente com o galvanômetro em paralelo com uma resistência denominada *shunt* (desvio) R_S. Sendo ainda:

- A corrente de fundo de escala do amperímetro I_A;
- A sobrecorrente I_S;
- A resistência interna do galvanômetro R_G;
- A resistência interna do amperímetro R_{IA}.

Temos que:

$$R_S = R_G \cdot i_{gm} \;/\; (I_A - I_{GM})$$

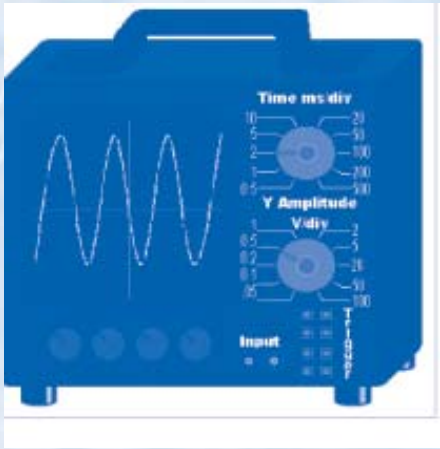
E temos que:

$$R_{IA} = R_G \cdot R_S \;/\; (R_G + R_S)$$

O valor da resistência interna do amperímetro é um dos fatores importantes que está relacionado ao erro de medida do instrumento. A medida de corrente é feita intercalando-se o amperímetro em série com o circuito no qual se deseja medi-la. Portanto, o amperímetro ideal é aquele que possui resistência interna nula. Como isso é impossível, ao se fazer uma medida de corrente, introduz-se um erro devido à modificação causada no circuito pela resistência interna do amperímetro. A tolerância da resistência *shunt* é outro fator que está relacionado ao erro de medida do instrumento. Em geral, os instrumentos de medidas são construídos com resistores de precisão, com tolerâncias de 1%.

OSCILOSCÓPIO

O osciloscópio é um instrumento de medida eletrônico que cria um gráfico bi-dimensional visível de uma ou mais diferenças de potencial. O eixo horizontal do display normalmente representa o tempo, tornando o instrumento útil para mostrar sinais periódicos. O eixo vertical comumente mostra a tensão. O monitor é constituído por um "ponto" que periodicamente "varre" a tela da esquerda para a direita.



O uso clássico de um osciloscópio é diagnosticar uma peça defeituosa em um equipamento eletrônico. Em um rádio, por exemplo, olha-se no esquema elétrico do aparelho e se localizam as conexões entre os estágios (como *mixer* eletrônico, osciladores eletrônicos, amplificadores).

Então o terra do osciloscópio é ligado ao terra do circuito, e a ponta de prova é colocada na conexão entre dois estágios no meio do circuito.

Quando o sinal esperado está ausente, sabe-se que algum estágio precedente do circuito está defeituoso. Como a maioria das falhas ocorre por causa de um único componente defeituoso, cada medida pode provar que metade do estágio de uma peça complexa está funcionando corretamente, ou não é a causa do defeito.

Uma vez que o estágio defeituoso é encontrado, testes mais específicos desse estágio podem geralmente mostrar a um profissional experiente qual componente está com defeito. Uma vez que o componente é substituído, a unidade pode voltar à operação, ou ao menos o próximo defeito pode ser procurado.

Outro uso possível é a checagem de um circuito novo. Muito freqüentemente circuitos novos se comportam abaixo do esperado devido aos níveis de tensão errados, ruído elétrico ou erros no projeto. Os circuitos digitais geralmente operam a partir de um oscilador (*clock*), então um osciloscópio de traço duplo (*dual-trace*) é necessário para verificar circuitos digitais. Osciloscópios com "armazenamento" são muitos úteis para "capturar" efeitos eletrônicos raros que podem levar a uma operação defeituosa.

Outro uso é para engenheiros de *software* que programam circuitos eletrônicos. Muitas vezes o osciloscópio é a única maneira de ver se o *software* está rodando corretamente.

RUGOSIDADE

As superfícies dos componentes mecânicos devem ser adequadas ao tipo de função que exercem. Por esse motivo, a importância do estudo do acabamento superficial aumenta à medida que crescem as exigências do projeto.

As superfícies dos componentes deslizantes, como o eixo de um mancal, devem ser lisas para que o atrito seja o menor possível. Já as exigências de acabamento das superfícies externas da tampa e da base do mancal são menores.

A produção das superfícies lisas exige, em geral, custo de fabricação mais elevado. Os diferentes processos de fabricação de componentes mecânicos determinam acabamentos diversos nas

suas superfícies. As superfícies, por mais perfeitas que sejam, apresentam irregularidades, e que compreendem dois grupos de erros: erros macrogeométricos e erros microgeométricos.

- **Erros macrogeométricos**: são os erros de forma, verificáveis por meio de instrumentos convencionais de medição, como micrômetros, relógios comparadores, projetores de perfil, etc. Entre esses erros, incluem-se divergências de ondulações, ovalização, retilineidade, planicidade, circularidade, etc.

  Durante a usinagem, as principais causas dos erros macrogeométricos são:

  - defeitos em guias de máquinas-ferramenta;
  - desvios da máquina ou da peça;
  - fixação errada da peça;
  - distorção devida ao tratamento térmico.

- **Erros microgeométricos**: são os erros conhecidos como rugosidade.

  Rugosidade é o conjunto de irregularidades, isto é, pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam uma superfície. Essas irregularidades podem ser avaliadas com aparelhos eletrônicos, a exemplo do Rugosímetro.

  A rugosidade desempenha um papel importante no comportamento dos componentes mecânicos. Ela influi na:

  - qualidade de deslizamento;
  - resistência ao desgaste;
  - possibilidade de ajuste do acoplamento forçado;
  - resistência oferecida pela superfície ao escoamento de fluidos e lubrificantes;
  - qualidade de aderência que a estrutura oferece às camadas protetoras;
  - resistência à corrosão e à fadiga;
  - vedação;
  - aparência.

A grandeza, a orientação e o grau de irregularidade da rugosidade podem indicar suas causas que, entre outras, são:

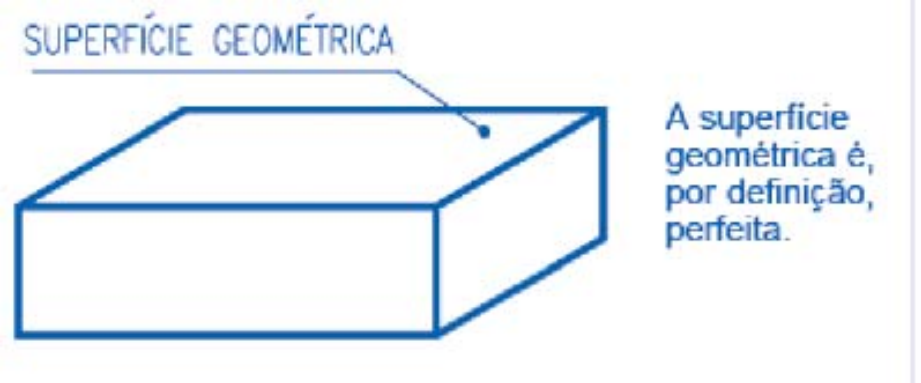
- imperfeições nos mecanismos das máquinas-ferramenta;
- vibrações no sistema peça-ferramenta;
- desgaste das ferramentas;
- o próprio método de conformação da peça.

Conceitos básicos

Para estudar e criar sistemas de avaliação do estado da superfície, é necessário definir previamente diversos termos e conceitos que possam criar uma linguagem apropriada. Com essa finalidade utilizaremos as definições da norma NBR 6405/1988.

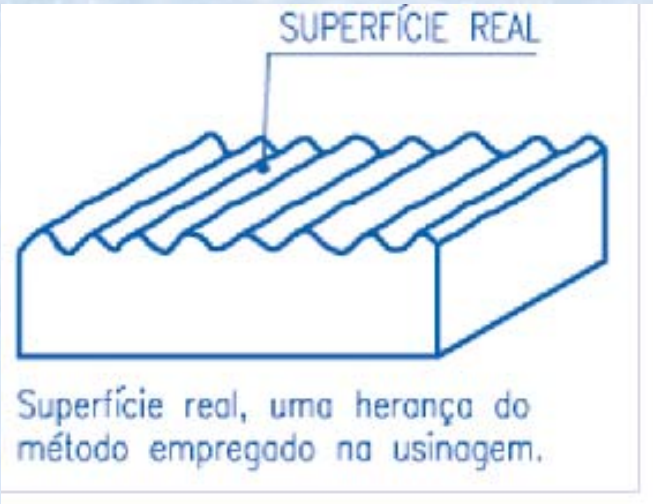
Superfície geométrica

Superfície ideal prescrita no projeto, na qual não existem erros de forma e acabamento. Por exemplo: superfícies plana, cilíndrica, etc., que sejam, por definição, perfeitas. Na realidade, isso não existe; trata-se apenas de uma referência.



Superfície real

Superfície que limita o corpo e o separa do meio que o envolve. É a superfície que resulta do método empregado na sua produção. Por exemplo: torneamento, retífica, ataque químico, etc. Superfície que podemos ver e tocar.



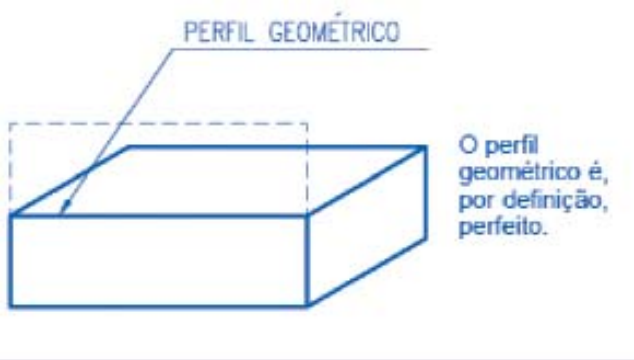
Superfície efetiva

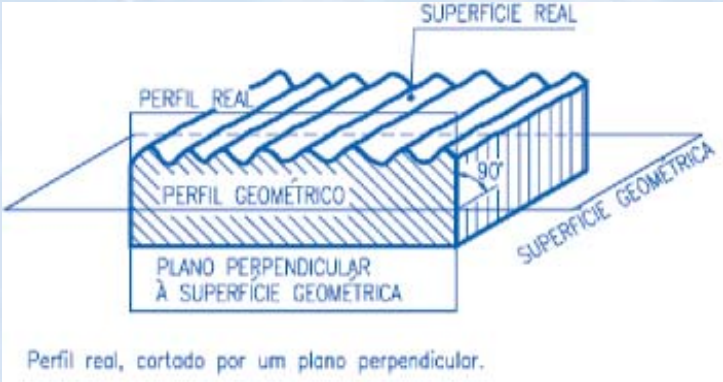
Superfície avaliada pela técnica de medição, com forma aproximada da superfície real de uma peça. É a superfície apresentada e analisada pelo aparelho de medição. É importante esclarecer que existem diferentes sistemas e condições de medição que apresentam diferentes superfícies efetivas.

Superfície efetiva apresentada com ampliação por uma impressora.

Perfil geométrico

Interseção da superfície geométrica com um plano perpendicular. Por exemplo: uma superfície plana perfeita, cortada por um plano perpendicular, originará um perfil geométrico que será uma linha reta.





Perfil real, cortado por um plano perpendicular.

Perfil real

Intersecção da superfície real com um plano perpendicular. Nesse caso, o plano perpendicular (imaginário) cortará a superfície que resultou do método de usinagem e originará uma linha irregular.

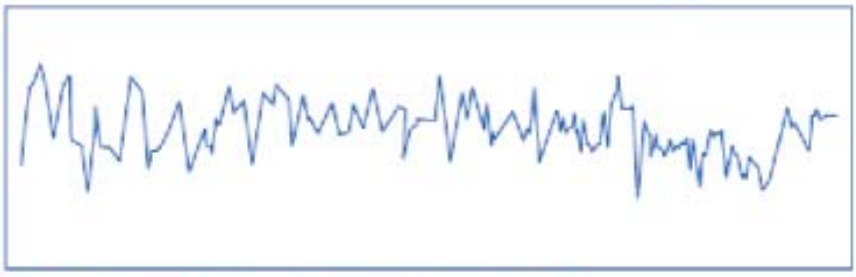
Perfil efetivo

Imagem aproximada do perfil real, obtido por um meio de avaliação ou medição. Por exemplo: o perfil apresentado por um registro gráfico, sem qualquer filtragem e com as limitações atuais da eletrônica.

Perfil efetivo, obtido com impressora de rugosímetro (sem filtrar ondulações).

Perfil de rugosidade

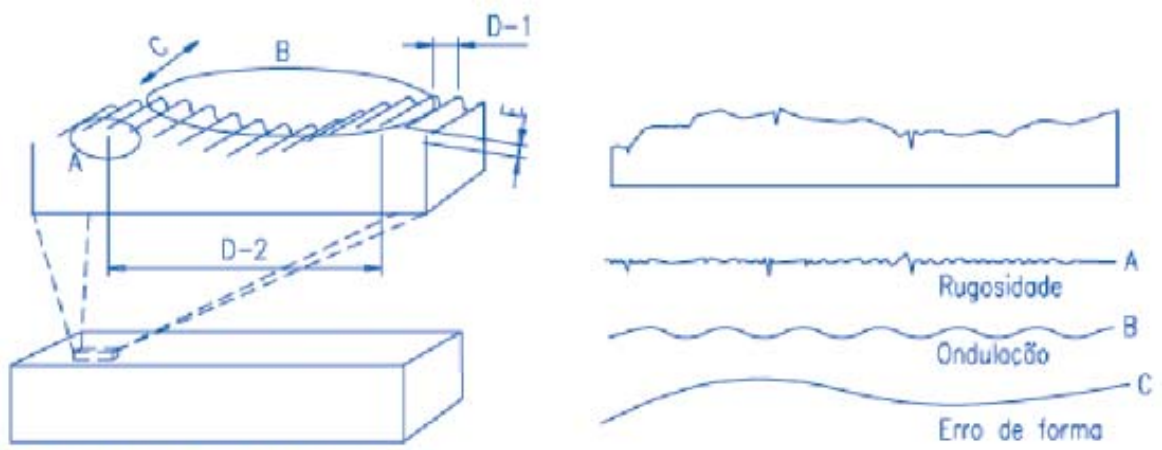
Obtido a partir do perfil efetivo por um instrumento de avaliação, após filtragem. É o perfil apresentado por um registro gráfico, depois de uma filtragem, para eliminar a ondulação à qual se sobrepõe geralmente a rugosidade.



Perfil de rugosidade (após filtragem da ondulação).

Composição da superfície

Tomando-se uma pequena porção da superfície, observam-se certos elementos que a compõem.



Elementos que compõe a superfície.

A figura representa um perfil efetivo de uma superfície e servirá de exemplo para salientar os elementos que compõem a textura superficial, decompondo o perfil.

A) Rugosidade ou textura primária é o conjunto das irregularidades causadas pelo processo de produção, que são as impressões deixadas pela ferramenta (fresa, pastilha, rolo laminador, etc.).

Lembrete: a rugosidade é também chamada de erro microgeométrico.

B) Ondulação ou textura secundária é o conjunto das irregularidades causadas por vibrações ou deflexões do sistema de produção ou do tratamento térmico.

C) Orientação das irregularidades é a direção geral dos componentes da textura, e é classificada como:

- orientação ou perfil periódico: quando os sulcos têm direções definidas;
- orientação ou perfil aperiódico: quando os sulcos não têm direções definidas.

D) Passo das irregularidades é a média das distâncias entre as saliências.

D1: passo das irregularidades da textura primária;

D2: passo das irregularidades da textura secundária.

O passo pode ser designado pela freqüência das irregularidades.

E) Altura das irregularidades ou amplitude das irregularidades.

Examinamos somente as irregularidades da textura primária.

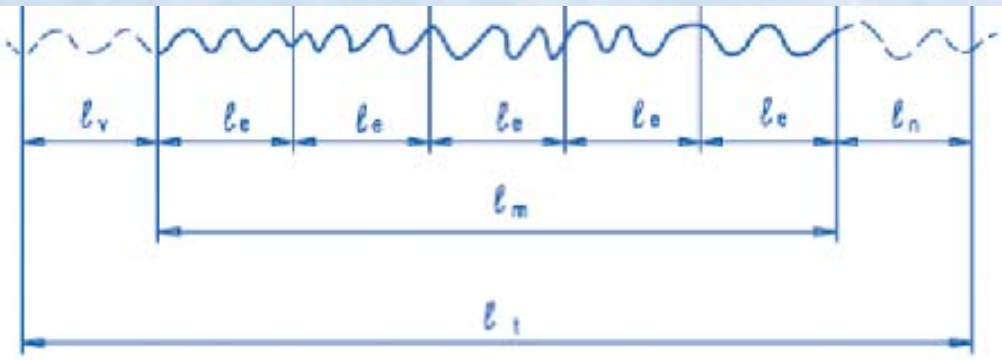
Critérios para avaliar a rugosidade

Comprimento de amostragem (*Cut off*)

Toma-se o perfil efetivo de uma superfície num comprimento lm, comprimento total de avaliação. Chama-se o comprimento le de comprimento de amostragem (NBR 6405/1988).

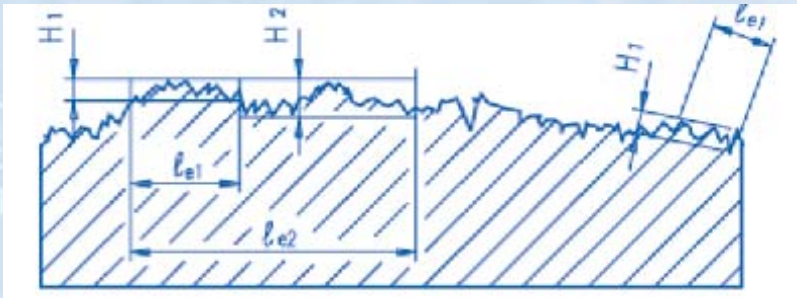
O comprimento de amostragem nos aparelhos eletrônicos, chamado de *cut-off* (le), não deve ser confundido com a distância total (lt) percorrida pelo apalpador sobre a superfície.

É recomendado pela norma ISO que os rugosímetros devam medir 5 comprimentos de amostragem e devem indicar o valor médio.



Comprimentos para avaliação de rugosidade.

A distância percorrida pelo apalpador deverá ser igual a 5l e mais a distância para atingir a velocidade de medição lv e para a parada do apalpador lm. Como o perfil apresenta rugosidade e ondulação, o comprimento de amostragem filtra a ondulação.



Rugosidade e ondulação

A rugosidade H2 é maior, pois le 2 incorpora ondulação. A rugosidade H1 é menor, pois, como o comprimento le 1 é menor, a ondulação é filtrada por ele.

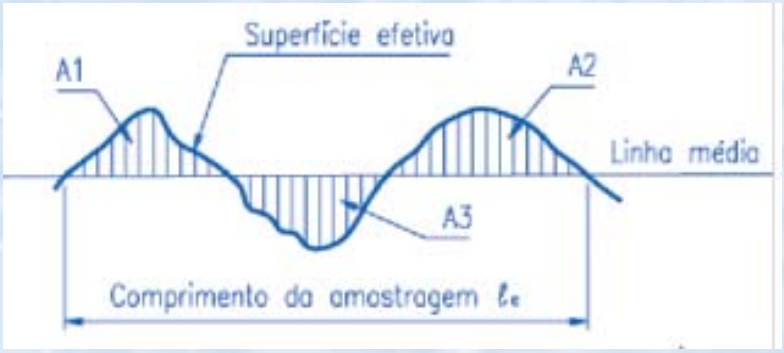
Sistemas de medição da rugosidade superficial

São usados dois sistemas básicos de medida: o da linha média M e o da envolvente E. O sistema da linha média é o mais utilizado. Alguns países adotam ambos os sistemas. No Brasil, pelas Normas ABNT NBR 6405/1988 e NBR 8404/1984, é adotado o sistema M.

Sistema M

No sistema da linha média, ou sistema M, todas as grandezas da medição da rugosidade são definidas a partir do seguinte conceito de linha média:

Linha média é a linha paralela à direção geral do perfil, no comprimento da amostragem, de tal modo que a soma das áreas superiores, compreendidas entre ela e o perfil efetivo, seja igual à soma das áreas inferiores, no comprimento da amostragem (le).



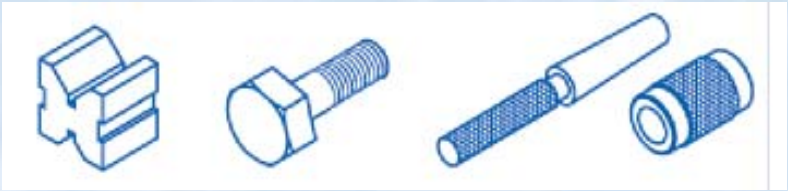
A1 e A2 áreas acima da linha média = A3 área abaixo da linha média.

$$A1 + A2 = A3$$

CONTROLES TRIGONOMÉTRICOS

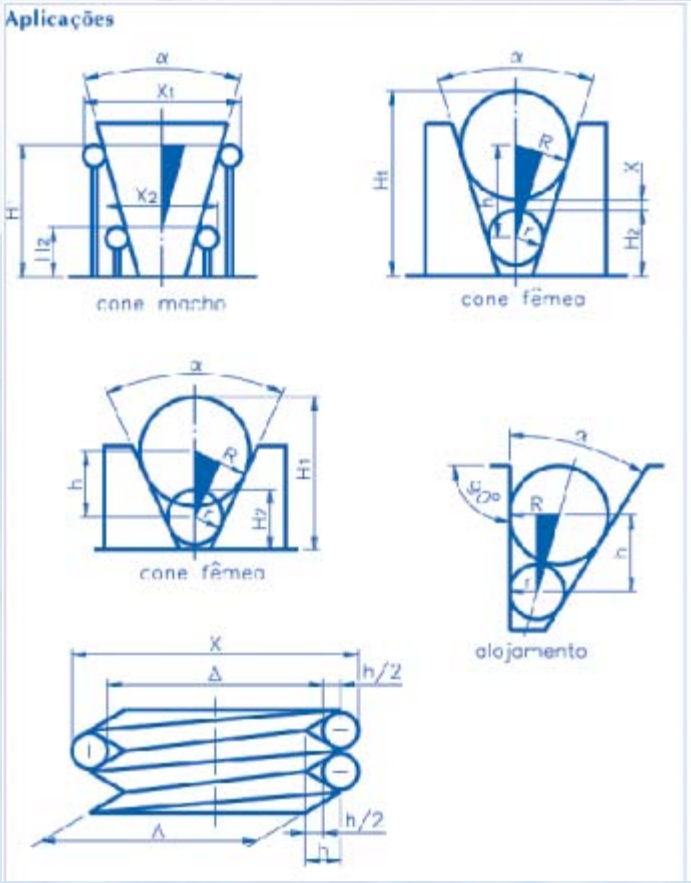
Certos tipos de peças, devido à sua forma, não podem ser medidos diretamente. Essas medições exigem auxílio de peças complementares e controle trigonométrico.

Estamos nos referindo às peças prismáticas ou às chamadas peças de revolução, como, por exemplo, superfícies de prismas, com rasgo em V, calibradores cônicos, parafusos, etc.

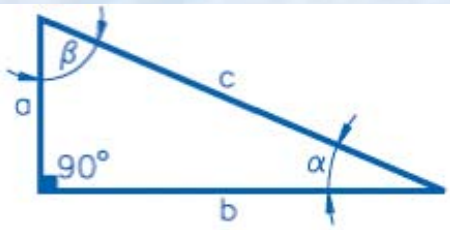


Existe, entretanto, um modo simples e confiável de medir essas peças. Trata-se de um processo muito empregado na verificação da qualidade. Nesse processo de medição é que usamos as peças complementares, como cilindros, esferas, meias esferas. Esses instrumentos devem ser de aço temperado e retificado, duráveis e com suas dimensões conhecidas.

As peças complementares são usadas na medição indireta de ângulos, especialmente quando se trata de medições internas e externas de superfícies cônicas. Desse modo, podemos calcular valores angulares de determinadas peças.



A medição com peças complementares tem como base de cálculo duas relações trigonométricas elementares. Num triângulo retângulo em que *a* é um dos ângulos agudos, teremos:



$$\text{sen}\ \alpha = \frac{\text{cateto oposto a } \alpha}{\text{hipotenusa}} \qquad \text{sen}\ \alpha = \frac{a}{c}$$

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{\text{cateto oposto a } \alpha}{\text{cateto adjacente a } \alpha} \qquad \text{tg}\ \alpha = \frac{a}{b}$$

Considerando o triângulo retângulo dado, podemos usar, também, as seguintes fórmulas:

lados	sendo os ângulos
$c = \sqrt{a^2 + b^2}$	$\alpha + \beta = 90°$
$a = \sqrt{c^2 - b^2}$	$\beta = 90 - \alpha$
$b = \sqrt{c^2 - a^2}$	$\alpha = 90 - \beta$

Medição de encaixe rabo-de-andorinha

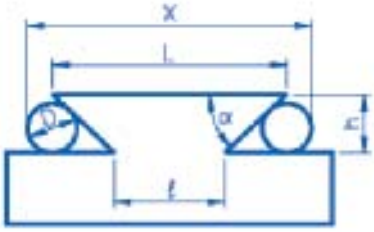
O processo de medição com peças complementares (cilindros calibrados) também é aplicado para medir encaixes rabos-de-andorinha. Para isso são empregadas as seguintes fórmulas:

$$x = \ell + \left(\frac{D}{tg\frac{\alpha}{2}} + D \right)$$

$$h = \left(\frac{(L - \ell)\, tg\, \alpha}{2} \right)$$

$$\ell = L - \left(\frac{2h}{tg\, \alpha} \right)$$

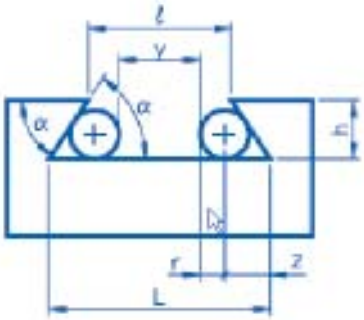
$$tg\, \alpha = \frac{2h}{L - \ell}$$



$$y = L - \left(D + \frac{D}{tg\frac{\alpha}{2}} \right)$$

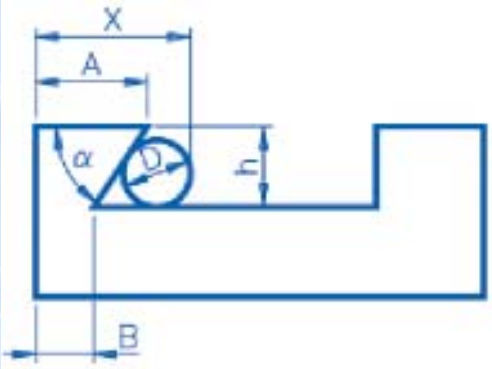
$$D \cong 0{,}9 \cdot h$$

D = cilindros calibrados para medição



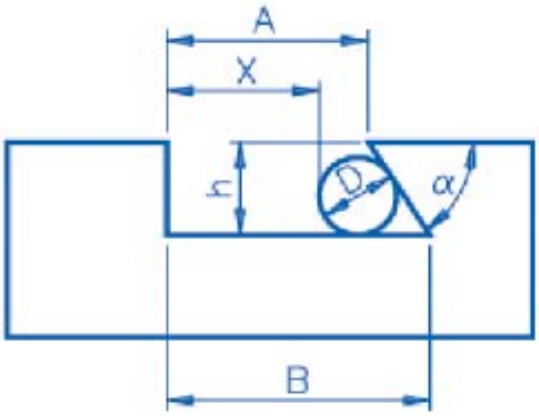
Medição de encaixe rabo-de-andorinha: ranhura externa e interna

Ranhura externa



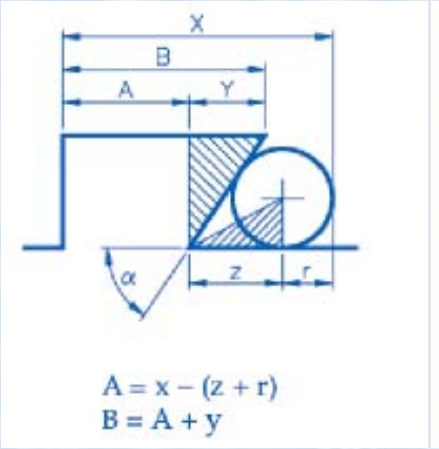
$$x = A + r + \frac{r}{tg\frac{\alpha}{2}} - \frac{h}{tg\, \alpha} \quad \text{ou} \quad x = B + \frac{r}{tg\frac{\alpha}{2}} + r$$

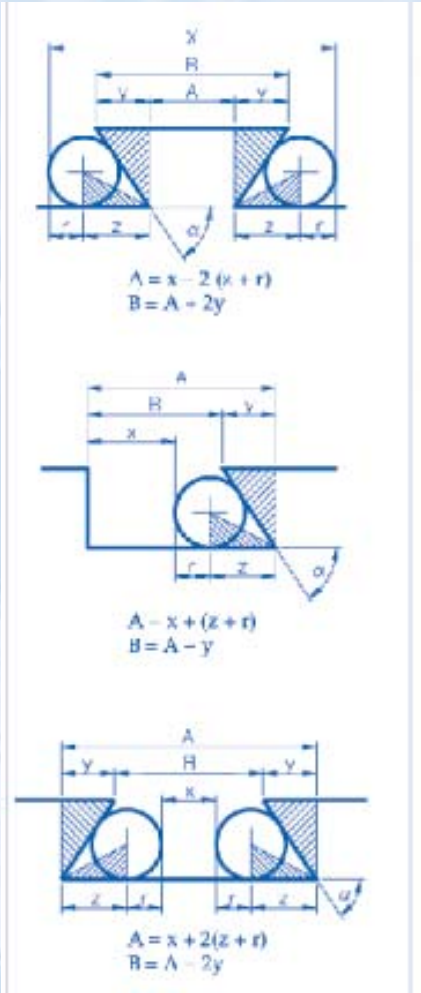
Ranhura interna



$$x = A\frac{h}{\operatorname{tg}\alpha} - \frac{r}{\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}} - r \quad \text{ou} \quad x = B - \frac{r}{\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}} - r$$

Medição de encaixe rabo-de-andorinha com auxílio de eixos-padrão





TERMOS MAIS UTILIZADOS EM METROLOGIA

Acordo de Barreiras Técnicas (TBT) - Acordo multilateral visando eliminar as barreiras técnicas que dificultam o comércio internacional. Foi instituído na Rodada Uruguai e é gerenciado pela OMC.

Acordo de Reconhecimento - Acordo fundamentado na aceitação, por uma das partes, dos resultados apresentados por outra, com base na implementação de um ou mais elementos funcionais determinados de um sistema de avaliação de conformidade.

Atestar e Declarar - Ações que são materializadas através da emissão de um certificado ou de uma marca de conformidade.

Auditoria - Exame sistemático e independente para se verificar se as atividades e seus resultados estão em conformidade com requisitos especificados e objetivos planejados.

Calibração (ou aferição) - Conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição, ou sistema de medição, ou valores representados por uma medida materializada, ou um material de referência e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões (VIM - 6.11).

Certificado de Conformidade - Documento emitido, de acordo com as regras de um sistema de certificação, para declarar a conformidade de um produto, processo ou serviço às normas técnicas ou outros documentos normativos.

Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) - Constituída por representantes dos países membros da Convenção do Metro. Reúne-se de 4 em 4 anos e tem como missão básica assegurar a utilização e aperfeiçoamento do Sistema Internacional de Unidades.

Credenciamento - Modo pelo qual um organismo autorizado dá reconhecimento formal de que uma organização ou pessoa é competente para desenvolver tarefas específicas.

Comprovação Metrológica - Conjunto de operações necessárias para assegurar que um dado equipamento de medição está em condições de conformidade com os requisitos para o uso pretendido. Normalmente inclui, entre outras atividades, calibração, qualquer ajuste ou reparo, as recalibrações subseqüentes, assim como qualquer lacração ou etiquetagem necessária (NBR ISO 10012).

CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial é o órgão político central do SINMETRO, do qual participam oito ministérios, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, o IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor e a CNI - Confederação Nacional da Indústria, sendo presidido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e secretariado pelo INMETRO.

Declaração do Fornecedor - Procedimento pelo qual um fornecedor dá garantia escrita de que um produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados.

Laboratórios Designados - Laboratórios que podem responder pela disseminação dos melhores padrões disponíveis no país. São laboratórios conveniados pelo INMETRO, e estão nessa condição o Observatório Nacional (no campo do tempo e freqüência), o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (no campo das radiações ionizantes).

Marca de Conformidade - Marca registrada, aposta ou emitida, de acordo com as regras de um sistema de certificação, para declarar a conformidade de um produto, processo ou serviço às normas técnicas ou outros documentos normativos.

Metrologia - Ciência da medição que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou tecnologia (VIM - 2.2).

OMC - Organização Mundial do Comércio - Fundação legal e institucional do sistema multilateral de comércio, criada a partir da rodada do Uruguai do GATT. Fórum internacional para solução de controvérsias e plataforma das relações de comércio entre países envolvendo debates coletivos, negociações e arbitragem.

Organismo de Inspeção (OI) - Entidade responsável por avaliar se determinada característica ou conjunto de características de um produto ou serviço atendem aos requisitos técnicos especificados.

Padrão - Medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência (VIM - 6.1).

Qualificação do Fornecedor - Atividade realizada pelo produtor ou comprador do bem ou serviço, para avaliar se seu fornecedor atende aos requisitos especificados.

Rastreabilidade - Propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas (VIM - 6.10).

Repetitividade - Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição (VIM - 3.6).

Reprodutibilidade - Grau de concordância entre os resultados das medições de um mesmo mensurando efetuadas sob condições variadas de medição (VIM - 3.7).

Requisitos Técnicos Especificados - Itens ou critérios definidos em uma norma técnica, regulamento técnico ou outro documento de referência.

SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Criado em 1973, tem como finalidade o desenvolvimento e implementação da política nacional de metrologia, normalização e avaliação da qualidade industrial. Qualquer entidade pública ou privada que exerça atividade relacionada aos assuntos pode integrar-se ao SINMETRO. Possui como órgão normativo o CONMETRO e como órgão executivo o INMETRO.

Sistema Brasileiro de Certificação - SBC - Conjunto de organizações, atividades, regras e procedimentos reconhecido pelo governo brasileiro para garantir a transparência e credibilidade da atividade de certificação e atividades correlatas. O órgão executivo do SBC é o INMETRO.

Sistema de Certificado OIML - Esse sistema possibilita a qualquer fabricante de um instrumento de medição, associado à metrologia legal, solicitar um certificado OIML a um estado membro que faça parte do sistema (no caso do Brasil, o INMETRO). Os ensaios são realizados de acordo com as recomendações da OIML em laboratórios

designados pela autoridade emissora do certificado. Esses laboratórios devem satisfazer aos requisitos da NBR ISO/IEC 17025 e outros documentos apropriados. O certificado deve ser registrado no BIML, que é o responsável pelo envio de cópias aos países membros da OIML e pela publicação no boletim OIML.

Sistema Internacional de Unidades - SI - Sistema coerente de unidades adotado e recomendado pela CGPM (VIM - 1.12). O SI foi ratificado pela 11ª CGPM/1960 e atualizado até a 20ª CGPM/1995.

Valor Verdadeiro Convencional - Valor atribuído a uma grandeza específica e aceito, às vezes por convenção, como tendo uma incerteza apropriada para uma dada finalidade (VIM - 1.20).

Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia - VIM - Adotado no Brasil pela Portaria n° 29, de 10 de março de 1995, do INMETRO, foi baseado na segunda edição (1993) do documento elaborado pelo BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas, pela IEC - Comissão Internacional de Eletrotécnica, pela IFCC - Federação Internacional de Química Clínica, pela ISO - Organização Internacional de Normalização, pela IUPAC - União Internacional de Química Pura e Aplicada e pela IUPAP - União Internacional de Física Pura e Aplicada.

SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas

CBM - Comitê Brasileiro de Metrologia

CIML - Comitê Internacional de Metrologia Legal

CIPM - Comitê Internacional de Pesos e Medidas

CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas

DIMCI - Diretoria de Metrologia Científica

DIMEL - Diretoria de Metrologia Legal

IEC - Comissão Internacional de Eletrotécnica

IFCC - Federação Internacional de Química Clínica

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IPEM - Institutos Estaduais de Pesos e Medidas

ISO - Organização Internacional de Normalização

OIML - Organização Internacional de Metrologia Legal

RBC - Rede Brasileira de Calibração

RNML - Rede Nacional de Metrologia Legal

SIM - Sistema Interamericano de Metrologia

SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

VIM - Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia.

(INMETRO - Diretoria de Assuntos Institucionais - Divisão de Informação Tecnológica - Serviço de Produtos de Informação).

15 – ORGANIZAÇÃO E NORMAS

Nesse capítulo veremos importantes aspectos de base na organização por meio de normas e procedimentos usados nas empresas, bem como o conceito de qualidade, os avanços da sua aplicação e a questão do sistema de garantia da qualidade.

Na prática, a Normalização está presente na fabricação dos produtos, na transferência de tecnologia, na melhoria da qualidade de vida através de normas relativas à saúde, à segurança e à preservação do meio ambiente.

Nesse contexto, conheceremos a estrutura brasileira formada para atender às necessidades da indústria, do comércio, do governo e do consumidor.

Teremos como importantes estudos as normas da série ISO e seus benefícios. Conhecermos os famosos sistemas de organização *Kanban* e *Just in Time*.

O QUE É NORMALIZAÇÃO

Atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto.

Os Objetivos da Normalização são:

Economia - Proporcionar a redução da crescente variedade de produtos e procedimentos.

Comunicação - Proporcionar meios mais eficientes na troca de informação entre o fabricante e o cliente, melhorando a confiabilidade das relações comerciais e de serviços.

Segurança - Proteger a vida humana e a saúde.

Proteção do Consumidor - Prover a sociedade de meios eficazes para aferir a qualidade dos produtos.

Eliminação de Barreiras Técnicas e Comerciais - Evitar a existência de regulamentos conflitantes sobre produtos e serviços em diferentes países, facilitando assim, o intercâmbio comercial.

COMITÊS TÉCNICOS DE NORMALIZAÇÃO

ABNT / CB O Comitê Brasileiro (ABNT/CB) é um órgão da estrutura da ABNT com superintendente eleito pelos sócios da ABNT, nele inscritos, com mandato de 2 anos, permitidas duas reeleições.

ABNT / ONS O Organismo de Normalização Setorial (ABNT/ONS) é um organismo público, privado ou misto, sem fins lucrativos, que, entre outras, tem atividades reconhecidas no campo da Normalização em um dado domínio setorial, credenciado pela ABNT segundo critérios aprovados pelo CONMETRO.

Todo o trabalho dos Comitês Brasileiros e Organismos de Normalização Setorial é orientado para atender ao desenvolvimento da tecnologia e participação efetiva na normalização internacional e regional. Comissão de Estudo Especial Temporária (CEET) é uma Comissão de Estudo vinculada à Gerência do Processo de Normalização da ABNT, com objetivo e prazo determinados, para tratar do assunto não coberto pelo âmbito de atuação dos Comitês Técnicos. A ABNT possui atualmente 53 Comitês e 3 Organismos de Normalização Setorial.

ABNT

Fundada em 1940, a **ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas –** é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro.

É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Fórum Nacional de Normalização – ÚNICO – através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 24.08.1992.

É membro fundador da ISO (International Organization for Standardization), da COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e da AMN (Associação Mercosul de Normalização).

A ABNT é a única e exclusiva representante no Brasil das seguintes entidades internacionais:

ISO – International Organization for Standardization

IEC – International Electrotechnical Comission

e das entidades de normalização regional:

COPANT – Comissão Panamericana de Normas Técnicas

AMN – Associação Mercosul de Normalização

Sinmetro

O Sinmetro é um sistema brasileiro, constituído por entidades públicas e privadas, que exerce atividades relacionadas com metrologia, normalização, qualidade industrial e certificação de conformidade.

O Sinmetro foi instituído pela lei 5.966 de 11 de dezembro de 1973 para criar uma infraestrutura de serviços tecnológicos capaz de avaliar e certificar a qualidade de produtos, processos e serviços por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e de calibração, organismos de treinamento, organismos de ensaios de proficiência e organismos de inspeção, todos acreditados pelo Inmetro.

Apóiam esse sistema os organismos de normalização, os laboratórios de metrologia científica e industrial e os institutos de metrologia legal dos Estados. Essa estrutura está formada para atender às necessidades da indústria, do comércio, do governo e do consumidor.

O Sinmetro está envolvido em muitas atividades relacionadas ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade - PBQP, voltado para a melhoria da qualidade de produtos, processos e serviços na indústria, comércio e administração federal.

Dentre as organizações que compõem o Sinmetro, as seguintes podem ser relacionadas como principais:

- Conmetro e seus Comitês Técnicos
- Inmetro
- Organismos de Certificação Acreditados (Sistemas da Qualidade, Sistemas de Gestão Ambiental, Produtos e Pessoal) – OCC
- Organismos de Inspeção Credenciados – OIC
- Organismos de Treinamento Credenciados – OTC
- Organismo Provedor de Ensaio de Proficiência Credenciado - OPP
- Laboratórios Credenciados – Calibrações e Ensaios – RBC/RBLE
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT
- Institutos Estaduais de Pesos e Medidas – IPEM
- Redes Metrológicas Estaduais

Funções do Sinmetro

Metrologia Científica e Industrial - Na área da metrologia científica e industrial, o Sinmetro é de grande importância para a ciência e a economia do Brasil, tendo em vista que esse Sistema é o responsável pelas grandezas metrológicas básicas. Esse Sistema, sob coordenação do Inmetro,

transfere para a sociedade padrões de medição com confiabilidade igual à de outros países, mesmo os chamados países do primeiro mundo.

Junto com a normalização e a regulamentação técnica, essa área é um dos pilares das atividades do Sinmetro.

Metrologia Legal - Considera-se que essa área se constitui num dos maiores sistemas conhecidos de defesa do consumidor no Brasil.

O Inmetro atua como coordenador da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - RBMLQ, constituído pelos IPEMs dos Estados brasileiros.

Durante os trabalhos de fiscalização, os órgãos da RBMLQ coletam produtos nos estabelecimentos comerciais para avaliar o peso, o volume e verificam se a qualidade dos produtos é adequada para o consumo. Esse é um trabalho de utilidade pública que alcança mais de cinco mil municípios brasileiros.

Normalização e Regulamentação Técnica - Uma das atividades do Sinmetro é a de elaborar normas para dar suporte à regulamentação técnica, facilitar o comércio e fornecer a base para melhorar a qualidade de processos, produtos e serviços.

A área de normalização no Sinmetro está sob a responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tem autoridade para acreditar Organismos de Normalização Setoriais (ONS) para o desempenho dessas tarefas.

A ABNT é uma organização não governamental, mantida com recursos da contribuição dos seus associados e do Governo Federal.

A ABNT representa o Brasil na ISO/IEC e nos foros regionais de normalização, auxiliada por entidades governamentais e privadas.

A ABNT tem participação em vários comitês técnicos, como o ISO TC 176 (qualidade), ISO TC 207 (meio ambiente) e ISO/CASCO, além do ISO/TMB (*Technical Management Board*).

As atividades relacionadas à acreditação e à avaliação de conformidade no Sinmetro são baseadas nas normas e guias ABNT/ISO/IEC.

Acreditação - Na área de avaliação de conformidade, o Sinmetro oferece aos consumidores, fabricantes, governos e exportadores uma infra-estrutura tecnológica calcada em princípios internacionais, considerada de grande confiabilidade. Para que isso seja possível, todos os serviços nessa área são executados por organizações acreditadas pelo Inmetro.

O Inmetro é o único órgão acreditador do Sinmetro, seguindo a tendência internacional atual de apenas um acreditador por país ou economia. O Inmetro é reconhecido internacionalmente como o organismo de acreditação brasileiro.

O Inmetro baseia o seu trabalho de acreditação nas normas e guias da ABNT, Copant, Mercosul e nas suas orientações do IAF, ILAC, IATCA e IAAC, principalmente.

O Inmetro é assessorado pelos Comitês Técnicos do Conmetro na preparação dos documentos que servem de base para o acreditação.

O Inmetro acredita organismos de certificação, organismos de inspeção, organismos de treinamento, laboratórios de calibração e laboratórios de ensaios.

Certificação - São os organismos de certificação acreditados, supervisionados pelo Inmetro, que conduzem a certificação de conformidade no Sinmetro, nas áreas de produtos, sistemas da qualidade, pessoal e meio ambiente.

Esses organismos são entidades públicas, privadas ou mistas, nacionais ou estrangeiras, situadas no Brasil ou no exterior, sem fins lucrativos e que demonstraram competência técnica e organizacional para aquelas tarefas. Operam em bases semelhantes aos organismos estrangeiros, utilizando normas e guias ABNT, Copant, Mercosul, ISO/IEC e as recomendações do IAF, IATCA e IAAC, principalmente.

A certificação de pessoal é apoiada pelos organismos de treinamento acreditados pelo Inmetro.

Ensaios e Calibrações - Os ensaios e calibrações executados no Sinmetro são de responsabilidade dos laboratórios públicos, privados ou mistos, nacionais ou estrangeiros, constituintes da RBC e RBLE. Tais serviços são utilizados, na maioria dos casos, para a certificação de produtos (ensaios) e calibração de padrões de trabalho na indústria, além da calibração dos próprios instrumentos industriais.

Todos os serviços nessa área são executados por laboratórios acreditados pelo Inmetro, no Brasil e no exterior.

A base para o acreditação e operação dos laboratórios constituintes da RBC e RBL são as normas e guias da ABNT, Copant, Mercosul e ISO/IEC e suas interpretações pelo ILAC e IAAC, principalmente.

Laboratórios de agrotóxicos e de análises clínicas podem ser também acreditados pelo Inmetro.

Os organismos de ensaios de proficiência são acreditados pelo Inmetro para dar maior confiabilidade às Redes Laboratoriais.

Há muitas formas de se definir QUALIDADE. Seguem-se algumas delas:

>Qualidade subjetiva: "Não sei ao certo o que é qualidade, mas eu a reconheço quando a vejo".

>Qualidade baseada no produto: "O produto possui algo que lhe acrescenta valor, que os produtos similares não possuem".

>Qualidade baseada na perfeição: "É fazer a coisa certa na primeira vez".

>Qualidade baseada no valor: "O produto possui a maior relação custo-benefício".

>Qualidade baseada na manufatura: "É a conformidade às especificações e aos requisitos, além de não haver nenhum defeito".

>Qualidade baseada no cliente: "É a adequação ao uso"; "É a conformidade às exigências do cliente".

Todas essas definições são corretas. Entretanto, as duas últimas, baseadas no cliente, são as mais interessantes pois levam em consideração a opinião de quem vai utilizar o produto.

Esse tipo de enfoque, baseado no cliente, fez com que as empresas olhassem para o mundo exterior e criassem produtos que as pessoas querem e não produtos que os engenheiros de projeto (ou outros responsáveis pelo desenvolvimento de um produto) achavam que as pessoas queriam.

A Evolução do Conceito de Qualidade

No modo de produção anterior à Revolução Industrial, o artesão se ocupava de todas as tarefas: desde a escolha e aquisição da matéria-prima até a fase de acabamento e entrega do produto. O controle da qualidade era exercido pelo próprio artesão. As características do modelo artesanal eram a baixa produção e o alto padrão de qualidade.

Com o advento da industrialização, surgiu o processo de multidivisão das tarefas na confecção de um produto. O controle da qualidade passou às mãos do mestre industrial, que exercia a supervisão desses grupos. Com o aumento das escalas de produção e do número de trabalhadores, o sistema tornou-se inviável, pois não era possível um só mestre supervisionar todo o processo. A resposta para o problema foi a padronização dos produtos. Com a 2ª. Guerra Mundial, houve uma grande evolução tecnológica, acompanhada por grande complexidade técnica de materiais, processos de fabricação e produtos. Essa situação ameaçava inviabilizar a inspeção total da produção.

Surgiu então a necessidade do controle da qualidade através do controle estatístico, baseado em inspeção por amostragem e gráficos de controle (timidamente começava a despontar o conceito de prevenção de falhas). Entretanto, as ações corretivas desencadeadas ainda eram de eficiência restrita. Essa ineficiência das ações corretivas e a acirrada competição pelo mercado

consumidor acabaram contribuindo significativamente para que se adotasse o enfoque do Controle da Qualidade Total - CQT (em inglês, Total Quality Control - TQC, também conhecido por Total Quality Management - TQM).

O CQT foi modelo para o sistema da garantia da qualidade e apresentou aprimoramentos em relação ao sistema anterior (controle estatístico), tais como:

> Preocupação com a satisfação do cliente.

> Conceito de aperfeiçoamento contínuo (os japoneses diziam que o dia não poderia passar sem que alguma melhoria fosse feita em algum lugar na empresa).

> Envolvimento e participação de todos os colaboradores (desde a alta gerência até o escalão mais baixo da empresa).

> Valorização do respeito ao indivíduo.

O CQT é mais do que uma simples utilização de metodologias, técnicas, sistemas ou ferramentas. O CQT é uma filosofia organizacional, expressa através de ações da gerência, de cima para baixo, que focalizam o processo de organização como um todo e que buscam a vantagem competitiva a longo prazo, tendo como armas estratégicas: a qualidade, o respeito, a participação e a confiança de todos os colaboradores.

A filosofia do CQT teve um grande impacto nas práticas de engenharia e gerência, o que serviu como base para a evolução aos atuais sistemas da qualidade.

Os sistemas da qualidade proporcionam os instrumentos necessários para assegurar que os requisitos e atividades especificados sejam acompanhados e verificados de uma maneira planejada, sistemática e documentada. Desse modo, estabelecer um sistema da qualidade não significa aumentar ou reduzir a qualidade dos serviços ou produtos, mas, sim, aumentar ou reduzir a certeza de que os requisitos e atividades especificados sejam cumpridos.

O ponto central nessa evolução do conceito de qualidade foi a mudança do enfoque tradicional (baseado no controle da qualidade e na garantia de qualidade) para o controle de gestão e melhoria de processos, que garante a produção da qualidade especificada logo na primeira vez.

No contexto atual, a qualidade não se refere mais à qualidade de um produto ou serviço em particular, mas à qualidade do processo como um todo, abrangendo tudo o que ocorre na empresa.

A Necessidade de Padronização

Chegou-se ao ponto em que se torna necessário, nos dias atuais, que as empresas adotem um sistema de gestão da qualidade, pois a empresa que atua sob um sistema desse tipo fornece aos seus clientes uma evidência tangível da sua preocupação com a qualidade, principalmente no que diz respeito a manter a qualidade alcançada.

Entretanto, com as atuais tendências de globalização da economia (queda de barreiras alfandegárias: MCE, Mercosul, NAFTA), torna-se necessário que clientes e fornecedores, em âmbito mundial, usem o mesmo vocabulário no que diz respeito aos sistemas da qualidade. Caso contrário, ocorreriam problemas tais como: uma empresa fornecedora do México possui um sistema de gestão da qualidade próprio que, além disso, utiliza um vocabulário diferente do utilizado pela possível empresa compradora inglesa, que tem conhecimento somente das normas de gestão da qualidade britânicas BS 5750. Portanto, o cliente inglês tem de se inteirar do sistema de gestão da qualidade do fornecedor em questão, o que significa uma perda de tempo e dinheiro.

Para evitar conflitos dessa natureza, foram emitidas, pela ISO, normas internacionais sobre sistemas de gestão da qualidade. Mas, antes de se examinar essas normas, vamos a um breve histórico sobre a ISO.

A ISO

A ISO, cuja sigla significa *International Organization for Standardization*, é uma entidade não governamental criada em 1947 com sede em Genebra - Suíça. O seu objetivo é promover, no mundo, o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas com a intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços e para desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividade econômica.

Os membros da ISO (cerca de 90) são os representantes das entidades máximas de normalização nos respectivos países como, por exemplo, ANSI (*American National Standards Institute*), BSI (*British Standards Institute*), DIN (*Deutsches Institut für Normung*) e o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia).

O trabalho técnico da ISO é conduzido por comitês técnicos (TCs). O estudo sobre a emissão das normas da série ISO 9000, por exemplo, foi feito pelo TC 176 durante o período 1983-1986 (no Brasil, o comitê técnico responsável pelas normas da série NBR-ISO 9000 é o CB 25, da Associação Brasileira de Normas técnicas - ABNT).

As normas ISO não são de caráter imutável. Elas devem ser revistas e revisadas ao menos uma vez a cada cinco anos. No caso específico das normas da série 9000, inicialmente publicadas em 1987, a última revisão ocorreu em 1994.

A ISO Série 9000

A ISO série 9000 compreende um conjunto de cinco normas (ISO 9000 a ISO 9004). Entretanto, essas normas, oficializadas em 1987, não podem ser consideradas normas revolucionárias, pois elas foram baseadas em normas já existentes, principalmente nas normas britânicas BS 5750.

Além dessas cinco normas, deve-se citar a existência da ISO 8402 (Conceitos e Terminologia da Qualidade), da ISO 10011 (Diretrizes para a Auditoria de Sistemas da Qualidade) e de uma série de guias ISO pertinentes à certificação e registro de sistemas da qualidade.

As normas ISO 9000 podem ser utilizadas por qualquer tipo de empresa, seja ela grande ou pequena, de caráter industrial, prestadora de serviços ou mesmo uma entidade governamental.

Deve ser enfatizado, entretanto, que as normas ISO série 9000 são normas que dizem respeito apenas ao sistema de gestão da qualidade de uma empresa, e não às especificações dos produtos fabricados por essa empresa. Ou seja, o fato de um produto ser fabricado por um processo certificado segundo as normas ISO 9000 não significa que terá maior ou menor qualidade que um outro similar. Significa apenas que todos os produtos fabricados segundo esse processo apresentarão as mesmas características e o mesmo padrão de qualidade.

As normas ISO 9000 não conferem qualidade extra a um produto (ou serviço), garantem apenas que o produto (ou serviço) apresentará sempre as mesmas características.

As normas individuais da série ISO 9000 podem ser divididas em dois tipos:

> **Diretrizes** para seleção e uso das normas (ISO 9000) e para a implementação de um sistema de gestão de qualidade (ISO 9004). Essa última usa frases do tipo: "O sistema de qualidade deve...".

> **Normas contratuais** (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003). Chamadas assim por se tratarem de modelos para contratos entre fornecedor (que é a empresa em questão) e cliente. Utilizam frases do tipo: "O fornecedor deve...".

É importante salientar que as empresas só podem ser certificadas em relação às normas contratuais, ou seja, ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003. Segue uma breve descrição de cada uma das normas contratuais:

> **ISO 9001**: essa norma é um modelo de garantia da qualidade que engloba as áreas de projeto/desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica.

> **ISO 9002**: essa norma é um modelo de garantia da qualidade que engloba a produção e a instalação.

> **ISO 9003**: essa norma é um modelo de garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais.

Pode-se dizer que a ISO série 9000 é um modelo de três camadas em que a ISO 9001 engloba a ISO 9002 que, por sua vez, engloba a ISO 9003.

A decisão sobre qual das normas contratuais da série ISO 9000 utilizar depende da finalidade das atividades da indústria em questão. A ISO 9002 é a mais apropriada para a maioria das fábricas baseadas em processos de manufatura bem estabelecidos. A ISO 9001 por sua vez é mais apropriada para processos que envolvem atividades de pesquisa e desenvolvimento. A ISO 9003

engloba somente a inspeção e ensaios finais e, por isso, tem um valor limitado. Na prática essa norma não é mais utilizada.

Os Elementos da ISO Série 9000

A série de normas ISO 9000 baseia-se em 20 elementos ou critérios que englobam vários aspectos da gestão de qualidade. Apenas a ISO 9001 exige que todos os 20 elementos estejam presentes no sistema da qualidade. A ISO 9002 faz uso de 18 desses elementos (não fazem parte dessa norma o controle de projeto e a assistência técnica), enquanto que a ISO 9003 engloba somente 12 desses elementos. Segue uma breve descrição dos 20 elementos das normas ISO 9000:

> **Responsabilidade da administração**: requer que a política de qualidade seja definida, documentada, comunicada, implementada e mantida. Além disso, requer que se designe um representante da administração para coordenar e controlar o sistema da qualidade.

> **Sistema da qualidade**: deve ser documentado na forma de um manual e implementado.

> **Análise crítica de contratos**: os requisitos contratuais devem estar completos e bem definidos. A empresa deve assegurar ter todos os recursos necessários para atender às exigências contratuais.

> **Controle de projeto**: todas as atividades referentes a projetos (planejamento, métodos para revisão, mudanças, verificações, etc.) devem ser documentadas.

> **Controle de documentos**: requer procedimentos para controlar a geração, distribuição, mudança e revisão em todos os documentos.

> **Aquisição**: deve-se garantir que as matérias-primas atendam às exigências especificadas. Deve haver procedimentos para a avaliação de fornecedores.

> **Produtos fornecidos pelo cliente**: deve-se assegurar que esses produtos sejam adequados ao uso.

> **Identificação e rastreabilidade do produto**: requer a identificação do produto por item, série ou lote durante todos os estágios da produção, entrega e instalação.

> **Controle de processos**: requer que todas as fases de processamento de um produto sejam controladas (por procedimentos, normas, etc.) e documentados.

> **Inspeção e ensaios**: requer que as matérias-prima sejam inspecionadas (por procedimentos documentados) antes de sua utilização.

> **Equipamentos de inspeção, medição e ensaios**: requer procedimentos para a calibração/aferição, o controle e a manutenção desses equipamentos.

> **Situação da inspeção e ensaios**: deve haver, no produto, algum indicador que demonstre por quais inspeções e ensaios ele passou e se foi aprovado ou não.

> **Controle de produto não-conforme**: requer procedimentos para assegurar que o produto não-conforme aos requisitos especificados é impedido de ser utilizado inadvertidamente.

> **Ação corretiva**: exige a investigação e análise das causas de produtos não-conformes e adoção de medidas para prevenir a reincidência dessas não-conformidades.

> **Manuseio, armazenamento, embalagem e expedição**: requer a existência de procedimentos para o manuseio, o armazenamento, a embalagem e a expedição dos produtos.

> **Registros da qualidade**: devem ser mantidos registros da qualidade ao longo de todo o processo de produção. Esses devem ser devidamente arquivados e protegidos contra danos e extravios.

> **Auditorias internas da qualidade**: deve-se implantar um sistema de avaliação do programa da qualidade.

> **Treinamento**: devem ser estabelecidos programas de treinamento para manter, atualizar e ampliar os conhecimentos e as habilidades dos colaboradores.

> **Assistência técnica**: requer procedimentos para garantir a assistência a clientes.

> **Técnicas estatísticas**: devem ser utilizadas técnicas estatísticas adequadas para verificar a aceitabilidade da capacidade do processo e as características do produto.

Analisando esses critérios, nota-se que o ponto central de um sistema de gestão da qualidade baseada nas normas ISO 9000 é a apropriada documentação desse sistema. De fato, as normas podem ser resumidas em:

Diga o que você faz, faça o que você diz e... documente tudo!

O Sistema de Documentação

O sistema de documentação exigido pode ser hierarquizado em quatro níveis:

> O nível I, de abordagem geral, consiste basicamente no manual da qualidade da empresa. Esse expõe e define, entre outros, a política de gestão da qualidade, o sistema da qualidade, a estrutura organizacional e as responsabilidades.

> O nível II é constituído pelos manuais de procedimentos. Esses listam todos os procedimentos usados na empresa e também definem responsabilidades (quem deve fazer o que e quando). Esses manuais abrangem todos os elementos do sistema de qualidade utilizados pela empresa (análise de contratos, aquisição, controle de processos, inspeção e ensaios, etc.).

> Os documentos de nível III abrangem as instruções operacionais básicas que identificam como se deve proceder para o eficaz funcionamento do sistema. Essas instruções envolvem métodos de inspeção, cronogramas de trabalho, especificações, desenhos, instruções de trabalho, etc.

> O nível IV consiste nos registros da qualidade, entre os quais podemos citar os resultados de inspeções, os registros de aferição, as ordens de compra, a lista de fornecedores, etc. Esses registros são as evidências de que as instruções (nível III) foram seguidas.

A documentação de um sistema de qualidade pode também ser dividida em dois tipos:

> Os documentos da qualidade, que descrevem o processo, ou seja, como os procedimentos devem ser executados.

> Os registros da qualidade, que registram os resultados do processo, evidenciando que a empresa seguiu as ações descritas nos documentos da qualidade.

Os documentos da qualidade documentam o processo, enquanto os registros da qualidade fornecem evidências de que as instruções contidas nos documentos da qualidade foram executadas.

A Implantação e Certificação

Várias são as vantagens de se implementar um sistema da gestão de qualidade baseado nas normas ISO 9000. Entre elas podemos destacar:

> Aumento da credibilidade da empresa frente ao mercado consumidor.

> Aumentar a competitividade/excelência do produto ou serviço no mercado.

> Evitar e prevenir a ocorrência de deficiências.

> Evitar riscos comerciais, tais como: reivindicações de garantia e responsabilidades pelo produto.

Analisando-se essas vantagens, pode-se imaginar que o desejo de implantação de um sistema da qualidade parte da direção da empresa que, dessa maneira, pretende aprimorar o seu processo produtivo. Mas isso nem sempre é o caso. A grosso modo, podemos identificar quatro razões que levam uma empresa a implantar um sistema de gestão da qualidade baseado nas normas ISO série 9000:

> Conscientização da alta administração ("por livre e espontânea vontade"): a mais eficaz entre todas.

> Razões contratuais ("por livre e espontânea pressão"): no fornecimento de produtos/serviços para outros países, para órgãos/empresas governamentais e também para um número cada vez maior de empresas de iniciativa privada; evidentemente menos eficaz que a anterior. O tempo para a maturação é maior, mas normalmente se alcança a conscientização.

> Competitividade/Excelência ("ou nos enquadramos ou quebramos"): embora não tão eficaz quanto à primeira, consegue-se de um modo geral chegar à conscientização da alta administração.

> Modismo ("temos que dançar o que está tocando"): a menos eficaz de todas, normalmente não se chega a alcançar o objetivo maior, que é a conscientização da alta administração e aí, então, o processo é abandonado no meio do caminho.

Uma vez expressado o desejo de se adotar um sistema da qualidade baseado nas normas ISO 9000, a empresa seguirá uma série de etapas, dentre as quais temos:

> Definição da política da qualidade e seleção do modelo de norma mais adequado às propostas da empresa (ISO 9001, ISO 9002 ou ISO 9003).

> Análise do sistema da qualidade da empresa (se existir algum) e determinação de quais as mudanças que devem ser feitas para adaptá-lo às exigências das normas ISO 9000.

> Treinamento e conscientização dos colaboradores diretamente envolvidos com a implementação (ou modificação) do sistema da qualidade, bem como dos demais colaboradores da empresa.

> Desenvolvimento e implementação de todos os procedimentos necessários ao sistema da qualidade (esse é geralmente o ponto mais demorado durante o processo de implementação). É importante que, durante o processo de desenvolvimento de procedimentos, esses sejam feitos em conjunto com as pessoas que deverão segui-los.

> Seleção de um órgão certificador (também conhecido como órgão registrador). Trata-se de uma organização independente da empresa, que irá avaliar se o sistema da qualidade da empresa está de acordo com as normas ISO 9000. Como exemplo de órgãos certificadores, podemos citar o Bureau Veritas Quality International (BVQI) e a Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV).

> Pré-auditoria para avaliar se o sistema da qualidade implantado está de acordo com os padrões especificados pelas normas.

> Eliminação das eventuais não-conformidades (às normas) detectadas durante o processo de pré-auditoria.

> Auditoria final e certificação.

A maior parte das não-conformidades detectadas durante as auditorias do sistema da qualidade diz respeito à inapropriada documentação do sistema. Por outro lado, deve-se tomar o cuidado de não exagerar na quantidade de documentação, correndo o risco de tornar o sistema da qualidade excessivamente burocratizado.

A empresa, uma vez certificada, deve zelar pela manutenção desse, pois perder um certificado pode ser muito mais danoso para uma empresa do que não ter.

O processo de implementação pode durar de alguns meses a dois anos, dependendo do tamanho da empresa e, principalmente, da existência de um sistema da qualidade e do seu grau de desenvolvimento.

Alguns dos órgãos certificadores possuem programas de consultoria para auxiliar as empresas durante o processo de implementação. Caso a empresa opte por um desses programas, ela deverá, entretanto, escolher um outro órgão certificador para avaliar e certificar o seu sistema da qualidade, pois seria antiético um órgão certificador avaliar e certificar um sistema da qualidade que ele mesmo ajudou a implementar.

As Auditorias

Os sistemas de gestão da qualidade propostos (baseados nas normas da ISO série 9000) são avaliados por auditorias. As características dessas auditorias são:

> Autorizadas pela administração superior;

> Avaliações de práticas reais, evidentes, comparadas com requisitos estabelecidos;

> Têm métodos e objetivos específicos;

> São programadas com antecedência;

> São realizadas com prévio conhecimento e na presença das pessoas cujo trabalho será auditado;

> Realizadas por pessoal experiente, treinado e independente da área auditada;

> Resultados e recomendações são examinados e, em seguida, acompanhados para verificar o cumprimento das ações corretivas;

> Não têm ação punitiva, mas corretiva e de aprimoramento.

As auditorias podem ser classificadas quanto ao tipo, à finalidade e à empresa auditada.

Quanto ao tipo temos:

> Auditoria de adequação: é uma auditoria para avaliar a documentação do sistema implantado, comparando-o com os padrões especificados pelas normas ISO.

> Auditoria de conformidade: nesse tipo de auditoria o auditor deve procurar a evidência de que o auditado está trabalhando de acordo com as instruções documentadas.

Quanto à finalidade temos:

> Auditoria do sistema: dá ênfase aos aspectos de documentação e organização do sistema da qualidade.

> Auditoria de processo: avalia a execução (projeto, fabricação, construção, montagem, etc.) de um processo ou serviço.

> Auditoria do produto: dá ênfase à reinspeção do produto pronto e à análise de registros dos resultados dos ensaios, testes e inspeção.

E, quanto às empresas auditadas, temos:

> Auditoria interna: é a auditoria realizada sob a responsabilidade da própria empresa (organização), na qual os auditores devem ser totalmente independentes do setor/serviço a ser auditado. A vantagem desse tipo de auditoria é que os auditores e os auditados sentem-se mais à vontade para discutir internamente os resultados.

> Auditoria externa: é a auditoria realizada sob a responsabilidade de uma empresa independente da que está sendo auditada. A vantagem é o caráter de independência associado à experiência trazida pelos auditores de outras organizações. É uma auditoria externa que avalia se uma empresa (ou processo) está apta a receber o certificado da série ISO 9000.

A empresa certificada é periodicamente avaliada por auditorias de acompanhamento (realizadas de 6 em 6 meses). Essas auditorias são feitas para verificar se a empresa continua atendendo aos requisitos estabelecidos e verificados em auditorias anteriores. No caso de a empresa não atender aos requisitos estabelecidos anteriormente, duas atitudes podem ser tomadas pelo órgão certificador:

> Se forem encontradas não-conformidades razoáveis, é determinado um prazo para uma nova auditoria.

> Se forem encontradas não-conformidades graves, a empresa pode perder o certificado.

Os Benefícios da ISO 9000

Alguns dos benefícios trazidos para uma empresa certificada com relação às normas da série ISO 9000 são:

> Abertura de novos mercados.

> Maior conformidade e atendimento às exigências dos clientes.

> Menores custos de avaliação e controle.

> Melhor uso de recursos existentes.

> Aumento da lucratividade.

> Maior integração entre os setores da empresa.

> Melhores condições para acompanhar e controlar os processos.

> Diminuição dos custos de remanufatura.

Sumário

As normas ISO 9000 surgiram para criar uma linguagem comum no que diz respeito aos sistemas de gestão da qualidade. A série ISO 9000 é um conjunto de cinco normas que podem ser divididas em diretrizes (ISO 9000 e ISO 9004) e normas contratuais (ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003), sendo que uma empresa só pode ser certificada em relação às normas contratuais.

Essas normas, entretanto, garantem apenas que os produtos fabricados por um processo certificado tenham sempre a mesma qualidade. O fato de o processo ser certificado segundo as normas ISO 9000 não acrescenta qualidade aos produtos.

O ponto chave dessas normas é a documentação do sistema da qualidade que pode ser dividida nos documentos da qualidade (que descrevem o processo) e nos registros da qualidade (que registram os resultados do processo). É também nessa documentação que são detectadas a maior parte das não-conformidades às normas.

Garantia da qualidade

Função da empresa que tem como finalidade assegurar que todas as atividades da qualidade estão sendo conduzidas da forma requerida (planejada). É um estágio avançado de uma organização que praticou de maneira correta o controle da qualidade em cada projeto e em cada processo. É conseguida através do gerenciamento correto via PDCA" (Campos, V.F.). "Atividade de prover às partes interessadas a evidência necessária para estabelecer a confiança de que a função qualidade está sendo conduzida adequadamente" (Juran, J.M.).

A Garantia da Qualidade pode apresentar duas abordagens:

a) abordagem defensiva;

b) abordagem ofensiva.

Controle da qualidade

Conjunto de métodos e atividades operacionais adotadas com três objetivos principais: planejar a qualidade, manter a qualidade e melhorar a qualidade (Trilogia de Juran). Praticar o controle da qualidade é gerenciar os processos de forma a mantê-los sob controle, atuando na eliminação e bloqueio da causa fundamental dos problemas.

Controle da qualidade defensivo

A empresa (organização) procura tão somente fazer com que seus produtos ou serviços atendam às especificações. Isso significa apenas obedecer a normas, sem considerar as necessidades dos clientes. É a atitude *product-out*, conforme Ishikawa.

Controle da qualidade ofensivo

Busca conhecer e antecipar as necessidades do cliente, incorporando-as às especificações. É a atitude *market-in*, conforme Ishikawa.

Manual da qualidade

De conformidade com o disposto na Seção 4.2.2 - Manual da Qualidade, da NBR ISO 9001: 2000, "a organização deve estabelecer e manter um manual da qualidade que inclua: o escopo do sistema de gestão da qualidade, incluindo detalhes e justificativas para quaisquer exclusões; os procedimentos documentados estabelecidos para o sistema de gestão da qualidade, ou referência a eles; e a descrição da interação entre os processos do sistema de gestão da qualidade.

A seguir, apresentamos os tópicos requeridos para elaboração desse documento, segundo o disposto na Seção 4.4 - Manual da Qualidade, da ABNT ISO/TR 10013: 2002:

> Conteúdo - O manual da qualidade é único para cada organização. Esse Relatório Técnico permite flexibilidade na definição de sua estrutura, formato, conteúdo ou método de apresentação, para a documentação do sistema de gestão da qualidade para todos os tipos de organizações". Nota: consultar a seção 4.4.1 dessa norma.
>
> Título e Escopo - Convém que o título ou escopo do manual da qualidade defina a organização à qual o manual se aplica. Convém que o manual contenha referências às normas específicas do sistema de gestão da qualidade nas quais o sistema de gestão da qualidade está baseado.
>
> Sumário - Convém que o sumário do manual da qualidade liste os números e títulos de cada seção e sua localização.
>
> Análise Crítica, Aprovação e Revisão - Convém que estejam claramente indicadas no manual as evidências de análise crítica, aprovação, status e data da revisão do manual. Onde aplicável, convém que a natureza das alterações seja identificada no documento ou em anexos apropriados.
>
> Política e Objetivos da Qualidade - Quando a organização optar por incluir a política da qualidade no manual da qualidade, uma declaração descritiva da política da qualidade e dos objetivos para a qualidade pode ser incluída. As metas da qualidade vigentes para alcançar tais objetivos podem ser especificadas em outra parte da documentação do sistema de gestão da qualidade, como determinado pela organização. Convém que a política da qualidade inclua um compromisso em cumprir os requisitos e melhorar continuamente a eficácia do sistema de gestão da qualidade. Os objetivos geral-

mente advêm da política da qualidade da organização e devem ser alcançados. Quando os objetivos são quantificados, eles se tornam metas e são mensuráveis.

Organização, Responsabilidade e Autoridade - "Convém que o manual da qualidade forneça uma descrição da estrutura da organização. Responsabilidades, autoridades e inter-relações podem ser indicadas em meios tais como organogramas, fluxogramas ou descrições de tarefas. Esses podem ser incluídos no manual da qualidade".

Referências - Convém que o manual da qualidade contenha uma lista de documentos referenciados, mas não incluídos no manual.

Descrição do Sistema de Gestão da Qualidade - Convém que o manual da qualidade forneça uma descrição do sistema de gestão da qualidade e sua implementação na organização. Convém que sejam incluídas no manual da qualidade as descrições dos processos e suas interações, além de procedimentos documentados ou referências a esses. Convém que a organização documente seu sistema de gestão da qualidade específico, seguindo a seqüência do fluxo de processos ou a estrutura da norma selecionada ou em qualquer seqüência apropriada à organização. As referências cruzadas entre a norma selecionada e o manual da qualidade podem ser úteis. Convém que o manual da qualidade reflita os métodos utilizados pela organização para satisfazer sua política e objetivos".

O SISTEMA KANBAN

* Por Paulo Décio Ribeiro - Consultor do Instituto MVC - Estratégia e Humanismo

Quando falamos em qualidade e produtividade precisamos lembrar aquele que nos últimos 20 anos vem-se desenvolvendo utilizando esse caminho como diretriz: o Japão.

Sem levar o assunto para o extremo de considerar o modelo japonês como cópia fiel de tudo que se fez de bom nas últimas décadas, é inegável que eles conseguiram se impor em vários segmentos que antes eram dominados por empresas tradicionais do Ocidente.

Um dos programas que representou forte influência nas melhorias obtidas foi o KANBAN. Kanban, cujo significado é SÍMBOLO, PAINEL ou CARTÃO, é um sistema de controle da produção desenvolvido pela Toyota Motor Company por seu ex-presidente Mr. Taiichi Ohno, nos últimos 25 anos.

Dois pontos enfatizam a implantação do programa naquele país:

- A inexistência de recursos naturais, gerando uma atitude voltada ao combate ao desperdício;
- O elevado grau de conscientização do operário japonês com relação à importância da empresa onde trabalha e a retribuição, por parte dessa, repartindo lucros obtidos com seus colaboradores.

O sistema KANBAN desenvolvido na Toyota começou a ser amplamente difundido no Japão a partir dos anos 70, após a segunda crise do petróleo. Foi quando as empresas japonesas verificaram que as fábricas da Toyota haviam superado as dificuldades sem sofrer grandes traumas.

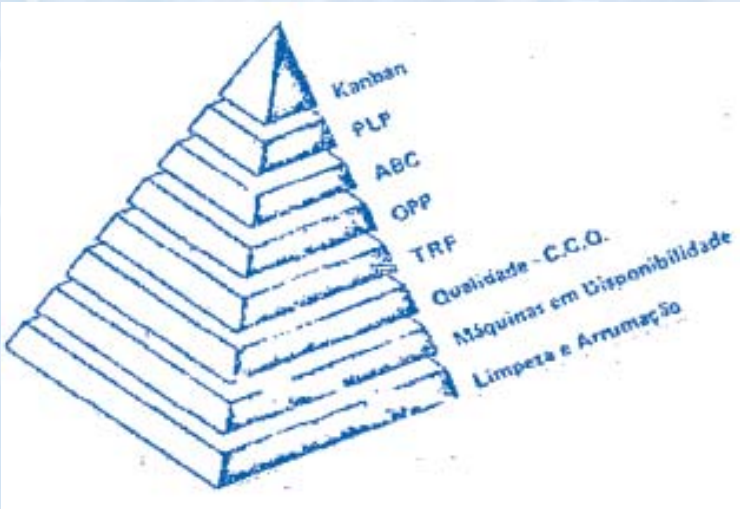
Uma empresa que desenvolveu programa semelhante foi a Mitsubishi Eletric Company, que na época vinha sofrendo forte crise de entendimento. Após verificar que o tratamento tradicional para reduzir os estoques não era mais suficiente para compensar as violentas dificuldades, Shindo, presidente da empresa, fez as seguintes perguntas aos seus subordinados:

- São os armazéns de materiais realmente necessários para a produção?
- Seria possível sincronizar os setores de fabricação e montagem, de modo a eliminar os armazéns de peças fabricadas?

Foi em busca da resposta a essas perguntas que os executivos da Mitsubishi, baseando–se no modelo desenvolvido na Toyota, criaram o Programa do Mínimo Inventário em Processo.

Antes de entrar em considerações sobre esse programa, é interessante ressaltar que mais do que ser um programa de redução de estoques, ele visa principalmente à melhoria da qualidade e ao aumento da produtividade. Cada etapa se inter-relaciona com as demais e, juntas, constituem a base para o funcionamento da última fase – o modelo KANBAN.

MÍNIMO INVENTÁRIO EM PROCESSO



Para melhor entender como o sistema funciona, vamos fazer uma analogia com a vida congestionada de uma grande cidade.

Imaginemos o fluxo de veículos que se dirige na parte da manhã para o centro da cidade. Suponhamos que existisse um sistema de transporte contínuo por vias expressas, entre os bairros

e o centro, de tal modo que o retorno aos pontos de origem fosse também por vias expressas. Não havendo obstrução das avenidas, nos dois sentidos, haveria um fluxo contínuo de pessoas dos bairros ao centro e o retorno vazio dos veículos ao ponto de partida, completando-se o ciclo.

Mas para que o sistema seja eficiente é necessário que haja uma conjugação de vários fatores, a saber:

LIMPEZA E ARRUMAÇÃO – Remoção de todo e qualquer objeto que possa obstruir o fluxo racional dos veículos. Assim devem ser eliminados os veículos estacionados, os veículos velhos ou abandonados e também aqueles com problemas de enguiço ou falha. As vias devem estar permanentemente livres e desimpedidas.

MÁQUINAS EM DISPONIBILIDADE – É a utilização de um programa de manutenção eficiente, evitando que os veículos em operação não sofram panes durante o horário de operação. Além disso, as vias de circulação deverão estar permanentemente conservadas.

QUALIDADE – Está relacionado com o desempenho dos motoristas, que deverão ser permanentemente treinados para evitar acidentes e erros que retardem de alguma forma o percurso.

TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF) – Deve permitir a troca de peças, viaturas ou qualquer outro item, quando houver necessidade. Além disso, se furar o pneu, esse programa deverá permitir a troca rápida, talvez não tão rápida como na FÓRMULA 1, mas com certeza em menos de 10 minutos.

OPERADOR POLIVALENTE (OPP) – Deve treinar motoristas que sirvam de "regra 3" ou coringa, na ausência dos titulares. Além disso, deve possibilitar que o percurso realizado por cada viatura seja racional, eliminando cruzamentos, retornos ou voltas desnecessárias.

AUTOMATIZAÇÃO DE BAIXO CUSTO (ABC) – Deve permitir que o fluxo de veículos seja acelerado com pequeno investimento. Assim, a automatização dos sinais pode ser um dos pontos a ser implantado, eliminando congestionamentos entre dois cruzamentos sucessivos.

PRODUTIVIDADE EM LOTES PEQUENOS (PLP) – Desenvolvidas as fases anteriores e estando o fluxo bem balanceado, essa etapa nos permite modificar o sistema de circulação. Suponhamos que para o transporte estejamos usando veículos com capacidade de transportar 100 passageiros que chegam ao destino a cada 10 minutos. Vamos substituir por veículos com capacidade para 5 passageiros chegando a cada ½ minuto. Cada veículo antigo é substituído por 20 veículos novos, transportando um lote menor de passageiros, que chegam em intervalos mais freqüentes.

Finalmente chegamos ao KANBAN. Esse módulo consiste no aumento da velocidade dos veículos, à medida que o sistema ganha em sincronização, fruto das etapas anteriores. Assim sendo, ao invés de ter veículos circulando a 40 Km/hora, por exemplo, podemos ter sua velocidade aumentada para 80 Km/hora e seu número reduzido à metade. À medida que aumentamos a

confiabilidade no sistema, fruto do avanço no desenvolvimento das etapas anteriores, podemos ir gradativamente aumentando a velocidade e retirando proporcionalmente veículos de circulação.

Voltando à realidade, podemos dizer que o KANBAN nos setores industriais é muito semelhante ao sistema acima descrito. As peças são os passageiros. Os veículos são os recipientes padronizados. O fluxo de veículos entre os bairros e o centro da cidade representa o ciclo de produção entre fabricação e montagem. O tempo de transporte é o tempo de processo (*lead time*). Só não existe o cartão KANBAN, que é o elemento que autoriza a produção de um novo lote de peças na linha em quantidade correta quando, após o consumo das peças na linha de montagem, o recipiente padronizado vazio, juntamente com seu cartão correspondente, são remetidos para o início do processo de fabricação. Se por algum motivo se interrompe o consumo na linha de montagem, os recipientes padronizados, juntamente com seu cartão correspondente, não são remetidos para a origem e o sistema automaticamente se interrompe. O máximo de estoque de material em processo é limitado pelo número de cartões do item, multiplicado pela quantidade representada por cada cartão.

De modo similar, as etapas anteriores devem prover as condições para a implantação correta do KANBAN, mediante o uso de cartões. Elas têm como objetivos básicos eliminar excessos, reduzir tempos ociosos, diminuir o tempo de processo, reduzir os estoques de material em processo, aprimorar a qualidade e, principalmente, desenvolver a produtividade de forma continuada e consistente.

Aí surge a pergunta: é esse o momento oportuno para a implantação do KANBAN no Brasil?

Não resta dúvida de que essa nova era exigirá das empresas completa reformulação das diretrizes até então aplicadas. Mas o caminho é um só:

- MELHORIA DOS PADRÕES DE QUALIDADE
- ELIMINAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS
- REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE ESTOQUE
- AUMENTO CONTÍNUO DA PRODUTIVIDADE

Entretanto, é preciso alertar as empresas para que não se lancem numa reformulação sem antes conhecer profundamente os conceitos e as peculiaridades que envolvem o programa. Ele exige mudanças dentro das organizações. A implantação não é padronizada. Alguns conceitos são contrários aos hábitos e sistemas tradicionais. Por trás da simplicidade é preciso haver forte disciplina.

E para aqueles que consideram que já aplicam os conceitos do Mínimo Inventário em Processo dentro das suas empresas, aqui vão alguns lembretes adicionais:

- Cuidado com a tendência a simplificação e à auto-suficiência;
- O programa deve envolver todos os setores da organização;

• O programa, uma vez começado, não termina nunca;

• Evitem o modismo.

O momento exige reflexão para tomada de medidas eficazes, que conduzam no sentido da consolidação do mundo novo que surge nesse país. Mas não será através do "jeitinho", do "oba oba", do lucro fácil ou da exploração do trabalho que conquistaremos o título de nação desenvolvida. As potencialidades do Brasil são imensas. Cabe a cada um de nós cidadãos construir a parte que nos cabe.

O SISTEMA JUST IN TIME*

*Por João Murta Alves - Instituto de Fomento e Coordenação Industrial-IFI

O sistema *Just In Time* é uma filosofia de administração da manufatura surgida no Japão, nos meados da década de 60, tendo a sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à Toyota Motor Company, por isso também conhecido como o "Sistema Toyota de Produção". O idealista desse sistema foi o vice-presidente da empresa Taiichi Ohno. Esse novo enfoque na administração da manufatura surgiu de uma visão estratégica, buscando vantagem competitiva através da otimização do processo produtivo. Os conceitos da filosofia *JIT* foram extraídos da experiência mundial em manufatura e combinados dentro de uma visão holística do empreendimento. Os principais conceitos são independentes da tecnologia, embora possam ser aplicados diferentemente com os avanços técnicos.

O sistema visa administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra. O resultado é um sistema de manufatura capaz de atender às exigências de qualidade e entrega de um cliente, ao menor custo.

Existem três idéias básicas sobre as quais se desenvolve o sistema *Just In Time*.

A primeira é a ***integração e otimização*** de todo o processo de manufatura. Aqui entra o conceito amplo, total, dado ao valor do produto, ou seja, ***tudo o que não agrega valor ao produto é desnecessário e precisa ser eliminado***.

O *JIT* visa reduzir ou eliminar funções e sistemas desnecessários ao processo global da manufatura. No processo produtivo, o *JIT* visa eliminar atividades como inspeção, retrabalho, estoque, etc. Muitas das funções improdutivas que existem em uma empresa foram criadas devido à ineficiência ou incapacidade das funções iniciais. Assim, o conceito de integração e otimização começa na concepção e projeto de um novo produto.

A segunda idéia é a ***melhoria contínua*** (*Kaizen*). O *JIT* fomenta o desenvolvimento de sistemas internos que encorajam a melhoria constante, não apenas dos processos e procedimentos, mas também do homem, dentro da empresa. A atitude gerencial postulada pelo *JIT* é : "nossa missão é a melhoria contínua". Isso significa uma mentalidade de trabalho em grupo, de visão compartilhada, de revalorização do homem, em todos os níveis, dentro da empresa. Essa mentali-

dade permite o desenvolvimento das potencialidades humanas, conseguindo o comprometimento de todos pela descentralização do poder. O *JIT* precisa do desenvolvimento de uma base de confiança, obtida pela transparência e honestidade das ações e fomenta isso. Isso é fundamental para ganhar e manter vantagem competitiva.

A terceira idéia básica do *JIT* é ***entender as necessidades dos clientes e responder a elas***. Isso significa a responsabilidade de atender o cliente nos requisitos de qualidade do produto, prazo de entrega e custo. O *JIT* enxerga o custo do cliente numa visão maior, isto é, a empresa *JIT* deve assumir a responsabilidade de reduzir o custo total do cliente na *aquisição e uso* do produto. Dessa forma, os fornecedores devem também estar comprometidos com os mesmos requisitos, já que a empresa fabricante é cliente dos seus fornecedores. Clientes e fornecedores formam, então, uma extensão do processo de manufatura da empresa.

Fundamentos e características

O sistema *Just in time/Kanban* freqüentemente é associado a uma política de redução de estoque de matérias-primas através da sua entrega em intervalos e lotes menores. Na realidade, o sistema é muito mais abrangente do que essa característica "externa". Internamente à fábrica, há mudanças do trabalho e do sistema de informações. De uma maneira geral, dois são os princípios desse sistema de produtividade, *Just in time* e controle autônomo dos defeitos. O *Kanban* propriamente dito é um sistema de informações para administrar o *Just in time*.

Objetivos principais do *Just In Time*

- Flexibilizar a empresa;
- Produzir somente os produtos necessários;
- Produzir com qualidade requerida;
- Menor "*Lead Time*" na concepção de novos produtos;
- Menos "*Lead Time*" na manufatura;
- Melhor atendimento ao cliente;
- Menor perda (maior valor agregado ao produto);
- Maior retorno de investimento;
- Reduzir estoques em processo, produtos acabados e eventualmente matérias-primas;
- Reduzir custos de fabricação;
- Gerar espaços de fábrica;

• Produzir por métodos que permitam o envolvimento das pessoas (moral, satisfação, desenvolvimento, autocontrole);

• Reduzir o custo e o tempo de transporte dos produtos entre o fornecedor e a empresa solicitante.

Educação e Treinamento

A educação e o treinamento constituem o alicerce sobre o qual se apóia a filosofia *JIT*. O conhecimento obtido a respeito do *JIT* através de educação e treinamento (seminários, leituras, visitas a outras empresas *JIT*) irá resultar em melhor capacidade de observação e modificações mais precisas no processo. A excelência, porém, não é alcançada apenas assistindo a um seminário ou lendo um livro. Ela é obtida experimentando algo, observando os resultados, melhorando os processos e experimentando outra vez. Esse processo continua até que todas as variáveis sejam levadas em conta e o processo seja controlável, com resultados previsíveis.

A meta da educação e treinamento é elevar, sistematicamente, a conscientização e os níveis de experiência dos empregados da empresa para assumirem com mais eficácia suas responsabilidades. Como diz Jan Carlzon: "*Um indivíduo sem informações não pode assumir responsabilidades; um indivíduo que recebeu informações não pode deixar de assumir responsabilidades*".

É necessário estabelecer um programa de educação e treinamento para a gerência, operários, fornecedores e clientes. Cada aspecto do desenvolvimento do sistema *JIT* depende de pessoas que trabalhem mais produtivamente, mais integradas à empresa como um todo, ajudando a melhorar continuamente o sistema. O programa de educação e treinamento pode começar com seminários a respeito da manufatura *JIT*, cursos, livros, visitas a outras empresas, mas o processo deve ser contínuo, uma atividade para ser vivenciada quase que diariamente.

O *JIT* e os Custos de Produção

Teoricamente, existem duas categorias de custos envolvidas na composição dos custos de produção: os custos fixos e os variáveis. Os custos fixos incluem os gastos com edificações, mão-de-obra indireta, a manutenção de setores não diretamente envolvidos na atividade de produção, os equipamentos e outros elementos que definem genericamente a capacidade instalada da empresa. Já os custos variáveis incluem os insumos necessários à atividade de produção (matéria-prima e outros materiais intermediários), a mão-de-obra direta, a energia e outros fatores envolvidos nessa mesma atividade. Somando os custos fixos com os custos variáveis obtemos o custo total:

$$CT = CF + CV$$

Normalmente (uma prática já ultrapassada), para se calcular o preço de venda (PV) basta calcular os impostos que incidem sobre o produto e acrescentar-lhe a margem de lucro esperada,

chegando a um valor em torno de 160% do custo total. Esse raciocínio, apesar de lógico, não se verifica na prática. Geralmente, o que as empresas brasileiras fazem é multiplicar o custo total por um valor muito maior que 1,6 , algo entre 2 e 5, e assim determinar o Preço de Venda ao consumidor. A princípio, pode parecer que a empresa obterá um lucro exorbitante, quando na verdade o lucro poderá mesmo não existir. Isso porque a gerência de custos da empresa considera tão somente o tempo em que a peça está sendo processada, não considerando o tempo de espera que a peça sofre enquanto as máquinas estão processando outros itens, o tempo que a peça passa no estoque de produtos acabados ou mesmo no recebimento em forma de matéria-prima, o tempo de transporte das peças de um local para outro, etc.

Outro importante componente do custo total, não considerado, é o custo das rejeições de peças por problemas de qualidade. Esse custo, embora significativo, é imponderável, por isso não pode constar do cálculo do custo. Isso explica a necessidade das empresas de multiplicar seus Custos Totais por constantes excessivamente altas para determinar os preços de venda.

Na realidade, ressalta Macedo Neto, é necessário considerar dois conceitos para se compor o CT: o custo financeiro e o custo pela má qualidade.

> 1 - custo financeiro: é função do tempo total de permanência do produto na empresa, desde sua entrada no setor de Recebimento, como matéria-prima, até sua saída da fábrica em forma de produto final. Por custo financeiro entende-se os juros sobre o capital aplicado na compra de matéria-prima, no pagamento da mão-de-obra aplicada na produção, nos gastos de energia elétrica e outros recursos necessários à produção.
>
> 2 - custo pela má qualidade: é o custo gerado pela falta de qualidade do processo produtivo. De modo geral, na indústria brasileira, esse custo assume valores assombrosos.

O que acontece, na realidade, é que a fórmula que normalmente os gerentes de custo usam é cientificamente correta, mas não se aplica a nenhuma fábrica do tipo tradicional, já que toda fábrica tem custos financeiros e custos por má qualidade. Aqui está o fundamento de todo o sucesso da moderna indústria japonesa.

Utilizando-se do sistema *Just In Time* foi possível conseguir anular os custos financeiros e os de má qualidade, passando então a usar cientificamente a fórmula do preço de venda:

Custo + Lucro = Preço de Venda

Adotando, no entanto, uma nova forma de apresentar essa fórmula:

Lucro = Preço de Venda - Custo

cujo enfoque filosófico é radicalmente diferente da anterior.

A primeira fórmula (PV = C + L) nos informa que só saberemos o PV após determinarmos o custo, seja ele qual for, e o lucro que entendermos como sendo razoável.

Teremos, assim, um PV a ser apresentado ao mercado, que poderá ser muito acima do que os compradores estejam dispostos a pagar. O resultado mais provável poderá ser uma perda na concorrência.

A segunda fórmula (L = PV - C) indica que o PV não está em discussão e muito menos que será a empresa fornecedora que estabelecerá o seu valor. Esse valor é fixado naturalmente pelo mercado, pela lei da oferta e da procura. Quanto ao lucro, esse sim é que será determinado pela empresa fornecedora, mas sem alterar o PV que o mercado está disposto a pagar. Logo, o único caminho para se conseguir o lucro esperado será **controlando os custos**. Isso significa buscar constantemente a redução dos custos, através de uma determinação inexorável de dar soluções aos problemas.

Essa é exatamente a filosofia do sistema *Just In Time*: **solucionar os problemas para baixar os custos e melhorar a qualidade.**

16 – MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave, tanto para a produtividade das empresas e indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica rediscutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais.

No contexto da Mecatrônica e seus objetivos de otimização geral da manufatura e de automação, a manutenção assume uma importância fundamental.

Examinemos algumas definições de manutenção.

- Segundo o dicionário Larousse:

  Conjunto de medidas necessárias que permitam manter ou restabelecer a um sistema o estado de funcionamento.

- Segundo a A.F.N.O.R, Association Française de Normalisation:

  Conjunto de ações que permitam manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico ou na medida para assegurar um serviço determinado.

Uma boa definição é a seguinte:

A manutenção é a medicina das máquinas

A fim de penetrar mais adiante na área da manutenção, vamos nos servir de uma comparação prática entre a saúde humana e a saúde da máquina.

Existe uma analogia como veremos na tabela a seguir:

ANALOGIA

Saúde humana		Saúde da máquina	
o Conhecimento do homem o Conhecimento das doenças o Carnê de saúde o Dossiê médico o Diagnóstico, exame, visita médica o Conhecimento dos tratamentos o Tratamento curativo o Operação	Nascimento Longevidade Boa saúde Morte	Entrando em operação Durabilidade Confiabilidade Sucata	o Conhecimento tecnológico o Conhecimento dos modos de falha o Histórico o Dossiê da máquina o Diagnóstico, perícia, inspeção o Conhecimento das ações curativas o Retirada do estado de pane, reparo o Renovação, modernização, troca
MEDICINA		MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	

A MANUTENÇÃO E A VIDA DE UMA MÁQUINA

A manutenção começa muito antes do dia da primeira pane (parada de emergência) de uma máquina. De fato, ela começa desde a sua concepção. É na concepção que a sua manutenibilidade (aptidão de ser conservada), a sua confiabilidade e a sua disponibilidade (aptidão de ser operacional) e a sua durabilidade (duração de vida prevista) serão pré-determinadas.

O papel da manutenção, no que diz respeito ao usuário, começa com o assessoramento na hora da compra (levando em conta os critérios abaixo).

Em seguida, é desejável que a manutenção participe da instalação e da partida do equipamento, assim, logo no primeiro dia de produção e, portanto, de uma pane em potencial, o serviço de manutenção já deve conhecer a máquina, possuindo o dossiê e o programa de manutenção.

A seguir sua missão é tripla:

- Supervisão permanente ou periódica
- Retiradas de estados de panes e reparos
- Ações preventivas

com coleta dos dados, estocagem em memória e tratamento das informações operacionais recolhidas.

O conhecimento do equipamento, de suas fraquezas, degradações e desvios, acumulado dia após dia, permite correções, melhoramentos e, no plano econômico, otimizações, tendo como objetivo minimizar a relação:

$$\frac{\text{custos de manutenção + custos de paradas de emergência}}{\text{Serviço realizado}}$$

HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

O termo manutenção tem sua origem no vocabulário militar, cujo sentido era manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante. O aparecimento do termo manutenção na indústria ocorreu por volta do ano de 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe progressivamente à palavra conservação.

CONSERVAÇÃO OU MANUTENÇÃO?

Muito além do vocabulário da moda, esses dois termos implicam uma real e profunda transformação.

Esquematizando, poderíamos dizer:

• Conservar é consertar e reparar um parque material, a fim de assegurar a continuidade da produção. Conservar é submeter o material;

• Manter é escolher os meios de prevenir, de corrigir ou de renovar segundo a utilização do material e do que é economicamente crítico, a fim de otimizar o custo global de propriedade. Manter é dominar.

De fato, a maior parte dos serviços de conservação tradicional está em mutação, transformando-se em manutenção.

Por que essa evolução? Argumentos técnicos e econômicos explicam-na.

1 - Os equipamentos de produção se automatizam, tomam-se mais compactos, mais complexos e são utilizados de modo mais intenso. Intervir nessas máquinas pede uma competência e uma politecnicidade muito desenvolvidas. Cada vez menos podemos nos permitir improvisar com chaves de fenda e chaves de grifo. Há vinte anos, uma oficina de produção mecânica compreendia vinte máquinas, vinte operadores, um ajustador e um agente de conservação. Hoje, para ter excelência, a mesma oficina tem uma linha de produção operada por dois funcionários de produção e com sua manutenção nas mãos de dois técnicos.

2- Os equipamentos são mais onerosos (investimento) e têm tempos de amortização mais curtos.

3- Os tempos de não disponibilidade para um processo são economicamente mais críticos que para um parque de máquinas não em linha e certos custos de parada são proibitivos.

CRITÉRIOS QUE VALORIZAM A MANUTENÇÃO

A mutação da tradicional conservação em direção à moderna manutenção é acelerada por certo número de fatores, tais como:

• O potencial de investimento e de remodelação das empresas, que favorece a aquisição de equipamentos modernos e de meios de gerenciá-los;

• A natureza do parque que se deve conservar; se ele é homogêneo, padronizado, se os custos de parada são elevados, então a manutenção se faz indispensável;

• As restrições de segurança impostas a materiais críticos;

• A sensibilização dos dirigentes em relação à economia que se pode esperar de uma manutenção racional do parque.

Devido à existência desses critérios, os serviços de manutenção ocupam posições muito variáveis conforme os tipos de indústria:

• Posição fundamental para as centrais nucleares, as empresas de transporte (metrô, aeronáutica, etc.);

• Posição importante para as empresas de processo (particularmente as empresas petroquímicas, com sua necessidade de segurança);

• Posição secundária para parques de materiais heterogêneos com custos de parada baixos;

• A conservação tradicional ainda é a mais bem adaptada para as empresas que não tenham produção em série, de estrutura manufatureira.

A FUNÇÃO MANUTENÇÃO

A função manutenção é uma das três funções técnicas da indústria:

• Estudos (do produto)

• Produção

• Manutenção (do parque)

A função manutenção tende a se destacar da produção (orçamento próprio, autonomia de gerência). Deve-se saber que a produção é o objetivo evidente e prioritário da empresa: a manutenção é uma *ajuda para a produção.*

Os diferentes setores que praticam a manutenção

Alguns exemplos:

- Os transportes (rodoviário, ferroviário, marítimo, aeronáutico), a petroquímica (refinarias), as centrais nucleares, são três setores que muito contribuíram para o desenvolvimento das técnicas de manutenção.
- Hospitais
- Supermercados
- Imprensa
- Rádio e TV
- Laboratórios, Pedreiras
- Minas
- Empresas de serviço
- Bombeiros, etc.

Em cada um desses setores sente-se a necessidade de manter os equipamentos.

O TÉCNICO DE MANUTENÇÃO

A tecnologia dos materiais atuais implica uma competência técnica polivalente tanto para a equipe de intervenção como para o técnico responsável. As fronteiras entre os domínios mecânico, hidráulico, eletrônico e de informática não são evidentes em máquinas compactas. Polivalência também é indispensável em um nível gerencial.

O técnico em manutenção terá que gerenciar (como um todo ou em partes):

• O conjunto do serviço, o pessoal, o orçamento, os investimentos;

•Os equipamentos principais, mas também os de movimentação, de elevação de cargas e os equipamentos periféricos (exemplo: estações de tratamento, centrais de energia, climatização, etc.);

• A energia, o meio ambiente;

• Os estoques necessários;

• Os trabalhos externos.

O domínio dos dados técnicos, econômicos e sociais é indispensável para uma tomada de decisão. Deve-se ter em mente que não existe boa manutenção no plano absoluto, o que existe é uma manutenção econômica e eficaz, em um dado momento, favorecendo um dado equipamento.

Algumas observações sobre a profissão técnico em manutenção

• Em relação à conservação tradicional, a profissão foi nitidamente valorizada: ferramentas teóricas (confiabilidade, capacidade de sofrer manutenção) e científicas (análise de vibrações, novos métodos) enriqueceram as tarefas relativas a um equipamento também mais sofisticado que antes.

• No entanto, a manutenção é uma tarefa ingrata. Se os seus êxitos são pouco visíveis e naturais, suas dificuldades são, por outro lado, gritantes:

• A curto prazo, as ações de manutenção custam caro à direção da empresa e atrapalham a produção, daí a importância de se poder justificar a médio e longo prazo o quanto essas ações foram bem fundamentadas.

• Outro problema corporativo: a época de verão é muitas vezes um período de intensa atividade para os serviços de manutenção (parada anual da produção => material disponível para a manutenção => disponibilidade de agentes de manutenção).

• Além da sua vocação de manter (conservar) o dispositivo de produção, o técnico de manutenção terá eventualmente a possibilidade de estender suas responsabilidades a outras áreas tais como:

1 - A organização de um serviço pós-venda,

2 - A participação nos estudos, no que trata da confiabilidade, da disponibilidade de previsão e da capacidade dos equipamentos sofrerem manutenção, na elaboração de planos de manutenção para certos contratos, nos novos projetos,

Concluindo, podemos definir o perfil de um técnico de manutenção, como aquele de um homem de campo, de contato e de equipe, que se apóia sobre sua formação técnica inicial, e mais

tarde sobre sua experiência pessoal, para sempre fazer evoluir a operação do material do qual ele é responsável.

A MANUTENÇÃO CORRETIVA

Ela se decompõe em dois tipos, de definições não normalizadas:

- manutenção paliativa, compreendendo intervenções do tipo retirada do estado de pane;
- manutenção curativa, compreendendo intervenções do tipo reparo.

AÇÕES DE MANUTENÇÃO CORRETIVA:

- teste: comparação de respostas de um dispositivo para uma solicitação com aquela de um dispositivo de referência;
- detecção: ação de descobrir através de uma maior supervisão, o aparecimento de uma falha;
- localização: ação de localizar os elementos pelos quais a falha se manifesta;
- diagnóstico: identificação da causa da falha com a ajuda de um raciocínio lógico;
- eliminação de pane, reparo;
- revisões: conjunto dos controles, exames, intervenções efetuadas com vistas a assegurar o bem contra todo o tipo de falha maior durante um número de unidades de uso determinado. Elas podem ser limitadas ou gerais.

Os cinco níveis de manutenção (segundo a norma a.f.n.o.r.x 60.011)

1º nível: Regulagem simples prevista pelo construtor nos órgãos acessíveis sem nenhuma desmontagem do equipamento ou troca de elementos acessíveis com toda a segurança.

2º nível: Eliminação de pane por trocas padronizadas de elementos previstos para esse fim, ou de operações menores de manutenção preventiva.

3º nível: Identificação e diagnóstico das paradas de emergência, reparos por troca de componentes funcionais, reparos mecânicos menores.

4º nível: Trabalhos importantes de manutenção corretiva ou preventiva.

5º nível: Trabalhos de renovação, de reconstrução, ou reparações importantes confiadas à oficina central.

Nível	Pessoal de intervenção	Meios
1	Investigador, local.	Ferramental leve de alcance tímido nas instruções de uso.
2	Técnicos hábeis, local.	*idem,* mais peças de reposição encontradas próximo do local, sem atraso.
3	Técnicos especializados, no local ou em local de manutenção.	Ferramental previsto mais aparelhos de medida, mesa de ensaios, controle.
4	Equipe liderada por um técnico especializado, na oficina central.	Ferramental geral mais especializado, materiais de teste, de controle.
5	Equipe completa, polivalente, na oficina central.	Meios próximos aos da fabricação pelo construtor.

Definições de manutenção corretiva

Operação de manutenção realizada após falha.

A manutenção corretiva corresponde a uma atitude de defesa (submeter-se, sofrer) enquanto se espera uma próxima falha acidental (fortuita), atitude característica da conservação tradicional.

A manutenção corretiva termina em dois tipos de intervenções:

- A ação de tirar um equipamento do estado de pane, isto é, de recolocá-lo em estado de funcionamento *in situ,* às vezes sem mesmo interromper o funcionamento do conjunto, tem um caráter provisório.

Manutenção paliativa: os reparos (consertos), feitos *in situ* ou na oficina central, por vezes após a retirada do estado de pane, têm um caráter *definitivo.*

Manutenção curativa: ela pode, quando aplicada isoladamente, ser considerada um método. Nós a chamaremos nesse caso de manutenção catastrófica ou manutenção bombeiro. Ela é característica da conservação tradicional, complementada nesse caso por rondas.

Justificação do processo corretivo como sistema de manutenção:

- quando os gastos indiretos de falha e os problemas de segurança são mínimos;
- quando a empresa adota uma política de renovação freqüente do material;
- quando o parque é constituído de máquinas muito diferentes umas das outras e que as eventuais falhas não sejam críticas para a produção.

Ela pode ser aplicada como um complemento residual da manutenção preventiva.

Com efeito, quaisquer que sejam a natureza e o nível da preventiva executada, sempre existirá uma parte de falhas residuais que necessitem de ações corretivas. Trabalhando num nível econômico de preventivas, pode-se reduzir os gastos inerentes às ações corretivas:

- por levar em consideração a manutenibilidade na concepção, na compra, através de melhoramentos;
- através de métodos de preparação eficazes (previsão de falhas, ajuda no diagnóstico, preparações antecipadas, etc.);
- através de métodos de intervenção racionais (trocas padronizadas, ferramentas específicas, etc.).

Evolução da manutenção corretiva

Uma ambigüidade de vocabulário subsiste na definição da Manutenção Corretiva: a noção de correção após uma falha contém a noção de melhoria.

Com efeito, após a detecção de uma falha acidental, na conservação tradicional, retira-se o equipamento do estado de pane ou realiza-se um reparo restabelecendo-lhe a função perdida.

Em manutenção, efetuaremos:

- uma análise das causas da falha;
- o restabelecimento da função normal do equipamento (retirada do estado de falha/reparo);
- um melhoramento eventual (correção) visando a evitar a reincidência da pane, ou a minimizar seus efeitos sobre o sistema.
- a colocação em memória da intervenção, permitindo uma exploração pormenorizada mais tarde.

EXEMPLO: um rolamento está falhando.

- Conservação tradicional: troca-se o rolamento (troca padrão).
- Manutenção: procura-se saber a causa de tal falha, a sua freqüência e grau crítico, de modo a evitar sua reaparição (rediscussão da montagem, do lubrificante, das sobrecargas, etc.) e a minimizar seus efeitos (supervisão eventual através da análise das vibrações, etc.).

Esse exemplo é característico do *estado de espírito manutenção* daqueles que intervêm na tecnicidade valorizada.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Manutenção efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de um bem ou a degradação de um serviço prestado.

É uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha. Por mais adiantado que esteja o nível de preventiva executada, sempre existirão *falhas residuais,* de caráter aleatório. As estatísticas mostram que:

- a carga global de trabalho decresce quando a parte de horas dedicadas à preventiva aumenta;
- para um dado material, existe um custo de manutenção mínimo correspondente a uma relação preventivo-corretiva que cabe ao gerente fixar.

Objetivos visados pela manutenção preventiva:

- Aumentar a confiabilidade de um equipamento e assim reduzir suas falhas em serviço: redução dos custos de falha, melhoria da disponibilidade;
- Aumentar a duração da vida eficaz de um equipamento;
- Melhorar o planejamento dos trabalhos, e assim, as relações com a produção.
- Reduzir e regularizar a carga de trabalho;
- Facilitar a gerência dos estoques (consumos previstos);
- Aumentar a segurança (menos improvisações perigosas);
- Mais amplamente, reduzindo as surpresas, melhorar o clima das relações humanas (uma pane imprevista sempre gera tensões).

O estabelecimento de uma política preventiva implica o desenvolvimento de um serviço método-manutenção eficaz. Realmente, não é possível fazer preventivas sem um serviço que aumentará a curto prazo os custos diretos de manutenção, mas que permitirá:

- a gerência da documentação técnica, dos dossiês das máquinas, dos históricos;
- as análises técnicas do comportamento do material, • a preparação das intervenções preventivas;
- o acerto com a produção.

Condições necessárias à manutenção preventiva:

- Numa primeira fase, ela pode existir sozinha. Visitas preventivas periódicas permitirão supervisionar o estado do material em serviço, mas principalmente permitirão colocar em memória informações que serão úteis para o conhecimento das leis de

degradação e os patamares (bases) de admissividade. Essas visitas preventivas permitirão antecipar as falhas e, portanto, preparar as intervenções preventivas.

• Numa segunda fase, quando o comportamento em serviço será conhecido, ela evoluirá para a manutenção sistemática, mais fácil de gerenciar.

Modelo de ficha de Manutenção Preventiva

Logotipo	PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA A - MÁQ Nº		
	C.C.:	Horas trabalhadas:	Datas: Inicio: Término:

Setor/Área:					
01 - Mecânica	Início	Fim	Total	T. Padrão	Horas Trabalhadas
02 - Elétrica					
03 - Hidráulica					
04 - Pneumática					
05- Eletrônica					
06 - Mecatrônica					
07 - Sensores					
08 - Lavagem/Lubrificação					

O. Nº	MATERIAL APLICADO				Preços (R$) Unitário	Total

A manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. Até então, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, após a falha da máquina ou equipamento. Isso representava um custo e um obstáculo para a melhoria da qualidade.

A primeira indústria japonesa a aplicar o conceito de manutenção preventiva e obter seus efeitos, também chamada de PM (*preventive maintenance*) foi a Toa Nenryo Kogyo, em 1951. São

dessa época as primeiras discussões a respeito da importância da manutenibilidade e suas conseqüências para o trabalho de manutenção.

Em 1960, ocorre o reconhecimento da importância da manutenibilidade e da confiabilidade como sendo pontos-chave para a melhoria da eficiência das empresas. Surgiu, assim, a manutenção preventiva, ou seja, o enfoque da manutenção passou a ser o de confiança no setor produtivo quanto à qualidade do serviço de manutenção realizado.

Na busca de maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu a TPM, em 1970, no Japão. Nessa época era comum:

- avanço na automação industrial;
- busca em termos da melhoria da qualidade;
- aumento da concorrência empresarial;
- emprego do sistema *Just in Time*;
- maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia;
- dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos;
- aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente.

Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento da TPM. A empresa usuária da máquina se preocupava em valorizar e manter o seu patrimônio, pensando em termos de custo do ciclo de vida da máquina ou equipamento. No mesmo período, surgiram outras teorias com os mesmos objetivos.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE MANUTENÇÃO

O quadro a seguir mostra a evolução do conceito de manutenção ao longo do tempo.

Períodos	**Até a década de 1930**	**Década de 1950**	**Década de 1960**	**Década de 1980**
Estágio Conceitos	**Manutenção corretiva**	**Manutenção preventiva**	**Manutenção do sistema de produção**	**Manutenção preventiva total (tPM)**
Reparo corretivo	X	X	X	X
Gestão mecânica		X	X	X
da Manutenção				
Manutenções preventivas		X	X	X
Períodos	**Até a década de 1930**	**Década de 1950**	**Década de 1960**	**Década de 1980**
Estágio	**Manutenção**	**Manutenção**	**Manutenção**	**Manutenção**

Conceitos	corretiva	preventiva	do sistema de produção	preventiva total (tPM)
Visão Sistemática			X	X
Manutenção corretiva com incorporação de melhorias			X	X
Prevenção de manutenção			X	X
Abordagem participativa				X
Manutenção autônoma				x

MANUTENÇÃO PREVENTIVA TOTAL (TPM)

O objetivo global da TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimentos, habilidades e atitudes). A meta a ser alcançada é o rendimento operacional global.

As melhorias devem ser conseguidas por meio dos seguintes passos:

- Capacitar os operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária.
- Capacitar os mantenedores a serem polivalentes, isto é, atuarem em equipamentos mecatrônicos.
- Capacitar os engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção, isto é, o ideal da máquina descartável.
- Incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento.

Aplicar o programa dos oito S:

1 - Seiri = organização; implica eliminar o supérfluo.

2 - Seiton = arrumação; implica identificar e colocar tudo em ordem .

3 - Seiso = limpeza; implica limpar sempre e não sujar.

4 - Seiketsu = padronização; implica manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo.

5 - Shitsuke = disciplina; implica a autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.

6 - Shido = treinar; implica a busca constante de capacitação pessoal.

7 - Seison = eliminar as perdas.

8 - Shikari yaro = realizar com determinação e união.

Eliminar as seis grandes perdas:

1 - Perdas por quebra.

2 - Perdas por demora na troca de ferramentas e regulagem.

3 - Perdas por operação em vazio (espera).

4 - Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal.

5 - Perdas por defeitos de produção.

6 - Perdas por queda de rendimento.

• Aplicar as cinco medidas para obtenção da quebra zero:

1 - Estruturação das condições básicas.

2 - Obediência às condições de uso.

3 - Regeneração do envelhecimento.

4 - Sanar as falhas do projeto (terotecnologia).

5 - Incrementar a capacitação técnica.

A idéia da quebra zero baseia-se no conceito de que a quebra é a falha visível. A falha visível é causada por uma coleção de falhas invisíveis como um *iceberg*.

Manutenção autônoma

Na TPM os operadores são treinados para supervisionarem e atuarem como mantenedores em primeiro nível. Os mantenedores específicos são chamados quando os operadores de primeiro

nível não conseguem solucionar o problema. Assim, cada operador assume suas atribuições de modo que tanto a manutenção preventiva como a de rotina estejam constantemente em ação.

Segue uma relação de suas principais atividades:

- Operação correta de máquinas e equipamentos.
- Aplicação dos oito S.
- Registro diário das ocorrências e ações.
- Inspeção autônoma.
- Monitoração com base nos seguintes sentidos humanos: visão, audição, olfato e tato.
- Lubrificação.
- Elaboração de padrões (procedimentos).
- Execução de regulagens simples.
- Execução de reparos simples.
- Execução de testes simples.
- Aplicação de manutenção preventiva simples.
- Preparação simples (set-up).
- Participação em treinamentos e em grupos de trabalho.

Efeitos da TPM na melhoria dos recursos humanos

Na forma como é proposta, a TPM oferece plenas condições para o desenvolvimento das pessoas que atuam em empresas preocupadas com manutenção. A participação de todos os envolvidos com manutenção resulta nos seguintes benefícios:

- Realização (autoconfiança).
- Aumento da atenção no trabalho.
- Aumento da satisfação pelo trabalho em si (enriquecimento de cargo).
- Melhoria do espírito de equipe.
- Melhoria nas habilidades de comunicação entre as pessoas.
- Aquisição de novas habilidades.
- Crescimento através da participação.

- Maior senso de posse das máquinas.
- Diminuição da rotatividade de pessoal.
- Satisfação pelo reconhecimento.

FALHAS EM MÁQUINAS

As origens de falhas das máquinas estão nos danos sofridos pelas peças componentes.

A máquina nunca quebra totalmente de uma só vez, mas pára de trabalhar quando alguma parte vital de seu conjunto se danifica.

A parte vital pode estar no interior da máquina, no mecanismo de transmissão, no comando ou nos controles. Pode, também, estar no exterior, em partes rodantes ou em acessórios. Por exemplo, um pneu é uma parte rodante vital para que um caminhão funcione, assim como um radiador é um acessório vital para o bom funcionamento de um motor.

ORIGEM DOS DANOS

A origem dos danos pode ser assim agrupada:

Erros de especificação ou de projeto - A máquina ou alguns de seus componentes não correspondem às necessidades de serviço. Nesse caso os problemas, com certeza, estarão nos seguintes fatores: dimensões, rotações, marchas, materiais, tratamentos térmicos, ajustes, acabamentos superficiais ou, ainda, em desenhos errados.

Falhas de fabricação - A máquina, com componentes falhos, não foi montada corretamente. Nessa situação pode ocorrer o aparecimento de trincas, inclusões, concentração de tensões, contatos imperfeitos, folgas exageradas ou insuficientes, empeno ou exposição de peças a tensões não previstas no projeto.

Instalação imprópria - Trata-se de desalinhamento dos eixos entre o motor e a máquina acionada. Os desalinhamentos surgem devido aos seguintes fatores:

- fundação (local de assentamento da máquina) sujeita a vibrações;
- sobrecargas;
- trincas;
- corrosão.

ANÁLISE DE FALHAS EM MÁQUINAS

Manutenção imprópria - Trata-se da perda de ajustes e da eficiência da máquina em razão dos seguintes fatores:

• sujeira;

• falta momentânea ou constante de lubrificação;

• lubrificação imprópria que resulta em ruptura do filme ou em sua decomposição;

• superaquecimento por causa do excesso ou insuficiência da viscosidade do lubrificante;

• falta de reapertos;

• falhas de controle de vibrações.

Operação imprópria - Trata-se de sobrecarga, choques e vibrações que acabam rompendo o componente mais fraco da máquina. Esse rompimento, geralmente, provoca danos em outros componentes ou peças da máquina. Salientemos que não estão sendo consideradas medidas preventivas a respeito de projetos ou desenhos, mas das falhas originadas nos erros de especificação, de fabricação, de instalação, de manutenção e de operação que podem ser minimizados com um controle melhor.

As falhas são inevitáveis quando aparecem por causa do trabalho executado pela máquina. Nesse aspecto, a manutenção restringe-se à observação do progresso do dano para que se possa substituir a peça no momento mais adequado.

É assim que se procede, por exemplo, com os dentes de uma escavadeira que vão se desgastando com o tempo de uso.

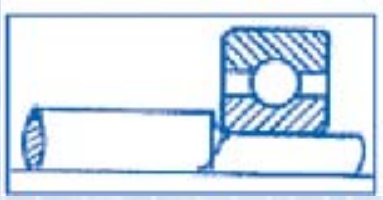
Características gerais dos danos e defeitos

Os danos e defeitos de peças, geralmente, residem nos chamados intensificadores de tensão, e esses são causados por erro de projeto ou especificações. Se os intensificadores de tensão residem no erro de projeto, a forma da peça é o ponto crítico a ser examinado, porém, se os intensificadores de tensão residem nas especificações, essas são as que influirão na estrutura interna das peças.

O erro mais freqüente na forma da peça é a ocorrência de cantos vivos. As figuras mostram linhas de tensão em peças com cantos vivos. Com cantos vivos, as linhas de tensão podem se romper facilmente.

Quando ocorre mudança brusca de seção em uma peça, os efeitos são praticamente iguais aos provocados por cantos vivos. Por outro lado, se os cantos forem excessivamente suaves, um

único caso é prejudicial. Trata-se do caso do excesso de raio de uma peça em contato com outra. Por exemplo, na figura abaixo, a tensão provocada pelo canto de um eixo rolante, com excesso de raio, dará início a uma trinca que se propagará em toda sua volta.



FERRAMENTAS DE APERTO E DESAPERTO

Em manutenção mecânica, é comum se usar ferramentas de aperto e desaperto em parafusos e porcas.

Para cada tipo de parafuso e de porca, há uma correspondente chave adequada às necessidades do trabalho a ser realizado. Isso ocorre porque tanto as chaves quanto as porcas e os parafusos são fabricados dentro de normas padronizadas mundialmente.

Pois bem, para assegurar o contato máximo entre as faces da porca e as faces dos mordentes das chaves de aperto e desaperto, essas deverão ser introduzidas a fundo e perpendicularmente ao eixo do parafuso ou rosca.

No caso de parafusos ou porcas com diâmetros nominais de até 16 mm, a ação de uma única mão na extremidade do cabo da chave é suficiente para o travamento necessário. Não se deve usar prolongadores para melhorar a fixação, pois essa medida poderá contribuir para a quebra da chave ou rompimento do parafuso.

Ferramentas

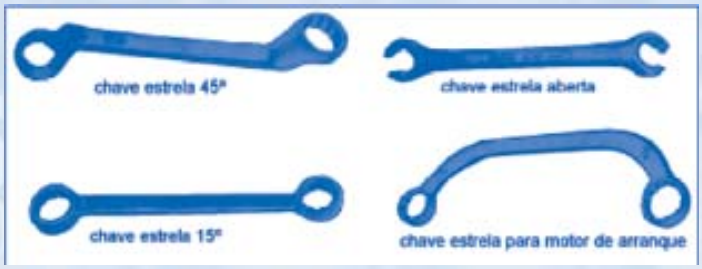
Vejamos, agora, as principais ferramentas de aperto e desaperto utilizadas na manutenção mecânica envolvendo parafusos, porcas, tubos e canos.

Chave fixa

A chave fixa, também conhecida pelo nome de chave de boca fixa, é utilizada para apertar ou afrouxar porcas e parafusos de perfil quadrado ou sextavado. Pode apresentar uma ou duas bocas com medidas expressas em milímetros ou polegadas. As figuras a seguir mostram uma chave fixa com uma boca e uma chave fixa com duas bocas.

Chave estrela

Essa ferramenta tem o mesmo campo de aplicação da chave de boca fixa, porém diversifica-se em termos de modelos, cada qual para um uso específico. Por ser totalmente fechada, abraça de maneira mais segura o parafuso ou porca.



Chave combinada

A chave combinada também recebe o nome de chave de boca combinada. Sua aplicação envolve trabalhos com porcas e parafusos, sextavados ou quadrados. A chave combinada é extremamente prática, pois possui em uma das extremidades uma boca fixa e, na outra extremidade, uma boca estrela. A vantagem desse tipo de chave é facilitar o trabalho, porque se uma das bocas não puder ser utilizada em parafusos ou porcas de difícil acesso, a outra boca poderá resolver o problema. A seguir mostramos um jogo de chaves combinadas.

Chaves fixas, chaves estrela e chaves combinadas não devem ser batidas com martelos. Se martelarmos essas chaves, o risco de quebrá-las é alto. Se houver necessidade de martelar uma chave de aperto e desaperto para retirar um parafuso ou uma porca de um alojamento, deve-se usar as chamadas chaves de bater, que são apropriadas para receber impactos.

Chaves de bater

Há dois tipos de chaves de bater: a chave fixa de bater e a chave estrela de bater. As chaves fixa de bater e estrela de bater são ferramentas indicadas para trabalhos pesados. Possuem em

uma de suas extremidades reforço para receber impactos de martelos ou marretas, conforme seu tamanho.

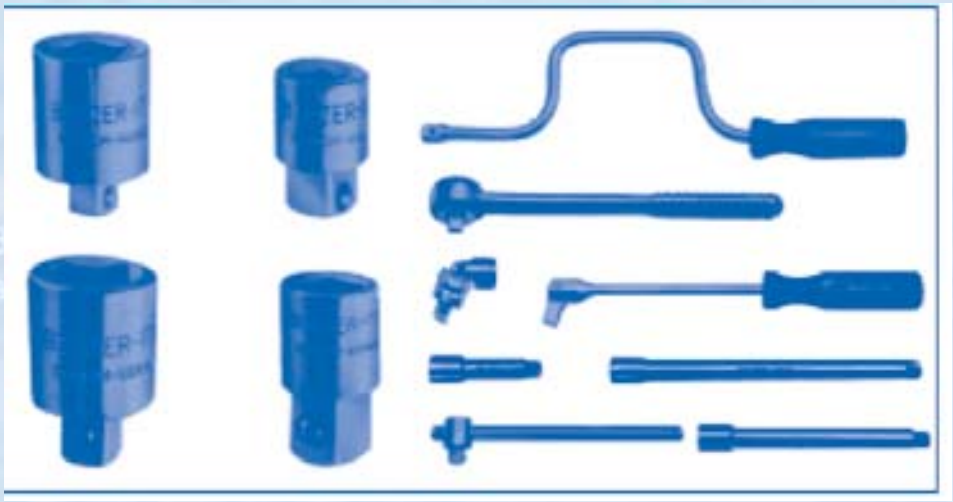
Chave soquete

Dentro da linha de ferramentas mecânicas, esse tipo é o mais amplo e versátil, em virtude da gama de acessórios oferecidos, que tornam a ferramenta prática. Os soquetes podem apresentar o perfil sextavado ou estriado e adaptamos e facilmente em catracas, manivelas, juntas universais, etc., pertencentes à categoria de acessórios.

Dentro da categoria de soquetes, há os de impacto que possuem boca sextavada, oitavada, quadrada e tangencial, com ou sem ímã embutido. Esses soquetes são utilizados em parafusadeiras, em chaves de impacto elétricas ou pneumáticas, pois apresentam paredes reforçadas. Os soquetes de impacto apresentam concentricidade perfeita, o que reduz ao mínimo as vibrações provocadas pela alta rotação das máquinas onde são acoplados.

Os soquetes comuns não devem ser utilizados em máquinas elétricas ou pneumáticas, pois não resistem às altas velocidades e aos esforços tangenciais provocados pelas máquinas em rotação.

A chave soquete, pela sua versatilidade, permite alcançar parafusos e porcas em locais onde outros tipos de chaves não chegam. A seguir, alguns soquetes e acessórios que, devidamente acoplados, resultam em chaves soquete.



Chave Allen

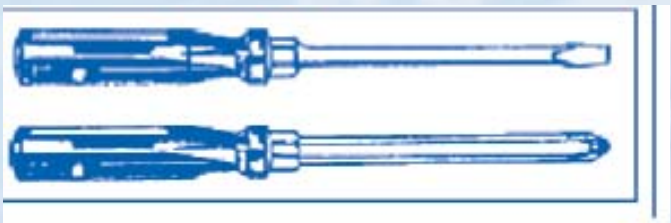
A chave Allen, também conhecida pelo nome de chave hexagonal ou sextavada, é utilizada para fixar ou soltar parafusos com sextavados internos. O tipo de chave Allen mais conhecido apresenta o perfil do corpo em L, o que possibilita o efeito de alavanca durante o aperto ou desaperto de parafusos. Antes de usar uma chave Allen, deve-se verificar se o sextavado interno do parafuso encontra-se isento de tinta ou sujeira. Tinta e sujeira impedem o encaixe perfeito da chave e podem causar acidentes em quem estiver manuseando.

Chave de fenda Phillips

A extremidade da haste, oposta ao cabo, nesse modelo de chave, tem a forma em cruz. Esse formato é ideal para os parafusos Phillips que apresentam fendas cruzadas.

Chave de fenda com sextavado

É uma ferramenta utilizada em mecânica para apertar e soltar parafusos grandes quando se exige o emprego de muita força. Com o sextavado na haste, o operador pode, usando uma chave de boca fixa, aumentar o torque da ferramenta sem precisar de maior esforço. Esse modelo também é encontrado com a fenda cruzada (modelo Phillips).



Tanto as chaves de fenda Phillips quanto as chaves de fenda com sextavado não devem ser utilizadas como talhadeiras ou alavancas.

Chaves para canos e tubos

A chave para canos é também conhecida pelos seguintes nomes: chave grifo e chave Stillson. É uma ferramenta específica para instalação e manutenção hidráulica. Sendo regulável, a chave para canos é uma ferramenta versátil e de fácil manuseio.

A chave para tubos, também conhecida pelo nome de *Heavy-Duty*, é semelhante à chave para canos, porém mais pesada. Presta-se a serviços pesados. A seguir, um modelo de chave para canos e um modelo de chave para tubos.

Tanto a chave para canos quanto a chave para tubos não devem ser usadas para apertar ou soltar porcas.

Chave de boca ajustável

Essa ferramenta tem uma aplicação universal. É muito utilizada na mecânica, em trabalhos domésticos e em serviços como montagem de torres e postes de eletrificação, e elementos de fixação roscados. A chave de boca ajustável não deve receber marteladas e nem prolongador no cabo para aumentar o torque.

No universo mecânico há muitas outras chaves de aperto e desaperto, e mais detalhes poderão ser encontrados nos catálogos dos fabricantes.

Alicates

Vejamos, agora, uma outra família de ferramentas muito empregadas em trabalhos mecânicos: os alicates. Alicate pode ser definido como uma ferramenta de aço forjado com-

posta de dois braços e um pino de articulação. Em uma das extremidades de cada braço existem garras, cortes e pontas que servem para segurar, cortar, dobrar, colocar e retirar peças de determinadas montagens. Existem vários modelos de alicate, cada um adequado a um tipo de trabalho.

Alicate universal

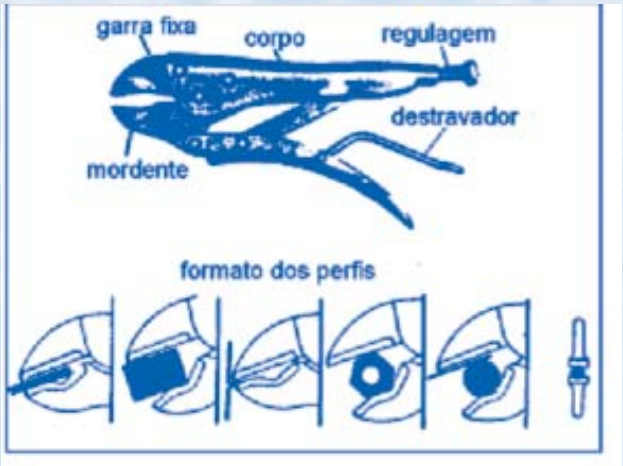
É o modelo mais conhecido e usado de toda família de alicates. Os tipos existentes no mercado variam principalmente no acabamento e formato da cabeça. Os braços podem ser plastificados ou não. Quanto ao acabamento, esse alicate pode ser oxidado, cromado, polido ou simplesmente lixado.

Quanto à resistência mecânica, o alicate universal pode ser temperado ou não. Quanto ao comprimento, as medidas de mercado variam de 150 mm a 255 mm.

O alicate universal é utilizado para segurar, cortar e dobrar.

Alicate de pressão

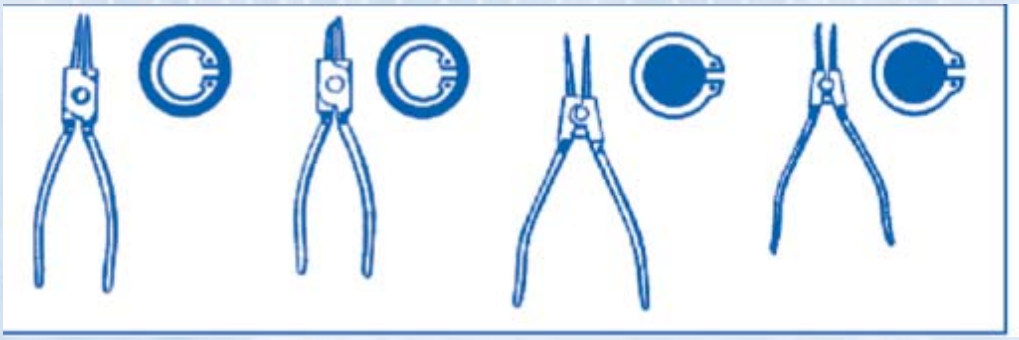
É uma ferramenta manual destinada a segurar, puxar, dobrar e girar objetos de formatos variados. Em trabalhos leves, tem a função de uma morsa. Possui regulagem de abertura das garras e variação no tipo de mordente, segundo o fabricante. Observe um alicate de pressão e os formatos dos perfis de algumas peças que ele pode prender.



Alicates para anéis de segmento interno e externo

É uma ferramenta utilizada para remover anéis de segmento, também chamados de anéis de segurança ou anéis elásticos. O uso desses alicates exige bastante atenção, pois suas pontas, ao serem introduzidas nos furos dos anéis, podem fazer com que eles escapem abruptamente, atingindo pessoas que estejam por perto.

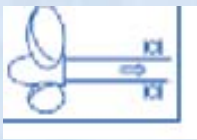
Os alicates para anéis de segmento interno e externo podem apresentar as pontas retas ou curvas.



ROLAMENTOS

Os tipos de rolamento construídos para suportar cargas atuando perpendicularmente ao eixo, tais como os rolamentos dos cubos de rodas, por exemplo, são chamados de rolamentos radiais.

Os rolamentos projetados para suportar cargas que atuam na direção do eixo são chamados de rolamentos axiais. Um rolamento axial pode ser usado, por exemplo, para suportar o empuxo da hélice propulsora de um navio. Muitos tipos de rolamento radiais são capazes de suportar, também, cargas combinadas, isto é, cargas radiais e axiais.



Aplicação de rolamentos

O arranjo de rolamentos, num elemento de máquina, pode ser feito de vários modos. É comum usar dois rolamentos espaçados a certa distância. Esses rolamentos podem ser alojados numa mesma caixa ou em duas caixas separadas, sendo a escolha feita com base no projeto da máquina e na viabilidade de empregar caixas menos onerosas.

A maioria das caixas padronizadas é construída para alojar um rolamento. Também são fabricadas caixas padronizadas para dois rolamentos, embora em menor quantidade.

Em certos tipos de máquina, os rolamentos são montados diretamente no corpo delas. Os redutores são um exemplo. Em tais casos, o fabricante da máquina deve projetar e produzir tampas e porcas, bem como projetar o sistema de vedação e de lubrificação.

Em outras aplicações, em vez do eixo girar, outros elementos de máquina é que giram sobre ele, que se mantém estacionado. É o caso das polias ou rolos não tracionados.

Como verificar as condições de um rolamento

O comportamento do rolamento pode ser verificado pelo tato e pela audição. Para checar o processo de giro, faz-se girar o rolamento, lentamente, com a mão. Esse procedimento permitirá constatar se o movimento é produzido com esforço ou não, e se ele ocorre de modo uniforme ou desigual. Na verificação pela audição, faz-se funcionar o rolamento com um número de rotações reduzido. Se o operador ouvir um som raspante, como um zumbido, é porque as pistas do rolamento estão sujas; se o som ouvido for estrepitoso, a pista apresenta danos ou descascamento; se o som ouvido for metálico, tipo silvo, é sinal de pequena folga ou falta de lubrificação. A verificação pelo ouvido pode ser melhorada colocando-se um bastão ou uma chave de fenda contra o alojamento onde se encontra o rolamento. Encostando o ouvido na extremidade livre do bastão ou no cabo da chave de fenda, ou ainda utilizando um estetoscópio eletrônico, os tipos de sonoridade poderão ser detectados facilmente.

Além dos ruídos, outro fator a ser observado nos rolamentos é a temperatura. A temperatura pode ser verificada por meio de termômetros digitais, sensíveis aos raios infravermelhos. Outra maneira de verificar a temperatura de um rolamento é aplicar giz sensitivo ou, simplesmente, colocar a mão no alojamento do rolamento.

Se a temperatura estiver mais alta que o normal ou sofrer constantes variações, isso significa que há algum problema no rolamento. O problema pode ser:

- lubrificação deficiente;
- lubrificação em excesso;
- presença de sujeiras;
- excesso de carga;
- folga interna muito pequena;
- início de desgastes;
- rolamento preso axialmente;
- excesso de pressão nos retentores;
- calor proveniente de fonte externa.

Salientemos que ocorre um aumento natural na temperatura, durante um ou dois dias, após a lubrificação correta de um rolamento. Outros pontos que devem ser inspecionados em um rolamento são os seguintes: vedações, nível do lubrificante e seu estado quanto à presença de impurezas.

Inspeção de rolamentos em máquinas

A inspeção de rolamentos em máquinas deve ser efetuada com as máquinas paradas para evitar acidentes. A seguinte seqüência de operações deve ser feita na fase de inspeção de um rolamento:

a) Limpar as superfícies externas e anotar a seqüência de remoção dos componentes da máquina.

b) Verificar o lubrificante. Vários tipos de impurezas podem ser sentidos pelo tato, bastando esfregar uma amostra do lubrificante entre os dedos. Uma fina camada de lubrificante espalhada nas costas da mão permitirá uma inspeção visual.

c) Impedir que sujeira e umidade penetrem na máquina, após a remoção das tampas e vedadores. Em caso de interrupção do trabalho, proteger a máquina, rolamentos e assentos com papel parafinado, plástico ou material similar. O uso de estopa é condenável, pois fiapos podem contaminar os rolamentos.

d) Lavar o rolamento exposto, onde é possível fazer uma inspeção sem desmontá-lo. A lavagem deve ser efetuada com um pincel molhado em querosene.

Procedimentos para desmontagem de rolamentos

Antes de iniciar a desmontagem de um rolamento recomenda-se, como primeiro passo, marcar a posição relativa de montagem, ou seja, marcar o lado do rolamento que está para cima e o lado que está de frente e, principalmente, selecionar as ferramentas adequadas.

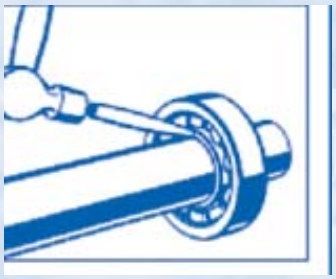
Vejamos como se faz para desmontar rolamentos com interferência no eixo, com interferência na caixa e montados sobre buchas.

A desmontagem de rolamento com interferência no eixo é feita com um saca-polias. As garras dessa ferramenta deverão ficar apoiadas diretamente na face do anel interno.

Quando não for possível alcançar a face do anel interno, o saca-polias deverá ser aplicado na face do anel externo, conforme figura abaixo. Entretanto, é importante que o anel externo seja girado durante a desmontagem. Esse cuidado garantirá que os esforços se distribuam pelas pistas, evitando que os corpos rolantes (esferas ou roletes) as marquem.

Na operação, o parafuso deverá ser travado ou permanecer seguro por uma chave. As garras é que deverão ser giradas com a mão ou com o auxílio de uma alavanca.

Na falta de um saca-polias, pode-se usar um punção de ferro ou de metal relativamente mole, com ponta arredondada, ou uma outra ferramenta similar. O punção deverá ser aplicado na face do anel interno. O rolamento não deverá, em hipótese alguma, receber golpes diretos do martelo. Esse método exige bastante cuidado, pois há riscos de danificar o rolamento e o eixo.



LUBRIFICAÇÃO INDUSTRIAL

A lubrificação é uma operação que consiste em introduzir uma substância apropriada entre superfícies sólidas que estejam em contato entre si e que executam movimentos relativos. Essa substância apropriada normalmente é um óleo ou uma graxa que impede o contato direto entre as superfícies sólidas.

Quando recobertos por um lubrificante, os pontos de atrito das superfícies sólidas fazem com que o atrito sólido seja substituído pelo atrito fluido, ou seja, em atrito entre uma superfície sólida e um fluido. Nessas condições, o desgaste entre as superfícies será bastante reduzido.

Além dessa redução do atrito, outros objetivos são alcançados com a lubrificação, se a substância lubrificante for selecionada corretamente:

- menor dissipação de energia na forma de calor;
- redução da temperatura, pois o lubrificante também refrigera;

• redução da corrosão;

• redução de vibrações e ruídos;

• redução do desgaste.

LUBRIFICANTES

Os lubrificantes podem ser gasosos como o ar; líquidos como os óleos em geral; semi-sólidos como as graxas e sólidos como a grafita, o talco, a mica, etc.

Classificação dos óleos quanto à origem

Quanto à origem, os óleos podem ser classificados em quatro categorias: óleos minerais, óleos vegetais, óleos animais e óleos sintéticos.

• Óleos minerais: São substâncias obtidas a partir do petróleo e, de acordo com sua estrutura molecular, são classificadas em óleos parafínicos ou óleos naftênicos;

• Óleos vegetais: São extraídos de sementes: soja, girassol, milho, algodão, arroz, mamona, oiticica, babaçu, etc.

• Óleos animais: São extraídos de animais como a baleia, o cachalote, o bacalhau, a capivara, etc.

• Óleos sintéticos: São produzidos em indústrias químicas que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas para fabricá-los. Essas substâncias podem ser silicones, ésteres, resinas, glicerinas, etc.

Aplicações dos óleos

Os óleos animais e vegetais raramente são usados isoladamente como lubrificantes, por causa da sua baixa resistência à oxidação, quando comparados a outros tipos de lubrificantes. Em vista disso, eles geralmente são adicionados aos óleos minerais com a função de atuar como agentes de oleosidade. A mistura obtida apresenta características eficientes para lubrificação, especialmente em regiões de difícil lubrificação.

Alguns óleos vegetais são usados na alimentação humana. Os óleos sintéticos são de aplicação muito rara, em razão de seu elevado custo, e são utilizados nos casos em que outros tipos de substâncias não têm atuação eficiente.

Os óleos minerais são os mais utilizados nos mecanismos industriais, sendo obtidos em larga escala a partir do petróleo.

Características dos óleos lubrificantes.

Os óleos lubrificantes, antes de serem colocados à venda pelo fabricante, são submetidos a ensaios físicos padronizados que, além de controlarem a qualidade do produto, servem como parâmetros para os usuários.

Os principais ensaios físicos padronizados para os óleos lubrificantes encontram-se resumidos na tabela a seguir.

TIPO DE ENSAIO	O QUE DETERMINA O ENSAIO
Viscosidade	resistência ao escoamento oferecido pelo óleo. A viscosidade é inversamente proporcional à temperatura. O ensaio é efetuado em aparelhos denominados viscosímetros. Os viscosímetros mais utilizados são o Saybolt, o Engler, o Redwood e o Ostwald.
Índice de Viscosidade	Mostra como varia a viscosidade de um óleo conforme as variações de temperatura. Os óleos minerais parafínicos são os que apresentam menor variação da viscosidade quando varia a temperatura e, por isso, possuem índices de viscosidade mais elevados que os naftênicos
Densidade relativa	Relação entre a densidade do óleo a 20ºC e a densidade da água a 4ºC ou a relação entre a densidade do óleo a 60ºF e a densidade da água a 60º F
Ponto de Fulgor (flash point)	Temperatura mínima à qual pode inflamar-se o vapor de óleo, no mínimo, durante 5 segundos. O ponto de fulgor é um dado importante quando se lida com óleos que trabalham em altas temperaturas.
Ponto de combustão	temperatura mínima em que se sustenta a queima do óleo
Ponto de mínima fluidez	Temperatura mínima em que ocorre o escoamento do óleo por gravidade. O ponto de mínima fluidez é um dado importante quando se lida com óleos que trabalham em baixas temperaturas.
Resíduos de carvão	resíduos sólidos que permanecem após a destilação destrutiva do óleo.

GRAXAS

As graxas são compostos lubrificantes semi-sólidos constituídos por uma mistura de óleo, aditivos e agentes engrossadores chamados sabões metálicos, à base de alumínio, cálcio, sódio, lítio e bário. Elas são utilizadas onde o uso de óleos não é recomendado. As graxas também passam por ensaios físicos padronizados e os principais encontram-se no quadro a seguir.

TIPO DE ENSAIO	O QUE DETERMINA O ENSAIO
Consistência	Dureza relativa, resistência à penetração
Estrutura	Tato, aparência
Filamentação	Capacidade de formar fios ou filamentos
Adesividade	Capacidade de aderência
Ponto de fusão ou gotejo	Temperatura na qual a graxa passa para o estado líquido

TIPOS DE GRAXA

Os tipos de graxa são classificados com base no sabão utilizado em sua fabricação.

- Graxa à base de alumínio: macia; quase sempre filamentosa; resistente à água; boa estabilidade estrutural quando em uso; pode trabalhar em temperaturas de até 71°C. É utilizada em mancais de rolamento de baixa velocidade e em chassis.

- Graxa à base de cálcio: vaselinada; resistente à água; boa estabilidade estrutural quando em uso; deixa-se aplicar facilmente com pistola; pode trabalhar em temperaturas de até 77°C. É aplicada em chassis e em bombas d'água.

- Graxa à base de sódio: geralmente fibrosa; em geral não resiste à água; boa estabilidade estrutural quando em uso. Pode trabalhar em ambientes com temperatura de até 150°C. É aplicada em mancais de rolamento, mancais de rodas, juntas universais, etc.

- Graxa à base de lítio: vaselinada; boa estabilidade estrutural quando em uso; resistente à água; pode trabalhar em temperaturas de até 150°C. É utilizada em veículos automotivos e na aviação.

- Graxa à base de bário: características gerais semelhantes às graxas à base de lítio.

- Graxa mista: é constituída por uma mistura de sabões. Assim, temos graxas mistas à base de sódio-cálcio, sódio-alumínio, etc.

Além dessas graxas, há graxas de múltiplas aplicações, graxas especiais e graxas sintéticas.

LUBRIFICANTES SÓLIDOS

Algumas substâncias sólidas apresentam características peculiares que permitem a sua utilização como lubrificantes, em condições especiais de serviço. Entre as características importantes dessas substâncias, merecem ser mencionadas as seguintes:

- baixa resistência ao cisalhamento;
- estabilidade a temperaturas elevadas;
- elevado limite de elasticidade;
- alto índice de transmissão de calor;
- alto índice de adesividade;
- ausência de impurezas abrasivas.

Embora tais características não sejam sempre atendidas por todas as substâncias sólidas utilizadas como lubrificantes, elas aparecem de maneira satisfatória nos carbonos cristalinos, como a grafita, e no bissulfeto de molibdênio, que são, por isso mesmo, aquelas mais comumente usadas para tal finalidade. A grafita, após tratamentos especiais, dá origem à grafita coloidal, que pode ser utilizada na forma de pó finamente dividido ou em dispersões com água, óleos minerais e animais e alguns tipos de solventes.

É crescente a utilização do bissulfeto de molibdênio (MoS_2) como lubrificante. A ação do enxofre (símbolo químico = S) existente em sua estrutura propicia uma excelente aderência da substância com a superfície metálica, e seu uso é recomendado sobretudo para partes metálicas submetidas a condições severas de pressão e temperaturas elevadas. Pode ser usado em forma de pó dividido ou em dispersão com óleos minerais e alguns tipos de solventes.

A utilização de sólidos como lubrificantes é recomendada para serviços em condições especiais, sobretudo aquelas em que as partes a lubrificar estão submetidas a pressões ou temperaturas elevadas ou se encontram sob a ação de cargas intermitentes ou em meios agressivos. Os meios agressivos são comuns nas refinarias de petróleo, nas indústrias químicas e petroquímicas.

ADITIVOS

Aditivos são substâncias que entram na formulação de óleos e graxas para conferir-lhes certas propriedades. A presença de aditivos em lubrificantes tem os seguintes objetivos:

- melhorar as características de proteção contra o desgaste e de atuação em trabalhos sob condições de pressões severas;
- aumentar a resistência à oxidação e corrosão;
- aumentar a atividade dispersante e detergente dos lubrificantes;
- aumentar a adesividade;
- aumentar o índice de viscosidade.

LUBRIFICAÇÃO DE MANCAIS DE ROLAMENTO

Os rolamentos axiais autocompensadores de rolos são lubrificados, normalmente, com óleo. Todos os demais tipos de rolamentos podem ser lubrificados com óleo ou com graxa.

Lubrificação com graxa

Em mancais de fácil acesso, a caixa pode ser aberta para se renovar ou completar a graxa. Quando a caixa é bipartida, retira-se a parte superior; caixas inteiriças dispõem de tampas laterais facilmente removíveis. Como regra geral, a caixa deve ser cheia apenas até um terço ou metade de seu espaço livre com uma graxa de boa qualidade, possivelmente à base de lítio.

Lubrificação com óleo

O nível de óleo dentro da caixa de rolamentos deve ser mantido baixo, não excedendo o centro do corpo rolante inferior. É muito conveniente o emprego de um sistema circulatório para o óleo e, em alguns casos, recomenda-se o uso de lubrificação por neblina.

Intervalos de lubrificação

No caso de rolamentos lubrificados por banho de óleo, o período de troca de óleo depende, fundamentalmente, da temperatura de funcionamento do rolamento e da possibilidade de contaminação proveniente do ambiente. Não havendo grande possibilidade de poluição e sendo a temperatura inferior a 50°C o óleo pode ser trocado apenas uma vez por ano. Para temperaturas em torno de 100°C, esse intervalo cai para 60 ou 90 dias.

Lubrificação dos mancais dos motores

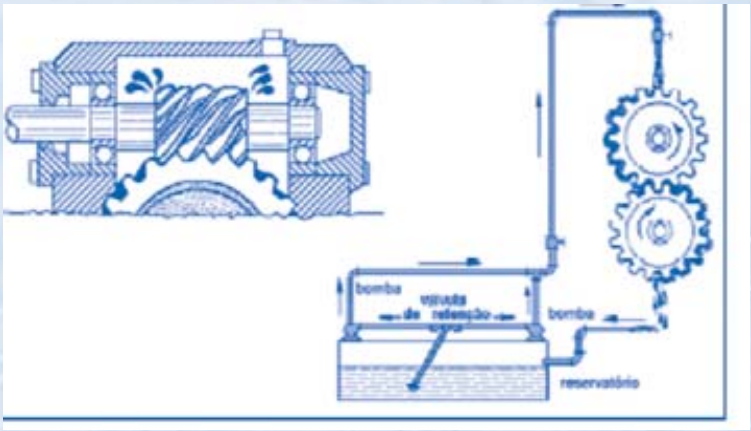
Temperatura, rotação e carga do mancal são os fatores que vão direcionar a escolha do lubrificante.

Regra geral:

- temperaturas altas: óleo mais viscoso ou uma graxa que se mantenha consistente;
- altas rotações: usar óleo mais fino;
- baixas rotações: usar óleo mais viscoso.

Lubrificação de engrenagens fechadas

A completa separação das superfícies dos dentes das engrenagens durante o engrenamento implica presença de uma película de óleo de espessura suficiente para que as saliências microscópicas dessas superfícies não se toquem. O óleo é aplicado às engrenagens fechadas por meio de salpico ou de circulação.



A seleção do óleo para engrenagens depende dos seguintes fatores: tipo de engrenagem, rotação do pinhão, grau de redução, temperatura de serviço, potência, natureza da carga, tipo de acionamento, método de aplicação e contaminação.

Lubrificação de engrenagens abertas

Não é prático nem econômico encerrar alguns tipos de engrenagem numa caixa — as chamadas engrenagens abertas. As engrenagens abertas só podem ser lubrificadas intermitentemente e, muitas vezes, só a intervalos regulares, proporcionando películas lubrificantes de espessuras mínimas entre os dentes, prevalecendo as condições de lubrificação limítrofe.

Ao selecionar o lubrificante de engrenagens abertas, é necessário levar em consideração as seguintes condições: temperatura, método de aplicação, condições ambientais e material da engrenagem.

Lubrificação de máquinas-ferramenta

Existe, atualmente, um número considerável de máquinas-ferramenta com uma extensa variedade de tipos de modelos, dos mais rudimentares àqueles mais sofisticados, fabricados segundo as tecnologias mais avançadas.

Diante de tão grande variedade de máquinas-ferramenta, recomenda-se a leitura atenta do manual do fabricante do equipamento, no qual serão encontradas indicações precisas para lubrificação e produtos a serem utilizados.

Para equipamentos mais antigos, e não se dispondo de informações mais precisas, as seguintes indicações genéricas podem ser obedecidas:

> Sistema de circulação forçada - óleo lubrificante de primeira linha com número de viscosidade S 215 (ASTM).

Lubrificação intermitente (oleadeiras, copo conta-gotas etc.) - óleo mineral puro com número de viscosidade S 315 (ASTM).

Fusos de alta velocidade (acima de 3.000 rpm) - óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 75 (ASTM).

Fusos de velocidade moderada (abaixo de 3.000 rpm) - óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 105 (ASTM).

Guias e barramentos - óleos lubrificantes contendo aditivos de adesividade e inibidores de oxidação e corrosão, com número de viscosidade S 1000 (ASTM).

Caixas de redução - para serviços leves podem ser utilizados óleos com número de viscosidade S 1000 (ASTM) aditivados convenientemente com antioxidantes, antiespumantes, etc. Para serviços pesados, recomendam-se óleos com aditivos de extrema pressão e com número de viscosidade S 2150 (ASTM).

Lubrificação à graxa - em todos os pontos de lubrificação à graxa se pode utilizar um mesmo produto. Sugere-se a utilização de graxas à base de sabão de lítio de múltipla aplicação e consistência NLGI 2.

Observações: S = Saybolt; ASTM = *American Society of Testing Materials* (Sociedade Americana de Materiais de Teste); NLGI = *National Lubricating Grease Institute* (Instituto Nacional de Graxa Lubrificante).

Em resumo, por mais complicada que uma máquina pareça, há apenas três elementos a lubrificar:

1 - Apoios de vários tipos, tais como: mancais de deslizamento ou rolamento, guia etc.

2 - Engrenagens de dentes retos, helicoidais, parafusos de rosca sem-fim, etc., que podem estar descobertas ou encerradas em caixas fechadas.

3 - Cilindros, como os que se encontram nos compressores e em toda a espécie de motores, bombas ou outras máquinas com êmbolos.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO - P.C.M.

Quanto maior a empresa, mais complexo se torna o PCM. O dimensionamento de um PCM depende diretamente do nível de planejamento e controle que se queira atingir, inclusive, lançando mão do uso de computadores. De qualquer forma, alguns princípios importantes poderão ser observados para organizar um PCM:

Planejamento do trabalho

Consiste em determinar o que deve ser feito. Há necessidade de:

- Separar os serviços conforme o prazo: diário, semanal e mais demorados;
- Análise das tarefas para determinar os melhores métodos e as seqüências das operações;
- Indicação das ferramentas e dos materiais técnicos exigidos;
- Apropriação do tempo necessário;
- Atribuições de responsabilidades pelos serviços a serem executados.

Cálculo do serviço

Consiste em providenciar com antecedência, cálculo das necessidades homens-hora, levando em conta custos, tipos de especialistas e operações. Necessita-se:

- Exame do serviço para fixar detalhes;
- Subdivisão das tarefas e seus principais componentes;
- Verificação, por meio de cálculos ou estatisticamente, das horas necessárias em cada tarefa, considerando a produtividade;
- Cálculo dos custos de mão-de-obra, materiais, peças e componentes.

Programa dos serviços

Determina-se quando o serviço deve ser feito e o tempo que cada fase exige para ser executada. São necessários:

- Determinação da data de início e fim, bem como estabelecimento do ritmo de execução;
- Fornecimento de ferramentas e materiais no momento mais oportuno;
- Escalação dos especialistas, supervisores ou chefes;
- Coordenação e entendimento com a produção;
- Comportamento da execução para que o programa seja cumprido ou ajustado.

Planejamento de pessoal

Determinar, em comum acordo com os líderes do setor envolvido, quais necessidades adequadas de pessoal e supervisão para que a manutenção seja executada com eficiência. São necessários:

- Previsão das necessidades de pessoal;

• Análise de proporções de chefia e/ou supervisão;

• Análise de funcionários indiretos (administrativo) adequados;

• Estabelecimento dos níveis de pessoal (técnico).

Orçamento

Prever custos de manutenção, de acordo com as diversas categorias que possam ser bem planejadas e, posteriormente controladas, considerando dados estatísticos (se houver) e aperfeiçoamento de cada novo orçamento. Orçamentos anuais com no mínimo duas revisões.

Passos necessários:

1 - Cálculo dos custos da manutenção, com base no capital investido, eficiência, qualidade dos serviços e do produto final;

2 - Confronto entre os custos reais e previstos para verificação de desvios e ajustes;

3 - Análise e determinação das causas dos desvios.

Desempenho

Fornecer métodos para comparar o desenvolvimento efetivo de pessoal e das máquinas de manutenção. Há necessidade de:

• Confronto do desempenho efetivo com o padrão estabelecido;

• Cálculo dos desvios em percentagem ou valor;

•Estabelecimento de procedimentos para fazer a necessária correção;

• Providências para serem feitas as correções;

• Determinações de métodos para verificar o andamento geral, em relação a pedidos de serviços aguardando execução, eficiência prevista, utilização e produtividade na manutenção;

• Colocação desses dados em forma utilizável.

Ferramentas

Melhorar o desempenho e a qualidade do serviço, bem como reduzir atrasos, mediante a utilização de ferramentas e condições adequadas, no tempo e no local determinado. Há necessidade de:

• Adotar, no almoxarifado de ferramentas, procedimentos para controlar a retirada e a devolução de materiais;

• Recondicionamento de ferramentas e adaptações, armazenar adequadamente as ferramentas.

Materiais e peças de reposição

Manter disponibilidade de materiais e peças sobressalentes novas e recuperadas, em quantidades suficientes para minimizar faltas e otimizar custos de estoque. Há necessidade de:

•Formar comissão de peças de reposição, com elementos integrantes da manutenção;

•Providenciar depósitos bem localizados e organizados;

• Implantar sistemas adequados de codificação, catalogação e registro de uso;

•Determinar saldos mínimos e máximos para reposição de estoques e quantidades a comprar; . Padronizar quantidades e itens estocados;

•Estabelecer relatórios sobre giro e valor dos estoques, por itens codificados;

• Estabelecer sistemática de recuperação de peças, internamente ou com terceiros.

Equipamentos, máquinas e instalações

Otimizar os custos da manutenção dos equipamentos. É necessário:

•Estabelecer sistema de documentação da manutenção feita nos equipamentos, máquinas e instalações;

•Registrar o custo de manutenção de cada máquina, equipamento e instalações;

•Providenciar um método para localizar custos excessivos e procedimentos capazes de evitá-los;

•Estabelecer política regulamentando a substituição de máquinas, equipamentos e instalações obsoletas.

Manutenção Preventiva e de Rotina (MP e MR)

Evitar ou minimizar falhas e quebras de máquinas e equipamentos, atrasos na produção, reduzir gastos com consertos e evitar depreciação ou deterioração exagerada. Há necessidade de:

• Estabelecer procedimentos e treinamento para verificar, inspecionar, lubrificar, limpar e revisar máquinas, equipamentos e instalações;

•Estabelecer freqüência adequada para os pontos acima;

• Incluir os devidos procedimentos nas fichas de registro, controle das máquinas e registros de custos;

•Estabelecer programações para os serviços e acompanhamento;

•Após cada preventiva, fazer auditoria técnica, analisar os resultados e tomar ação imediata, ou na próxima preventiva, com as devidas correções;

•Redesenhar peças que desgastam com mais freqüência.

Manutenção Corretiva (MC)

Reduzir o tempo, atrasos e gastos com casos de falhas e quebras, considerando fatores de custo. Há necessidade de:

•Estudar a distribuição e o uso do espaço útil para a fábrica ou empresa;

•Avaliar a eficiência operacional de ferramentas e equipamentos para as intervenções;

•Avaliar o programa de substituição de máquinas obsoletas, manutenção preventiva e de rotina;

•Determinar os melhores métodos de execução de consertos rápidos, regulagens e ajustes;

•Desenvolver esses métodos com o grupo;

•Analisar históricos das máquinas, equipamentos e instalações, bem como registros de custos;

• Redesenhar peças que quebram ou falham com mais freqüência.

A organização, planejamento e controle são fatores que proporcionam a confiabilidade no investimento manutenção. A estrutura organizacional, de planejamento e controle deverá ser montada em função dos recursos disponíveis. São porém vitais para a sobrevivência da manutenção e seus resultados. Mas, cuidado, nem sempre os recursos disponíveis são suficientes, como também poderão ser exagerados.

COMISSÃO EXECUTIVA DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO

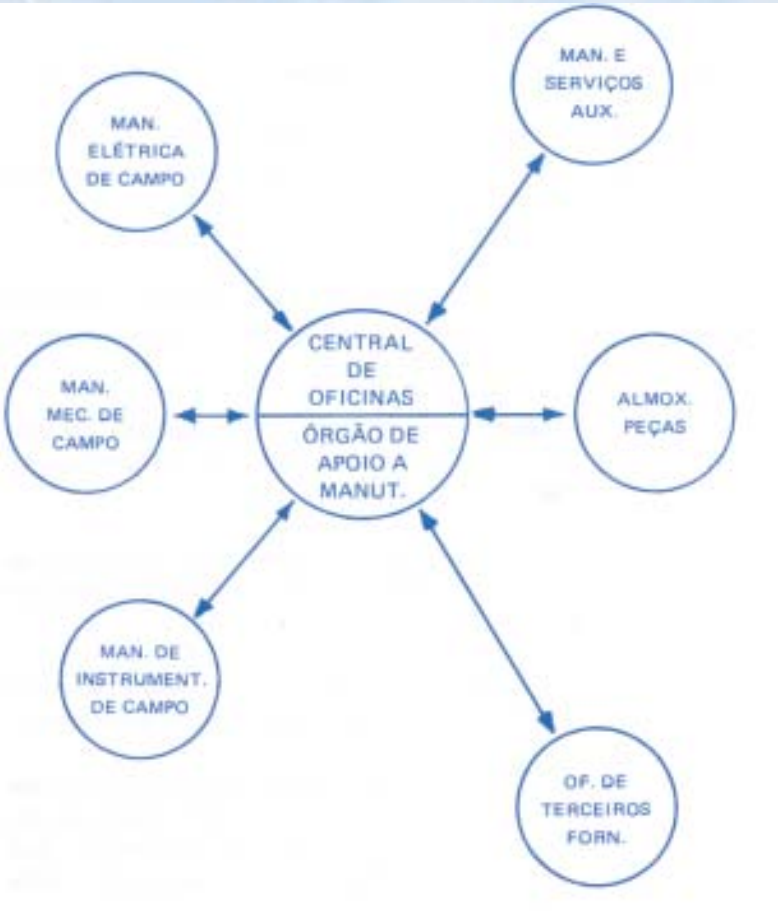
Dependendo do tamanho da empresa ou do número de máquinas, equipamentos e instalações, centralizadas ou não, as peças de reposição e recuperação de peças assumem importância vital no desempenho da manutenção total. A complexidade organizacional, estabelecimento de critérios, racionalização de estoques, etc., tornam a situação tão complexa que a melhor forma de se trabalhar com esse controvertido assunto (peças de reposição) é formando uma equipe, com

elementos de manutenção, suprimentos e almoxarifados, capacitada para resolver todo e qualquer assunto relativo a esses componentes de máquinas.

Responsabilidade e atribuições da comissão

Deve ser atribuída à comissão toda a responsabilidade por estudos, avaliações técnicas e administrativas de estoques, níveis máximos e mínimos, técnicas de fabricação e recuperação de peças, internas e externamente, definições de fornecedores qualificados, bem como, aqueles possíveis de serem feitos em oficina mecânica ou elétrica próprias, quantidade e/ou programas de entregas, aquisições de peças e desativação ou eliminação de estoques de itens obsoletos.

Oficinas de manutenção



Membros efetivos da comissão executiva

A comissão executiva de peças de reposição, para que haja envolvimento e as decisões sejam as mais coerentes possíveis, deve ser constituída de membros ativos no processo de manutenção, suprimentos e almoxarifados. Por exemplo:

- Coordenador de Oficina Mecânica e Elétrico-Eletrônica;
- Chefe ou responsável do P.C.M.
- Engenheiro de Projetos de Peças (se houver);
- Técnicos representantes de cada área ou setor específico.

Procedimentos

Dependendo da complexidade de equipamentos, máquinas e instalações, é conveniente estabelecer uma comissão em cada unidade fabril ou de serviço.

A comissão executiva de peças de reposição deve trabalhar de maneira autônoma e independente de qualquer autoridade técnica ou administrativa.

Dependendo do volume de análises de itens de peças de reposição que a comissão deve fazer, reuniões poderão ser realizadas duas ou três vezes por semana.

A comissão deve examinar todas as solicitações de compra e decidir, técnica e administrativamente, o futuro das mesmas.

Quanto a peças recuperadas, a comissão deve ter autoridade para decidir o reaproveitamento ou eliminação, analisando cada item. É bom lembrar que, desde que executada com qualidade, a recuperação de peças, de uma maneira geral, além de ter um custo de até 40% de uma peça nova, acaba tendo vida mais longa.

17 – SEGURANÇA NO TRABALHO

Todas as empresas do ramo de atividade Mecatrônica devem manter regulamentos internos de segurança e higiene do trabalho, como normas de procedimento, para que os técnicos da área possam recomendar e sugerir sempre a prevenção nas fases de integração e emprego das tecnologias. Essas normas são baseadas na NR-1 e são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT. Aliás, essa lei obriga os empregados e os empregadores a cumprirem as normas de Segurança no Trabalho, conforme os artigos abaixo que destacamos:

Art. 157 - Cabe às empresas:

I - cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;

II - instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;

III - adotar as medidas que lhe sejam determinadas pelo órgão regional competente;

IV - facilitar o exercício da fiscalização pela autoridade competente.

Art. 158 - Cabe aos empregados:

I - observar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções de que trata o item II do artigo anterior;

II - colaborar com a empresa na aplicação dos dispositivos desse Capítulo.

Parágrafo único - Constitui ato faltoso do empregado a recusa injustificada:

a) à observância das instruções expedidas pelo empregador na forma do item II do artigo anterior;

b) ao uso dos equipamentos de proteção individual fornecidos pela empresa.

O QUE É SEGURANÇA DO TRABALHO

A Segurança do Trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas que visam minimizar os acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais, assim como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador.

A Segurança do Trabalho tem por objetos as disciplinas que se seguem:

- Introdução à Segurança;
- Higiene e Medicina do Trabalho;
- Prevenção e Controle de Riscos em Máquinas;
- Equipamentos e Instalações;
- Psicologia na Engenharia de Segurança;
- Comunicação e Treinamento;
- Administração aplicada à Engenharia de Segurança;
- O Ambiente e as Doenças do Trabalho;
- Higiene do Trabalho;
- Metodologia de Pesquisa;
- Legislação;
- Normas Técnicas;
- Responsabilidade Civil e Criminal;
- Perícias;
- Proteção do Meio Ambiente;
- Ergonomia e Iluminação;
- Proteção contra Incêndios;
- Explosões e Gerência de Riscos.

O quadro de Segurança do Trabalho de uma empresa compõe-se de uma equipe multidisciplinar composta por Engenheiro, Técnico, Médico e Enfermeiro especializados. Esses profissionais formam o que comumente é chamado de SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho.

Também os empregados da empresa constituem a CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, que tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador.

A Segurança do Trabalho é definida por normas e leis. No Brasil, a Legislação de Segurança do Trabalho compõe-se de Normas Regulamentadoras, Normas Regulamentadoras Rurais, outras leis complementares, como portarias e decretos e também pelas convenções Internacionais da Organização Internacional do Trabalho, ratificadas pelo Brasil.

Antes de ser uma imposição legal, tem como resultado o benefício de uma melhor organização das empresas, o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos e a maior harmonia nas relações humanas no trabalho.

ACIDENTE NO TRABALHO

Acidente de trabalho é aquele que acontece no exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional podendo causar morte, perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Equiparam-se aos acidentes de trabalho:

- o acidente que acontece quando você está prestando serviços por ordem da empresa fora do local de trabalho;
- o acidente que acontece quando você estiver em viagem a serviço da empresa;
- o acidente que ocorre no trajeto entre a casa e o trabalho ou do trabalho para casa;
- doenças profissionais, ou doenças provocadas pelo tipo de trabalho;
- as doenças causadas pelas condições do trabalho.

  - Acidente de trajeto: é aquele sofrido no percurso, rota, caminho, itinerário ou trajeto da residência para o local de trabalho ou empresa e vice-versa no horário das atividades profissionais.
  - Doenças Ocupacionais: entende-se por doenças ocupacionais (do trabalho) aquelas adquiridas ou desencadeadas em função de condições especiais do trabalho.

Doenças Ocupacionais também são sinônimos de Acidente de Trabalho. Lembre-se que quem provocou um acidente do trabalho, praticou um CRIME.

O acidente de trabalho deve-se principalmente a duas causas:

- **Ato inseguro:** ato contra as normas de segurança, praticado com a consciência de que são atos com grande potencial de risco. São exemplos de atos inseguros: subir em telhado sem cinto de segurança contra quedas; ligar tomadas de aparelhos elétricos com as mãos molhadas; dirigir em altas velocidades.
- **Condição Insegura:** quando o ambiente de trabalho oferece condição de perigo ou risco ao trabalhador. São exemplos de condições inseguras: instalação elétrica com fios desencapados; máquinas em estado precário de manutenção; andaime de obras de construção civil feitos com materiais inadequados.

Eliminando-se as condições inseguras e os atos inseguros é possível reduzir os acidentes e as doenças ocupacionais. Esse é o papel da Segurança do Trabalho.

Tipos de riscos existentes no local de trabalho:

Físicos - ruídos, vibrações, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, frio (artificial), calor (artificial), pressões anormais e umidades

Químicos - poeira, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores, substâncias compostas de produtos químicos

Biológicos - vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas, bacilos

Ergonômicos - esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso, exigência da chefia ou prática de postura inadequada, controle rígido de produtividades, imposição de ritmo excessivo, jornada de trabalho prolongada, monotonia e repetitividade, outras situações causadoras de estresse físico ou psíquico e pressão

Acidentes - arranjo físico inadequado, máquina e equipamento sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas ou desgastadas, iluminação inadequada ou deficiente, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosões, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, outras situações de risco que poderiam contribuir para ocorrências de acidentes

ONDE ATUA O PROFISSIONAL DE SEGURANÇA DO TRABALHO

O profissional de Segurança do Trabalho deve atuar em todas as esferas da sociedade onde há trabalhadores. Em geral, ele atua em fábricas de alimentos, construção civil, hospitais, empresas comerciais e industriais, grandes empresas estatais, mineradoras e de extração. Também deve atuar na área rural, em empresas agroindustriais.

O que faz o profissional de Segurança do Trabalho

O profissional de Segurança do Trabalho atua conforme sua formação, como médico, enfermeiro, engenheiro ou técnico. O campo de atuação é muito vasto. Em geral o engenheiro e o técnico de segurança atuam em empresas organizando programas de prevenção de acidentes, orientando a CIPA e os trabalhadores quanto ao uso de equipamentos de proteção individual, elaborando planos de prevenção de riscos ambientais, fazendo inspeção de segurança, laudos técnicos e ainda organizando e dando palestras e treinamento. Muitas vezes esse profissional também é responsável pela implementação de programas de meio ambiente e ecologia na empresa.

O médico e o enfermeiro do trabalho dedicam-se à saúde ocupacional, prevenindo doenças, fazendo consultas, tratando ferimentos, ministrando vacinas, fazendo exames de admissão e periódicos nos empregados.

Equipamento de proteção coletiva - EPC

São dispositivos utilizados no ambiente de trabalho com objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos existentes em seu local de trabalho.

Ex: corrimão de escada, extintores de incêndios, exaustores, ventiladores, proteção em partes móveis de máquinas, mangueira de incêndio, hidrantes, guarda-corpo, tapumes, dispositivos de segurança, ar condicionado, proteção de máquinas.

Equipamento de proteção individual - EPI

Considera-se Equipamento de Proteção Individual – EPI - todo dispositivo de uso individual, de fabricação nacional ou estrangeira, destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento. Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), na Norma Regulamentadora 6 (NR- 6), da Portaria 3.214, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Tipos de EPI

EPI para Proteção da Cabeça: capacetes

EPI para Proteção dos Olhos e Face: óculos e máscaras

EPI para Proteção Auditiva: protetores auriculares

EPI para Proteção Respiratória: respiradores e filtros

EPI para proteção do Tronco: luvas de segurança, creme e manga

EPI para proteção dos Membros Superiores: luvas de segurança

EPI para Proteção dos Membros Inferiores: calçados

EPI para Proteção do Corpo Inteiro: macacão e vestimentas

EPI para Proteção contra Quedas com Diferença de Nível: dispositivos trava-quedas.

Obrigações do empregador

Obriga-se o empregador quanto ao EPI a:

a) adquirir o tipo adequado à atividade do empregado;

b) fornecer ao empregado somente EPI aprovado pelo Ministério do Trabalho e Emprego com Certificado de Aprovação (C.A.);

c) treinar o trabalhador sobre o seu uso adequado;

d) tornar obrigatório o seu uso;

e) substituí-lo, imediatamente, quando danificado ou extraviado;

f) responsabilizar-se pela sua higienização e manutenção periódica;

g) comunicar ao SESMT qualquer irregularidade observada no EPI.

Obrigações do empregado.

Obriga-se o empregado, quanto ao EPI, a:

a) usá-lo apenas para a finalidade a que se destina;

b) responsabilizar-se por sua guarda e conservação;

c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso.

Obrigações do empregado acidentado

Todo acidente do trabalho será obrigatoriamente comunicado ao chefe imediato do acidentado, imediatamente após a sua ocorrência, para comprovação e atendimento médico. Não sendo possível em função da lesão, a comunicação deverá ser feita pela chefia imediata como também pelo colega que presenciou o fato.

No caso de desobediência do que dispõe o item anterior, resultando, pelo conseqüente retardamento da prestação de uma conveniente assistência médica, farmacêutica e hospitalar, agravações ou complicações da lesão inicial, as leis brasileiras não podem cumprir suas finalidades.

No caso de acidente do trabalho fora da empresa, o acidentado providenciará a comunicação do mesmo, pelo meio mais rápido existente, para que o Setor de Segurança tome as providências necessárias.

COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES - CIPA

A CIPA foi criada em 1944, no governo de Getúlio Vargas.

Tem como objetivo primordial *"prevenir os acidentes e as doenças do trabalho".*

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA - é um órgão formado por representantes da empresa e funcionários, cuja ação é a de investigar as causas de acidentes, propor medidas corretivas, bem como recomendações de normas preventivas, as quais todos os funcionários devem acatar, cooperando para que prevaleça o espírito prevencionista dentro da Empresa.

Os membros da CIPA têm as seguintes atribuições:

Identificar os riscos do processo de trabalho, e elaborar o mapa de riscos, com a participação do maior número de trabalhadores, com assessoria do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), onde houver.

Elaborar plano de trabalho que possibilite a ação preventiva na solução de problemas de segurança e saúde no trabalho.

Participar da implementação e do controle da qualidade das medidas de prevenção necessárias, bem como da avaliação das prioridades de ação nos locais de trabalho.

Realizar, periodicamente, verificações nos ambientes e condições de trabalho visando à identificação de situações que venham a trazer riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Campanhas de segurança

A CIPA trabalha anualmente com campanhas que têm por finalidade divulgar conhecimentos, auxiliando na educação sobre prevenção e segurança, com o objetivo de desenvolver a consciência da importância de se eliminar acidentes e criar atitudes prevencionistas.

A SIPAT - Semana Interna de Prevenção de Acidentes - é promovida anualmente em toda empresa com o objetivo de despertar a consciência em relação à segurança e à saúde do trabalho.

Várias atividades são programadas durante essa semana. Dentre elas:

a) Projeção de filmes enfocando a segurança no trabalho;

b) Palestras sobre prevenção com especialistas convidados;

c) Bingos e sorteios com enfoque para a segurança, com entrega de brindes para melhor motivação dos participantes;

d) Concurso de cartazes com a participação de filhos de trabalhadores.

As responsabilidades de todos na aplicação da segurança do trabalho

A responsabilidade pela Segurança e Higiene no Trabalho compete a todos, além do atendimento por parte de cada trabalhador de todas as Regras de Segurança do Trabalho que constam da CTPS.

De forma geral, os setores ou áreas de Segurança e Higiene do Trabalho têm como grandes responsabilidades:

- Administrar o Programa de Segurança do Trabalho;
- Assessorar todos os setores da Empresa nos aspectos de Segurança do Trabalho;
- Elaborar procedimentos, normas e manuais de segurança, (gerais para empregados; específicos para determinados serviços; para empreiteiras, etc.);
- Orientar tecnicamente o cumprimento das NRs (Normas Regulamentadoras).

Exemplos:

Treinamento dos trabalhadores sobre os riscos da atividade, das instalações e obrigações recíprocas - NR-1;

Exames Médicos - NR-7;

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - NR-9;

Operadores de Empilhadeiras - NR-11;

Inspeções de Segurança nas Caldeiras - NR-13;

Atividades e operações Insalubres - NR—15;

Atividades e operações Perigosas - NR—16;

Nível de Iluminamento / Ergonomia - NR-17.

- Inspecionar o local de trabalho, os maquinários e equipamentos, verificar os perigos de acidentes, propor medidas para evitar acidentes e não prejudicar a saúde dos empregados (enclausuramento acústico, etc.).

- Determinar o uso de EPI, verificar a qualidade, conforto, orientar a forma de utilização, manter atualizado o C.A. (Certificado de Aprovação) e manter atualizada a listagem orientativa por linha de atividade.

- Assessorar nos projetos e na implantação de novas instalações físicas e tecnológicas da Empresa.

- Apoio técnico na investigação de todos os acidentes e estabelecer medidas preventivas e/ou corretivas.

- Manter cadastro e analisar estatísticas dos acidentes.

- Emitir CAT (Comunicação de Acidente de Trabalho) em conjunto com o Serviço de Saúde Ocupacional.

- Elaborar periodicamente mapeamento e laudos de avaliação ambiental e insalubridade, solicitando correções.

- Efetuar integração para os novos empregados, ministrando cursos de capacitação em Segurança do Trabalho com parte teórico-prática e no local de trabalho.

- Apoiar tecnicamente a CIPA.
- Promover Campanha de Prevenção de Acidentes.

- Preparar material para o Diálogo de Segurança a ser efetuado através dos supervisores / encarregados com os empregados.

- Orientar as empreiteiras/terceirizadas quanto à obrigatoriedade de atender as Normas de Segurança do Trabalho na Empresa.

- Elaborar listas de pendências para Manutenção, solicitando cronograma e acompanhando o cumprimento de prazos programados.

- Efetuar inspeções para verificação da utilização de EPI e de outros atos inseguros.

- Aprovação para o funcionamento de equipamento, seja operacional do processo ou de proteção coletiva recém-instalado no setor, em conjunto com outros setores envolvidos, verificando também a relação de pessoal autorizado para operar e executar atividades de manutenção da máquina.

- Aprovação para execução de serviços especiais e em planos anormais, como: serviços em altura, soldagem e corte fora de área apropriada da manutenção, etc.

- Administrar controles de EPI e uniformes sempre considerando a eficiência, durabilidade e aceitação pelos trabalhadores;

- Ministrar palestras e cursos internos de reciclagem.

- Administrar Brigada contra Incêndio / Primeiros Socorros.

- Inspecionar extintores e providenciar cargas e testes.

- Acompanhar inspeções de Seguradora.

- Emitir laudos técnicos para INSS, extrajudiciais, etc.

- Atender Fiscalização.

- Demarcar faixas de Segurança. Esse serviço pode e deve ser executado pela Manutenção, Engenharia e terceirizadas.

- Acompanhar aspectos de ordem: arrumação e limpeza.

- Administrar a SIPAT (Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho).

- Orientar isolamento de áreas para evitar acidentes.

- Fixar sinalizações e placas de segurança informativas.

- Acompanhar a destinação de resíduos industriais e orientar sobre o manuseio e acondicionamento correto.

- Contribuir para a disciplina dos empregados e na qualidade total do produto.

NORMAS

As Normas Regulamentadoras seguintes estão diretamente relacionadas à Segurança e Saúde no Trabalho, em especial ao profissional técnico em eletrônica e mecânica:

NR-10 **- Eletricidade** - Fixa as condições mínimas exigidas para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em suas etapas, incluindo projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação e, ainda, a segurança de usuários e terceiros.

NR-11 **- Movimentação de Materiais** - Estabelece normas de segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras. O armazenamento de materiais deverá obedecer aos requisitos de segurança para cada tipo de material.

NR-12 **- Máquinas e Equipamentos** - Estabelece os procedimentos obrigatórios nos locais destinados a máquinas e equipamentos, como piso, áreas de circulação, dispositivos de partida e parada, normas sobre proteção de máquinas e equipamentos, bem como manutenção e operação.

NR-13 **- Caldeiras e Vasos sob Pressão** - Estabelece procedimentos obrigatórios nos locais onde se situam as caldeiras de qualquer fonte de energia, projeto, acompanhamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

NR-14 **- Fornos** - Estabelece os procedimentos mínimos, fixando construção sólida, revestida com material refratário, de forma que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância, oferecendo o máximo de segurança e conforto aos trabalhadores.

NR-15 **- Atividades e Operações Insalubres** - Estabelece os procedimentos obrigatórios, nas atividades ou operações insalubres que são executadas acima dos limites de tolerância previstos na Legislação, comprovadas através de laudo de inspeção do local de trabalho. Agentes agressivos: ruído, calor, radiações, pressões, frio, umidade, agentes químicos, etc.

NR-16 **- Atividades e Operações Perigosas** - Estabelece os procedimentos nas atividades exercidas pelos trabalhadores que manuseiam ou transportam explosivos ou produtos químicos, classificados como inflamáveis, substâncias radioativas e serviços de operação e manutenção.

NR-25 **- Resíduos Industriais** - Estabelece os critérios que deverão ser adotados nos locais de trabalho, definindo métodos, equipamentos e medidas necessárias, de forma a evitar riscos à saúde e à segurança do trabalhador.

NR-26 **- Sinalização de Segurança** (portaria 3214/78) - Fixa padrões de cores que devam ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando, delimitando e advertindo contra riscos.

NR-27 **- Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTE -** Estabelece que o exercício da profissão depende de registro no Ministério do Trabalho, efetuado pela SSST, com processo iniciado através das DRT.

NR-28 **- Fiscalização e Penalidades** - Estabelece procedimentos para a fiscalização, o embargo, a interdição e as penalidades, no cumprimento das disposições legais ou regulamentares sobre segurança e saúde do trabalhador, em obediência ao disposto nos Decretos Leis.

18 - GESTÃO E QUALIDADE

A QUALIDADE NA EMPRESA

Até pouco tempo, o conceito de qualidade baseava-se em experiências e modelos existentes em países de culturas e hábitos diferentes dos nossos. É natural que esses modelos e experiências de sucesso, aceitos e testados lá fora, sejam aplicados aqui. Para isso, porém, temos também que incorporar a eles a nossa maneira de ser, entender e fazer negócios.

Considerando as características de mercado para as quais a empresa está voltada, a qualidade depende de recursos materiais, mas principalmente das pessoas, pois essas interagem fortemente com o andamento da atividade empresarial, através de seus ideais, desejos, crenças e limitações, os quais também fazem parte do processo.

É de suma importância entender que a qualidade deve ser percebida pelas pessoas que estão envolvidas no processo de aquisição de produtos ou serviços que comercializamos, nunca apenas pela visão particular do empreendedor.

Assim sendo, o empreendedor e seus colaboradores devem ter sempre em mente que:

- Qualidade é valor percebido e exigido pelo cliente;
- Todos devem estar comprometidos com a qualidade na empresa;
- Qualidade é ausência de defeitos.

Buscando melhoria de produtividade e excelência

Já se foram os tempos em que a idéia de qualidade era considerada um diferencial no mundo dos negócios. Hoje ela é um componente que os clientes deliberadamente já esperam adquirir junto com seus produtos ou serviços.

A qualidade influi de forma decisiva como a ferramenta-mestra para o aumento da produtividade. É fundamental perceber que ela não deve ser vista como um custo e sim como um investimento, que acabará sempre retornando seja em lucro, produtividade ou excelência.

É muito importante que sejam aplicados permanentemente no dia-a-dia de trabalho as seguintes premissas:

• Busque sempre estabelecer metas e controlar resultados;

• Combata toda e qualquer forma de desperdício;

• Cuide de seu ambiente de trabalho - o *layout* ajuda na qualidade e produtividade;

• Abuse de sua criatividade e a estimule em seu grupo de colaboradores;

• Agregue mais valor a seus produtos e serviços; seja um cliente de seu próprio negócio.

GESTÃO PELA QUALIDADE

Aqui devemos reafirmar que qualidade, tendo sido conceituada inicialmente como ausência de defeitos, deve ser a base para conduzir todas as ações na empresa; todavia, devem ser também incorporadas as qualificações e capacitações que cada empreendedor possui e melhor sabe utilizar, focando sempre seus clientes e mercados.

Compreendida essa combinação, devem os empresários entender que para se gerenciar pela qualidade deve-se trabalhar com uma nova cultura: a cultura da qualidade, que racionaliza custos, padroniza e formaliza processos e também executa permanentemente busca pela melhoria continuada. É óbvio que isso leva certo tempo, que geralmente não é curto, e muitos empresários desanimam no meio do caminho.

A gestão da qualidade implica considerar alguns aspectos fundamentais, como:

• A importância estratégica da qualidade deve ser compreendida e disseminada por todos no negócio, a todo o momento;

• Criar indicadores que possibilitem medir de forma contínua os serviços e produtos, buscando sua constante melhoria;

• Criar um ambiente de trabalho que possibilite aos colaboradores a oportunidade de sugerir e implementar ações criativas e empreendedoras, sempre com a responsabilidade que compete a cada um;

• Estimular trabalhos em equipe visando a melhorias no relacionamento entre todos os envolvidos no negócio, sejam eles clientes, fornecedores ou colaboradores.

Para se obter sucesso no gerenciamento pela qualidade, o empreendedor deverá observar rigorosamente o cumprimento de dez mandamentos que levarão sua empresa a uma posição de destaque:

TOTAL SATISFAÇÃO DO CLIENTE: Na estrutura tradicional da empresa, quase sempre os clientes são colocados como receptores passivos dos produtos e dos serviços oferecidos. Não raro, são vistos como aqueles que perturbam a rotina. Na gestão pela qualidade, coloca-se o cliente como a pessoa mais importante para o seu negócio. Tudo que a ele se relaciona torna-se prioritário.

A total satisfação é a mola-mestra da gestão pela qualidade. Os clientes são a própria razão de existência de uma organização. A empresa que busca qualidade estabelece um processo sistemático e permanente de troca de informações e mútuo aprendizado com seus clientes. Depois, transforma essas impressões em indicadores de seu grau de satisfação.

A empresa precisa prover as necessidades e superar as expectativas do cliente. A gestão pela qualidade assegura a satisfação de todos os que fazem parte dos diversos processos da empresa: clientes externos e internos, diretos e indiretos, parceiros e colaboradores.

GERÊNCIA PARTICIPATIVA: É preciso criar a cultura da participação e passar as informações necessárias aos colaboradores. A participação fortalece decisões, mobiliza forças e gera o compromisso de todos com os resultados. Ou seja: responsabilidade. O principal objetivo é conseguir o "efeito sinergia", onde o todo é maior que a soma das partes.

Novas idéias devem ser estimuladas e a criatividade aproveitada para o constante aperfeiçoamento e a solução dos problemas. Dar ordens e exigir obediência é restringir ao mínimo o potencial do ser humano. No processo de gestão pela qualidade, gerenciar é sinônimo de liderar. E liderar significa mobilizar esforços, atribuir responsabilidades, delegar competências, motivar, debater, ouvir sugestões, compartilhar os objetivos, informar, transformar grupos em verdadeiras equipes.

A participação, muitas vezes, não ocorre porque:

- Nunca foi priorizada;
- Por desconhecimento dos processos da empresa, sua linha de negócios e seus clientes;
- Faltam técnicas adequadas para a análise e solução de problemas.

É preciso eliminar o medo e ouvir sempre os colaboradores e seus clientes.

DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS: É possível ter o máximo controle sobre os colaboradores, determinar normas rígidas, supervisionar, fiscalizar. Mas nada será tão eficaz quanto o espírito de colaboração e a iniciativa daqueles que acreditam no trabalho.

As pessoas são a matéria-prima mais importante na organização. Elas buscam não apenas remuneração adequada, mas espaço e oportunidade para demonstrar aptidões, participar, crescer profissionalmente e ver seus esforços reconhecidos. Satisfazer tais aspirações é multiplicar o potencial de iniciativa e trabalho. Ignorá-las é condenar os colaboradores à rotina, ao comodismo, à alienação, clima exatamente contrário ao espírito da gestão pela qualidade.

Para que os colaboradores tenham uma nova postura em relação ao trabalho, primeiro é preciso que cada um conheça o negócio e as metas da empresa. O empreendedor também deve aproveitar os conhecimentos, as técnicas e as experiências deles e investir em educação, treinamento, formação e capacitação das pessoas.

CONSTÂNCIA DE PROPÓSITOS: A adoção de novos valores é um processo lento e gradual, que deve levar em conta a cultura existente na empresa. Os novos princípios devem ser repetidos e reforçados, estimulados em sua prática, até que a mudança desejada se torne irreversível. É preciso persistência e continuidade.

O papel do empreendedor é fundamental para a prática dos mandamentos da gestão pela qualidade.

É preciso ter coerência nas idéias e transparência nas realizações.

Além disso, o planejamento estratégico é fundamental e denota constância de propósito.

APERFEIÇOAMENTO CONTÍNUO: O avanço tecnológico, a renovação dos costumes e do comportamento levam a mudanças rápidas nas reais necessidades dos clientes.

Acompanhar e até mesmo antecipar as mudanças que ocorrem na sociedade com o contínuo aperfeiçoamento é uma forma de garantir mercado e descobrir novas oportunidades de negócios. Além disso, não se pode ignorar a crescente organização da sociedade civil, que vem conquistando novas leis e regulamentos para a garantia dos produtos e serviços.

Não há mais espaço para acomodação, passividade, submissão. O sucesso empresarial está comprometido com a implantação de uma cultura de mudança, de contínuo aperfeiçoamento. É o que acontece quando a empresa oferece mais pelo que é cobrado, superando as expectativas e ganhando a admiração dos clientes.

A empresa deve estar atenta para:

- A busca de inovações nos produtos, serviços e processos;
- A criatividade e flexibilidade de atuação;
- A análise de desempenho com a concorrência;
- A ousadia de propor e assumir novos desafios;
- A capacidade de incorporar novas tecnologias.

São esses os caminhos para a excelência. Mas é bom lembrar que é mais fácil melhorar o que pode ser medido. Deve-se criar um conjunto de indicadores que retrate a situação existente para depois compará-la com outras situações em que as melhorias e inovações introduzidas possam ser avaliadas.

GERÊNCIA DE PROCESSOS: A gerência de processos faz com que se economize tempo e dinheiro quando se está realizando algo. Sempre que dividimos uma ação em partes, torna-se mais fácil controlar e garantir o resultado final. Todas as empresas têm seus processos, sejam de atendimento, compras, vendas, fabricação ou entrega; entretanto, poucas conhecem bem como eles se relacionam entre si. A falta de qualidade de um pode comprometer todos os demais.

Garantir a qualidade em cada fase significa preocupar-se com a garantia de toda a operação, exigindo menores esforços e causando menos atritos, pois muitas vezes não dá para fazer mais nada a não ser xingar e jogar fora um produto ou serviço mal executado.

DELEGAÇÃO: O melhor controle é aquele que resulta da responsabilidade atribuída a cada um. Só com os três atributos divinos - onipresença, onisciência e onipotência - seria fácil ao empresário desempenhar a mais importante missão dentro da organização: relacionar-se diretamente com todos os clientes, em todas as situações. A saída é delegar pela competência.

Mas é necessário saber delegar: transferir poder e responsabilidade a pessoas que tenham condições técnicas e emocionais para bem assumir o que lhes for delegado. É preciso contar ainda com um ágil sistema de comunicação, capaz de proporcionar respostas rápidas. Assim, é possível vencer medos, barreiras, preconceitos associados à divisão de poder e responsabilidade.

Delegar significa colocar o poder de decisão o mais próximo da ação, o que quase sempre é feito com base em procedimentos escritos. O regulamento não pode ser embaraço à solução das situações imprevistas: o bom senso deve prevalecer. A presteza com que o cliente é atendido determina a aproximação ou a rejeição à empresa.

DISSEMINAR A INFORMAÇÃO: A implantação da gestão pela qualidade tem como pré-requisito transparência no fluxo de informações dentro da empresa. Todos devem entender qual é o negócio, a missão, os grandes propósitos e os planos empresariais.

A participação coletiva na definição dos objetivos é a melhor forma de assegurar o compromisso de todos com sua execução. Serve também para promover maior conhecimento do papel que a atividade de cada um representa.

A comunicação com os clientes, efetivos ou potenciais, é imprescindível. É importante transmitir a eles a idéia da missão da empresa, seus objetivos, produtos e serviços.

GARANTIA DA QUALIDADE: A base da garantia da qualidade está no planejamento e na sistematização (formalização) de processos. Essa formalização estrutura-se na documentação escrita, que deve ser de fácil acesso, permitindo identificar o caminho percorrido.

O registro e o controle de todas as etapas relativas à garantia proporcionam maior confiabilidade ao produto. Em qualquer atividade produtiva, fazer certo da primeira vez é o desejável. No setor de serviços, especialmente em consumo instantâneo, acertar de primeira é fundamental. A garantia de qualidade desses serviços é assegurada pela utilização das técnicas de gerência de processos.

NÃO ACEITAÇÃO DE ERROS: Se errar é humano, acreditamos que acertar também é. Entretanto, quando erramos, apenas corrigimos a falha sem nos preocuparmos com sua repetição.

Todos na empresa devem ter clara noção do que é estabelecido como "o certo". Essa noção deve nascer de um acordo entre empresa e clientes, com a conseqüente formalização dos processos correspondentes dentro do princípio da garantia da qualidade.

Desvios podem e devem ser medidos para localizar a causa principal do problema e planejar ações corretivas. O custo de prevenir erros é sempre menor do que o de corrigi-los. O erro é mais oneroso quando aparece mais cedo no processo e é percebido mais tarde. Um erro na concepção do projeto pode colocar a perder todo o empreendimento.

Dessa forma, a gestão pela qualidade deverá sempre focar uma mudança de cultura buscando subsídios nos pontos abaixo:

- racionalização de custos;
- padronização e formalização de rotinas e processos;
- busca da melhoria continuada da qualidade;
- valorização do ambiente de trabalho.

Racionalização dos custos

Se considerarmos que o objetivo de uma empresa é a satisfação das pessoas com ela envolvidas (clientes, colaboradores e sócios), temos que desmembrar esse objetivo em objetivos secundários, quais sejam: qualidade intrínseca (do produto ou serviço), custo (envolvendo preço e lucro) e atendimento (prazo de entrega e quantidade). São os objetivos secundários que norteiam o gerenciamento da empresa.

Assim, se o custo é um fator importante na obtenção da qualidade de um produto ou serviço, é importante o conhecimento do "custo agregado" em cada uma das etapas do processo.

Existem algumas maneiras de se abordar os custos envolvidos. Em princípio, podemos classificá-los em "Custos Diretos" e “Custos Indiretos".

“Custos Diretos" podemos dizer que são os custos envolvidos com os controles (ou falhas nos controles), isto é, com as averiguações e análises para que se atinjam melhores níveis de qualidade; são os custos incorridos: com o objetivo de garantir uma conformidade com a qualidade; com as inspeções de matérias-primas e materiais, inspeções e testes durante o processo de fabricação e inspeções e testes no produto final; com as falhas, que são as perdas resultantes da rejeição de produtos considerados como refugo, as perdas decorrentes de materiais recebidos com defeito, bem como os retrabalhos com os produtos defeituosos. São ainda considerados como diretos os custos gerados pelas falhas dos produtos após a entrega aos clientes, isto é, são custos decorrentes do atendimento a reclamações, com a reposição e reparo dos produtos.

"Custos Indiretos" podemos dizer que são aqueles custos praticamente imensuráveis. Mas, se possível, devem ser de alguma forma estimados, por exemplo, custo com a perda de reputação, conseqüência da insatisfação dos clientes.

Em um processo de gerenciamento da qualidade são necessárias informações que indiquem, para diversas áreas da empresa, a necessidade de introdução de melhorias nos processos e nos procedimentos, com o objetivo de eliminar desperdícios e reduzir custos.

Quanto se deve investir em qualidade para se ter menores custos?

A experiência tem mostrado que com o investimento em qualidade há uma sensível redução nos custos, além de aumento na produtividade, como conseqüência da redução das perdas, dos retrabalhos e das devoluções.

Sabemos que quanto mais investimentos forem feitos em controles (maior custo de controle), menores serão as falhas (menor custo das falhas) e vice-versa. Na prática, devem ser feitas análises dos custos e avaliações dos investimentos e feitas correlações com alguns indicadores de desempenho.

Análise dos resultados de investimentos em qualidade

Devem ser escolhidos alguns indicadores para quantificação dos custos envolvidos com a qualidade, antes e depois dos investimentos. Esses indicadores vão depender do tipo de empresa e do tipo de informação que se deseja obter.

Alguns exemplos:

- Quantidade e custo de produtos refugados;
- Quantidade e custo dos retrabalhos;
- Quantidade e custo de matérias-primas refugadas em relação ao total consumido;
- Percentual de entregas fora do prazo, resultantes de problemas de qualidade;
- Quantidade e custo das devoluções para reparo;
- Quantidade e custo das reposições;
- Perdas de faturamento pela reclassificação como produto de segunda linha.

Se possível, é interessante determinar através de pesquisas a quantidade de clientes insatisfeitos. Segundo alguns indicadores, o número de clientes insatisfeitos pode chegar a ser de 10 a 20 vezes o número de clientes que reclamam.

Padronização e formalização de rotinas e processos

O futuro de uma empresa depende de sua capacidade de atender os requisitos de qualidade que o mundo externo solicita. Ela precisa produzir e entregar bens e serviços que satisfaçam as demandas e expectativas de clientes e usuários. Para tanto, é fundamental que seja conhecido e dominado o seu processo operacional.

Quanto sou melhor ou pior que meus concorrentes? Essa pergunta deveria ser normalmente feita pelos empresários. A resposta vem sempre do mercado, e a melhor qualidade, o melhor preço, o melhor atendimento é que definem o sucesso ou não da empresa.

Para que essas condições sejam atendidas, há necessidade de uma padronização dos produtos/serviços e dos processos.

Há muito convivemos com padrões; talvez seja até impossível a vida hoje sem eles. Quer exemplos? Quantas marcas de cartucho de tinta existem? E qualquer uma delas pode ser usada na nossa impressora? Quando você precisa trocar uma peça qualquer do seu carro, basta comprá-la, você não precisa testar para ver se ela serve. Esses são os frutos das padronizações dos produtos.

Mas como se garante a padronização de um produto ou serviço? Além do cumprimento às especificações do produto em si, padronizando-se a forma em que são feitas as coisas, isto é, padronizando-se o processo.

Imagine em uma padaria: cada vez que fosse produzir pão, se cada padeiro o fizesse com uma receita diferente e um molde diferente. Teríamos pães com formatos, tamanhos e pesos desiguais com gostos diferentes, uns mais doces e outros mais salgados, seria uma tortura para o cliente poder comprá-los, pois precisaria prová-los um a um antes de levar. Fica fácil de imaginar o prejuízo do padeiro quando o cliente provar, mas não quiser levar. Nota-se também que o cliente perderá muito tempo nessa compra, preferindo fazê-la em outro lugar.

Tudo isso por falta de uma padronização do produto e do processo.

Outro exemplo: quando vamos ao salão de beleza e preferimos ser atendidos por um determinado cabeleireiro . Caso ele esteja atendendo outro cliente, aguardamos até que ele se desocupe em vez de cortarmos nosso cabelo com um outro cabeleireiro que esteja livre. Por quê? Isso é bom para o dono do salão? Creio que não. O que aconteceria se esse cabeleireiro fosse embora? Provavelmente levaria todos seus clientes com ele, deixando o dono do salão em uma má situação.

Situações como essas são resolvidas com a padronização do processo de atendimento.

Como estabelecer um padrão? Uma forma, talvez a melhor, é reunir as pessoas envolvidas para discutir as diversas possibilidades, utilizar as sugestões dos operários mais experientes até um consenso. O consenso assegura que a execução será de acordo com o que foi estabelecido.

E como se capacitam as pessoas para agirem da mesma maneira? Através das rotinas.

Quer ter uniformidade no processo e, conseqüentemente qualidade no produto ou serviço? Evite orientações verbais, descreva e documente um meio comprovado de fazer as coisas, ou seja, a forma de você fazer seus negócios.

Quando se adota rotinas, fica claro o "como fazer", e todos que fizerem o farão do mesmo modo e, uma vez registrado esse modo, torna-se parte do manual de qualidade da empresa.

Uma das vantagens em padronizar procedimentos ou rotinas é que, quando da implantação, poderemos perceber a necessidade de melhorias no método por causa de falhas existentes, podendo corrigi-las de modo a se evitar sua reincidência.

Essa prática chama-se gerenciamento da rotina e é feita através de melhorias constantes e da manutenção dos processos existentes. Quando houver a necessidade de alterações ou aperfeiçoamentos, esses deverão ser novamente documentados, padronizados e repassados a todos os colaboradores para que possam ser executados.

O objetivo de gerenciar a rotina é garantir continuamente o aperfeiçoamento da qualidade, revisando e aprimorando os procedimentos, métodos e atividades que promovam o sucesso da empresa, onde as pessoas realmente façam o melhor de si.

Contudo, uma coisa é importante: as rotinas devem ser simples, de fácil entendimento e devem constar os padrões necessários, tais como: padrões especificados pelos clientes; padrões técnicos; padrões de produtividade e também os fluxos de informações. Deve-se ter sempre em mente que a padronização é apenas um meio de se conseguir melhor qualidade.

Imagine a situação em que você acaba de perder um colaborador e, por não ter todos os seus procedimentos padronizados, incorre em problemas tais como: tarefas incompletas, dúvidas, perdas de tempo e, logicamente, oferta de produto ou serviço incompatível com o que o cliente deseja. Não precisa dizer mais nada: vai perder clientes e possivelmente todo o mercado.

Busca da melhoria continuada da qualidade

Como manter o meu negócio competitivo? Essa também é umas das perguntas que todos os empresários deveriam fazer sempre. Entretanto, a maioria pensa que para isso são necessárias grandes soluções, com investimentos altos ou implementação de tecnologias avançadas, que estão fora de seu alcance. Felizmente isso não é verdade. Na realidade, muitas pequenas empresas têm mostrado que podem ser competitivas com criatividade e pequenas melhorias sem grandes investimentos.

Muito se questiona sobre pequenas melhorias nos resultados da empresa. Algumas pessoas em sua descrença exclamam: Imagine se uma pequena mudança pode melhorar os resultados da minha empresa!

Com certeza, uma melhoria só dificilmente resultará no esperado, mas não devemos esquecer que o resultado de muitas melhorias será grande. Essa descrença, ainda enraizada no meio dos empresários, sem dúvida, é a primeira barreira a ser derrubada. Se isso não ocorrer, toda e qualquer melhoria, por mais criativa que seja, dificilmente será implementada.

O primeiro passo para se criar uma cultura dentro da empresa de "sempre buscar o melhor" é eliminar esse descrédito dos empresários e posteriormente criar um ambiente estimulador junto aos colaboradores, para que esses contribuam com sugestões e idéias.

É lógico que, como em qualquer programa, a implementação de melhorias deve ter objetivos claros e bem focados, fundamentados por políticas definidas e estruturadas da empresa. Devemos estar cientes de que para atingir os objetivos da política da empresa deve haver o envolvimento e a participação de todos os colaboradores da empresa. A palavra 'colaboradores' é usada para dar um sentido mais amplo, pois devemos entender como colaboradores não somente os colaboradores, mas também os parceiros comerciais, parentes e sócios que contribuem em tempo parcial com a empresa.

Para que as melhorias tenham realmente efetividade, é preciso verificar se estão focadas e em conformidade com a política da empresa. As melhorias que solicitam recursos financeiros devem ser priorizadas e bem planejadas. Para as melhorias que não necessitam de investimentos, todos os esforços devem ser direcionados para implementá-las.

Outra grande barreira para a implantação de qualquer mudança é a resistência existente nas pessoas envolvidas no ambiente da mudança. Para que as pessoas não criem essas barreiras é preciso envolvê-las, expondo qual o objetivo da mudança e solicitando sugestões sobre o que está sendo proposto. É importante que as pessoas se sintam envolvidas e responsáveis pela melhoria que está sendo implementada. O sucesso deve ser compartilhado com todas as pessoas envolvidas na implantação.

Para a perpetuação da melhoria são necessários o monitoramento dos resultados e suas divulgações. Em caso de desvios ocorridos nos resultados esperados, o processo deve ser reavaliado e corrigido juntamente com as pessoas envolvidas. Se necessário, deve-se reciclar a orientação das pessoas até a sua consolidação.

O que podemos entender como melhorias em uma empresa?

Tudo que agrega mais qualidade e valor aos produtos, aos serviços e ao atendimento a clientes.

Como e onde elas podem ser implantadas?

- No produto: pequenas alterações funcionais, introdução de inovações, melhoria de processos, substituição de materiais.
- Nos serviços: clareza de descrição dos serviços executados, melhoria na conformidade, padrões da qualidade, padrões de execução dos serviços.
- No atendimento a clientes: rapidez no atendimento, eficácia nas informações, melhoria na efetividade do atendimento, atenção ao cliente.

As empresas em que existe a preocupação da busca contínua de melhorias destacam-se das demais empresas por estarem sempre apresentando algo a mais que os concorrentes.

Valorização do ambiente de trabalho

Quando se inicia uma empresa, imagina-se produzir com qualidade. Seus empreendedores acreditam piamente que os seus clientes irão reconhecer essa qualidade na hora da compra e, até mais, acreditam que a fidelidade do cliente, artigo caro hoje em dia, estará garantida ao se efetuar uma venda. Mas nem sempre é assim.

Um erro clássico está em se tocar apenas a qualidade do produto, que é importante, mas não o suficiente. É preciso muito mais, como criar um ambiente organizacional harmonioso, limpo, ajustado às condições do empreendedor e da empresa. É preciso destacar que o ambiente organizacional harmonioso depende fundamentalmente das pessoas e da sua disciplina com relação ao ambiente que se quer dentro da empresa.

Portanto, a tarefa mais importante do empreendedor é motivar seus colaboradores - recurso mais valioso que a empresa possui - a dar o melhor deles. Cabe a ele inspirar cada colaborador a empregar um alto padrão de qualidade pessoal. Os colaboradores devem ser convencidos de que não é apenas a empresa que se beneficiará se fizerem um bom trabalho; os benefícios serão para todos.

Para que uma empresa mobilize a energia, faça emergir a criatividade e a iniciativa de seus colaboradores, é necessário que se crie uma cultura comum, disposta a aceitar mudanças.O melhor ponto de partida para o desenvolvimento da qualidade em uma empresa é o desempenho e a atitude de seus colaboradores em direção à qualidade.

Mas como podemos iniciar essa mudança?

Começamos admitindo que qualidade só acontece em ambientes limpos, organizados e saudáveis.

Se a sua empresa ainda não é assim, por que não começar a transformação a partir de agora? Lembre-se que toda mudança começa sempre pelo primeiro passo.

Em primeiro lugar, é dentro de seu ambiente de trabalho, junto com seus colaboradores, que você passa a maior parte de seu tempo útil e, assim sendo, esse ambiente merece ser organizado e harmonioso. Faça uma pequena reunião com eles e relacione o que está desorganizado, como pode ser arrumado e quando isso deverá ser feito.

Além disso, utilize as seguintes frases para iniciar essas mudanças:

O QUE NÃO SERVE SÓ ATRAPALHA: Queremos dizer que, se você jogar fora, vender ou doar o que não serve para nada, acabará conseguindo mais espaço útil para suas atividades. Tomemos como exemplo um galpão; seu espaço é nobre, caro demais para o empreendedor, não podendo ser desperdiçado para guardar lixo que um dia poderá ser utilizado.

Ao se remover prateleiras e pilhas mal organizadas de sobras de materiais, equipamentos fora de uso ou de utilização esporádica, libera-se um espaço precioso, onde pode ser instalado um equipamento ou uma bancada produtiva. Além disso, o fluxo de movimentação torna-se mais ágil quando se eliminam os obstáculos ao transporte de materiais, produtos etc.

O ganho de espaço ocioso pode evitar as despesas de aluguel de um novo galpão para a ampliação da capacidade produtiva, influindo diretamente nos seus gastos.

UMA COISA EM CADA LUGAR E UM LUGAR PARA CADA COISA: Qualidade, disciplina e organização sempre andam juntas. Ensine seus colaboradores a manter a organização da empresa, guardando sempre o que já foi usado no lugar determinado logo após a utilização. Vale lembrar que ensinar exige dedicação e persistência, logo, não espere mudanças de comportamento do dia para a noite.

A PRIMEIRA IMPRESSÃO É A QUE FICA: Enxergue sua empresa com os olhos de seu cliente; qual seria a reação dele ao ver o que você está vendo? A limpeza e conservação das instalações e equipamentos, bem como a higiene pessoal dos colaboradores sempre se refletem na qualidade de seus produtos e serviços.

Seus colaboradores são o primeiro contato que seus clientes têm com sua empresa e a razão pela qual continuarão a realizar negócios com você.

SAÚDE É FUNDAMENTAL: Tenha sempre em mente os cuidados com a sua própria integridade física e a de seus colaboradores. Condições de iluminação, ventilação, postura física, entre outros, alteram tanto a qualidade do trabalho como a produtividade.

Esteja sempre atento às críticas, sugestões e comentários dos clientes sobre seus produtos e serviços, sendo flexível às mudanças sugeridas. Vale sempre lembrar que são os clientes que garantem a perenidade do nosso negócio.

Qualidade sempre foi um grande diferencial competitivo. Hoje, além disso, é uma exigência de mercado e uma obrigação da empresa.

SEUS COLABORADORES FAZEM A DIFERENÇA: Atualmente as empresas têm dispensado pouquíssima atenção à qualidade de seus colaboradores cujos esforços são cruciais, tanto para a qualidade do produto quanto do serviço. Os esforços e desempenho desses colaboradores determinam a percepção que o cliente tem sobre a qualidade de sua empresa, uma empresa de qualidade tem clientes e ambientes satisfeitos. Clientes satisfeitos traduzem-se em melhores resultados financeiros e em aprimoramento da imagem, propiciando um futuro brilhante e sustentável.

Um sentimento de orgulho em relação às conquistas da empresa cria o espírito de equipe que motiva e encoraja o desenvolvimento de um ambiente mais criativo. Dessa forma, um ciclo positivo de desenvolvimento tem continuidade e se fortalece. Esforços e desempenho com qualidade de seus colaboradores determinam o futuro de sua empresa.

Então se lembre: é difícil de se imaginar que uma empresa atenda com freqüência às necessidades de qualidade de seus clientes sem que seus bens e serviços sejam produzidos e entregues por pessoas que executam seus serviços com responsabilidade, esmero e qualidade.

O PROGRAMA DOS 5S'S
PRÁTICA JAPONESA COM SOTAQUE BRASILEIRO

A implantação do Programa 5S's é uma prática desenvolvida no Japão desde a década de 60, por meio da qual os pais ensinavam a seus filhos princípios educacionais que os acompanhavam até a fase adulta. A denominação é devido a cinco atividades seqüenciais e cíclicas iniciadas pela letra 'S' que, traduzidas, significam:

Seiri - Organização

Seiton - Ordem

Seiso - Limpeza

Seiketsu - Conservação

Shitsuke - Disciplina

É uma ferramenta muito poderosa, e todos os setores de produção atendem a tais requisitos. Ela está associada às atividades diárias e depende de disciplina e disposição das pessoas para mudar hábitos e vícios.

Os principais objetivos desse programa são:

- melhorar as condições de trabalho
- reduzir desperdícios
- aumentar a produtividade
- aproveitar o tempo e o espaço físico
- prevenir acidentes
- melhorar a qualidade de vida
- melhorar continuamente os processos
- melhorar o atendimento ao cliente

O que são os 5S's?

Seiri

Classificar, mantendo somente o necessário na área de trabalho, manter em um local distante itens com uso menos freqüente e descartar em definitivo itens desnecessários.

O Seiri luta contra o hábito de manter objetos ao seu lado somente porque serão úteis algum dia.

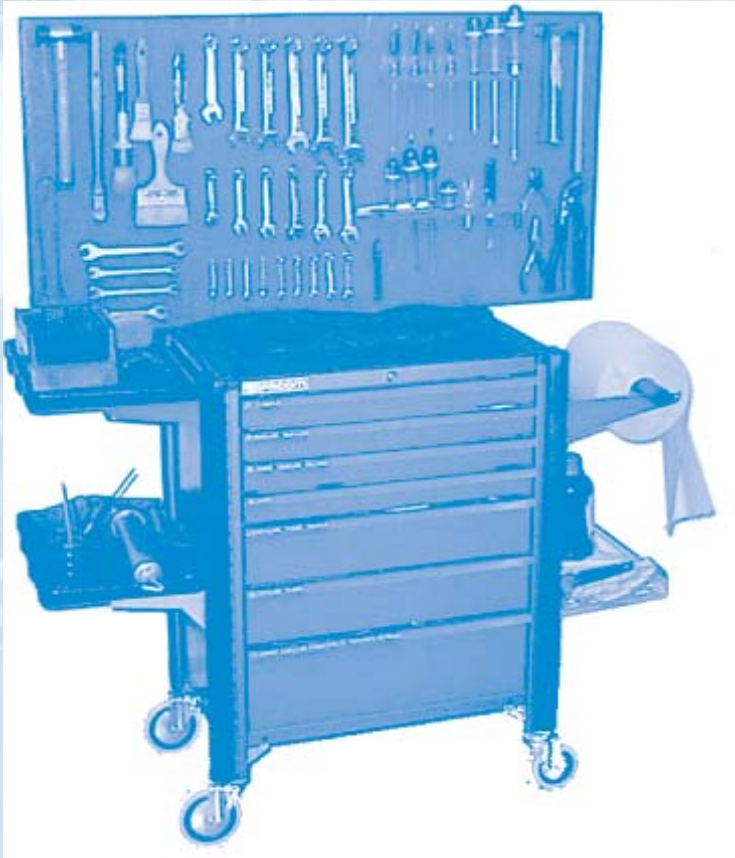
O Seiri ajuda a manter a área de trabalho arrumada, melhora a busca e eficiência no retorno de informações e geralmente amplia espaço no local de trabalho.

Seiton

"Um lugar para tudo e tudo em seu devido lugar."

Arranjo sistemático para o mais eficiente retorno.

Painel de ferramentas (ver figura abaixo):



Efetivar o Seiton significa identificar locais, desenhar mapas de localização, indexar arquivos físicos e virtuais de forma que todos os colaboradores tenham e conheçam a forma de acesso, ou seja, é necessário que todos tenham as ferramentas em mãos.

Seiso

Limpar. Após o primeiro processo de limpeza quando implementado o 5S, a permanência da limpeza diária é necessária para manter o desenvolvimento do programa. A limpeza facilita a localização imediata de irregularidades no ambiente, fator que passaria sem ser notado antes da implantação. A limpeza regular é uma espécie de inspeção.

Seiketsu

Padronizar. Está é a ordem. Manter a saúde funcional. Uma vez que os primeiros três S foram implantados, esse é o momento da padronização, ou seja, manter as boas práticas de trabalho na área. Sem isso, a situação cairá em um processo de abandono e os velhos hábitos retornarão. É importante um processo simples de padronização para desenvolver a estrutura e dar suporte a ela. É importante permitir que os colaboradores juntem-se ao desenvolvimento dos processos de padronização. É comum e providencial adotar, nesse momento, atividades que aprimorem aspectos de saúde e qualidade de vida para o corpo de colaboradores.

Os três primeiros S são executados em ordem. O período de duração de cada um pode ser definido pela Equipe de coordenação do 5S. O Seiketsu ajuda a transformar o procedimento padrão em uma coisa natural.

Shitsuke

Finalmente, manter vivos os 4 S. Isso é necessário para manter o corpo funcional em educação constante visando a manter os processos padronizados. Mostrar a melhora dos resultados através de gráficos e promover e agregar novas idéias assegurará que o processo se mantenha vivo, expandindo-se para outros pontos da empresa.

O efeito da melhora contínua proporcionará menor desperdício, melhor qualidade e ganhos expressivos na administração do tempo.

Sugestões para os 5 S's

O princípio do 5S é gradual e necessariamente nessa ordem: 5S é para todos, ou seja, é impossível pensar no Programa 5S sendo aplicado pela equipe operacional sem que a equipe gerencial participe ou apóie.

O 5S mostra a eficiência na condução do tempo, transformando a área física de trabalho e o comportamento de todos os níveis hierárquicos da empresa. Realmente nada disso parece novidade ou tão complicado, no entanto, experimente aplicar os conceitos do 5S em sua vida pessoal (em

sua casa). Serão encontradas situações de desafio e principalmente relutância em mudar. Nesse caso, chame a resistência para participar e opinar.

Depois do sucesso, nunca deixe de manter o processo vivo.

MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O método de solução de problemas é fundamental para que o controle da qualidade possa ser exercido através do PDCA, de modo a:

Planejar a Qualidade: Estabelecimento de Padrões

Manter a Qualidade: Manutenção dos Padrões de Qualidade; qualidade-padrão; custo-padrão; atendimento-padrão...

Melhorar a Qualidade: Estabelecimento de Novos Padrões - produto/serviço melhor, mais barato, mais fácil manutenção, mais seguro, menor tempo de produção...

Método de Solução de Problemas "*QC Story*"

- As empresas têm problemas que dificultam a obtenção de uma melhor qualidade e produtividade, e um estado de excelência.
- Para a solução dos problemas é necessária a identificação da sua causa básica.
- A identificação da causa básica dos problemas deve ser feita através da análise dos processos, de acordo com uma seqüência de procedimentos lógicos, baseada em fatos e dados.

O CICLO PDSA

O ciclo PDSA (ciclo de Shewhart) ajuda a gerência a preparar e executar planos que reduzem a diferença entre as necessidades dos clientes e o desempenho de processos.

- Etapa Planejar (Plan)
- Etapa Fazer (Do)
- Etapa Estudar (Study)
- Etapa Agir (Act)

O ciclo PDSA opera reconhecendo que problemas (oportunidades de melhoria) em um processo são determinados pela diferença entre necessidades do cliente.

(Interno e/ou Externo) e o desempenho do processo.

"Uma diferença grande pode significar uma alta insatisfação do cliente, mas também uma grande oportunidade para a melhoria. Uma diferença pequena pode significar baixa insatisfação do cliente, e conseqüentemente menor oportunidade de melhoria" (Howard S. Gitlow)

Primeira Etapa: Planejar

Coleta de dados para definição de um plano de ações para a redução da diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo.

Segunda Etapa: Fazer

O plano estabelecido na primeira etapa é colocado em operação sendo conduzido no ambiente de trabalho ou em pequena escala, com clientes tanto internos quanto externos.

Terceira Etapa: Estudar

Contínuo monitoramento do plano colocado em operação na segunda etapa, respondendo duas questões básicas:

1 - Variáveis do processo manipuladas estão reduzindo a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo?

2 - Os efeitos resultantes do plano estão criando problemas ou melhorias?

Quarta Etapa: Agir

Implementação das modificações do plano descobertas na etapa Estudar, estreitando ainda mais a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo.

Conseqüentemente o ciclo do PDSA permanece para sempre na melhoria contínua do processo expandido.

19 – MATEMÁTICA APLICADA

INTRODUÇÃO

O objetivo desse capítulo é rever conhecimentos básicos em matemática do ensino médio e relacioná-los com os temas do dia-a-dia pessoal e profissional.

As operações

São elas:

- adição
- subtração
- multiplicação
- divisão

Vamos lembrar como essas operações são feitas e, principalmente, quando devemos utilizá-las na solução de um problema. Muita gente pensa que quem faz contas com rapidez é bom em matemática. É engano! Fazer contas rapidamente é uma habilidade que se adquire com a prática. Muito mais importante que fazer contas com rapidez é descobrir quais são as operações que devemos usar para resolver um problema. Portanto, em matemática, o mais importante é o raciocínio. Para começar, leia os quatro problemas abaixo e tente descobrir quais são as contas que devem ser feitas.

Um motorista de táxi andou 180 km em certo dia e 162 km no dia seguinte. No total, quanto ele andou nesses dois dias?

Uma mercadoria que custa R$ 37,00 foi paga com uma nota de R$ 50,00. De quanto foi o troco?

Uma caixa de leite tipo “longa vida” possui 16 litros de leite. Quantos litros existem em 12 caixas?

Devo repartir 24 balas igualmente entre meus três filhos. Quantas balas deve receber cada um?

Em todos os exemplos desse capítulo, usaremos apenas números inteiros. Eles são os nossos conhecidos 0, 1, 2, 3, ... e também os negativos - 1, - 2, - 3, ...

A adição

Podemos pensar na operação de adição quando queremos juntar as coisas que estão separadas.

EXEMPLO 1

Em uma pequena escola, existem 3 turmas: uma com 27 alunos, outra com 31 alunos e outra com 18 alunos. Quantos alunos existem ao todo nessa escola?

Para reunir os alunos das 3 turmas, devemos somar a quantidade de alunos de cada turma. A operação que devemos fazer é:

$$27 + 31 + 18 = 76$$

Existem, portanto, 76 alunos nessa escola.

A subtração

Podemos pensar na operação de subtração quando queremos tirar uma quantidade de uma outra para ver quanto sobra. Veja o exemplo.

EXEMPLO 2

Uma secretária recebeu a tarefa de preparar 90 envelopes de correspondência. Até a hora do almoço, ela já tinha feito 52. Quantos ela ainda tem de fazer? Temos aqui um exemplo claro de operação de subtração. A operação que devemos fazer é:

$$90 - 52 = 38$$

A multiplicação

A multiplicação nada mais é que uma soma com parcelas iguais. Por exemplo:

$$7 + 7 + 7 + 7 + 7 = 5 \times 7 = 35$$

O número 7 apareceu 5 vezes. Então, 7 vezes 5 dá 35. Da mesma forma:

$$5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 7 \times 5 = 35$$

Agora, o número 5 apareceu 7 vezes. Então 5 vezes 7 dá 35. Você já sabe que, em uma multiplicação cada número chama-se fator. Vamos, agora, recordar algumas propriedades da multiplicação.

A divisão

Podemos pensar na divisão quando queremos dividir um total de partes iguais ou quando queremos saber quantas vezes um número cabe no outro.

EXEMPLO 3

Desejamos colocar 80 lápis em 5 caixas, de maneira que todas as caixas tenham o mesmo número de lápis. Quantos lápis devemos colocar em cada caixa?

A resposta é fácil. Basta dividir 80 por 5.

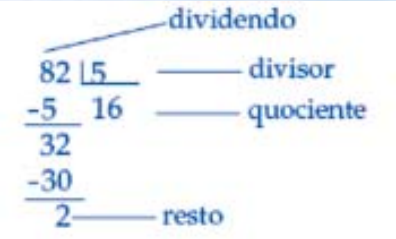
$$80 / 5 = 16$$

Logo, cada caixa deve conter 16 lápis.

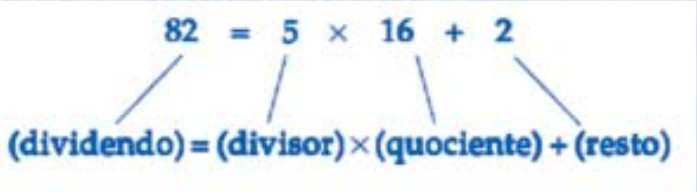
No exemplo que acabamos de ver, a divisão foi exata, ou seja, conseguimos colocar a mesma quantidade de lápis em cada caixa sem que sobrasse nenhum.

O que aconteceria, entretanto, se tivéssemos 82 lápis para pôr nas 5 caixas? A resposta é fácil. Cada caixa continuaria com 16 lápis, mas sobrariam 2.

Veja a operação:

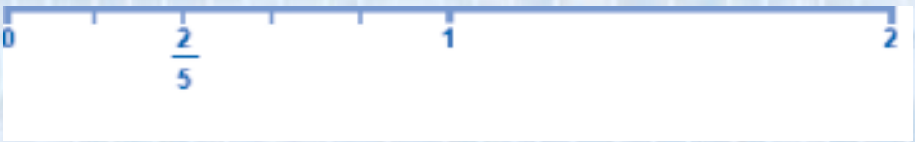


Na operação acima, 82 é o dividendo, 5 é o divisor, 16 é o quociente e 2 é o resto. Esses quatro números se relacionam da seguinte forma:



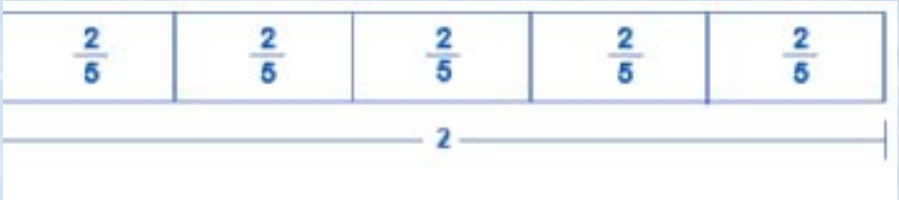
Atenção! O resto é sempre POSITIVO e MENOR que o divisor

Inicialmente, as frações são apresentadas como partes de um todo. Por exemplo, teremos 2/5 de um bolo se dividirmos esse bolo em cinco partes iguais e tomarmos duas dessas partes. Entretanto, se substituirmos o "bolo" por uma unidade qualquer, a fração 2/5 é um número e, como tal, possui seu lugar na reta numérica. Para fazer a marcação na reta numérica, dividimos a unidade em 5 partes e tomamos duas:



Por outro lado, a fração é também o resultado da divisão de dois números; por exemplo, a fração 2/5 , que é o resultado da divisão de 2 por 5.

Observe o desenho a seguir:

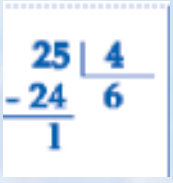


A divisão prolongada

Imagine que R$ 25,00 devam ser divididos igualmente entre 4 pessoas.

Quanto cada uma deverá receber?

Sabemos que 25 não é múltiplo de 4; portanto, a quantia que cada um deve receber não será um número inteiro. Para isso existem os centavos. Vamos então lembrar como fazemos a divisão de 25 por 4.



Até agora, nossa conta indica que cada pessoa receberá 6 reais; mas existe ainda um resto de 1 real. Para continuar, acrescente um zero ao resto e uma vírgula ao quociente.

$$
\begin{array}{r|l}
25 & 4 \\ \cline{2-2}
-24 & 6{,}25 \\ \cline{1-1}
10 & \\
-8 & \\ \cline{1-1}
20 & \\
-20 & \\ \cline{1-1}
0 &
\end{array}
$$

O resultado da divisão de 25 por 4 é 6,25, ou seja, cada pessoa receberá 6 reais e 25 centavos. Utilizando uma fração para indicar a divisão, podemos representar a operação que fizemos da seguinte forma:

$$\frac{25}{4} = 6{,}25$$

Todas as frações podem ser representadas por números decimais. Basta dividir o numerador pelo dominador prolongando a operação. A máquina de calcular faz muito bem esse trabalho. Observe os exemplos.

$\frac{25}{4}$	2 5 + 4 =	6,25
$\frac{126}{15}$	1 2 6 + 1 5 =	8,4
$\frac{2}{3}$	2 + 3 =	0,6666666

O que aconteceu no último exemplo?

A representação decimal da fração 2/3 tem infinitas casas decimais, ou seja, a quantidade de algarismos não acaba nunca. Esses números decimais que possuem algarismos (ou grupos de algarismos) que se repetem eternamente são as dízimas periódicas. As dízimas periódicas são incômodas. Com elas, em geral não conseguimos fazer contas de somar, subtrair, multiplicar ou dividir. Por isso, preferimos representar esses números na forma de frações.

Vamos então recordar as operações com frações.

Frações iguais:

Sabemos que a fração 1/2 é igual ao número decimal 0,5. Entretanto, as frações 2/4, 3/6, 4/8, ... são também iguais a 0,5. Temos aqui um primeiro exemplo de frações iguais:

$$\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \ldots$$

Como fazemos para obter frações iguais?

A propriedade que enunciamos a seguir responde a essa pergunta.

Uma fração não se altera quando multiplicamos ou dividimos o numerador e o denominador pelo mesmo número

Os dois últimos exemplos são importantes porque mostram como simplificar frações. Se em algum problema aparece a fração 12/32, podemos, em seu lugar, usar a fração 3/8, que representa o mesmo número e é mais simples.

A propriedade que vimos é fundamental para as operações de adição e subtração de frações.

Operações com frações

Sabemos que é muito fácil somar ou subtrair frações que tenham o mesmo denominador. Nesse caso, basta somar ou subtrair os numeradores. Assim:

$$\frac{3}{10} + \frac{4}{10} = \frac{3+4}{10} = \frac{7}{10}$$

Como faremos, então, para somar ou subtrair frações com denominadores diferentes? Não é difícil.

Vamos tentar representar as frações dadas por outras, iguais às que temos, mas com denominadores iguais. É o que veremos a seguir.

Adição e subtração de frações

Tomemos como exemplo, a soma 1/4 + 1/6.

Os denominadores são diferentes. Então, buscamos um número que seja múltiplo de ambos. Encontramos 12, que é múltiplo de 4 e também de 6. Vamos então representar as duas frações dadas com esse mesmo denominador. Observe:

$$\frac{1}{4} = \frac{1 \cdot 3}{4 \cdot 3} = \frac{3}{12}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1 \cdot 2}{6 \cdot 2} = \frac{2}{12}$$

Então,

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{3}{12} + \frac{2}{12} = \frac{3+2}{12} = \frac{5}{12}$$

Acabamos de somar duas frações com denominadores diferentes. A subtração é feita da mesma forma. Devemos também igualar os denominadores. Consideremos então a diferença 4/5 – 3/8. Qual será o novo denominador que devemos escolher? Pense um pouco e observe a solução.

$$\frac{4}{5} = \frac{4 \cdot 8}{5 \cdot 8} = \frac{32}{40}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{3 \cdot 5}{8 \cdot 5} = \frac{15}{40}$$

$$\frac{4}{5} - \frac{3}{8} = \frac{32}{40} - \frac{15}{40} = \frac{17}{40}$$

Multiplicação de frações

Se na solução de algum problema devemos calcular, por exemplo, a terça parte de dois quintos, estamos frente a uma situação em que devemos multiplicar duas frações. A regra é a seguinte:

Para multiplicar duas frações,
multiplique os numeradores e os denominadores

Assim:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{2}{5} = \frac{1 \cdot 2}{3 \cdot 5} = \frac{2}{15}$$

O INVERSO DE UM NÚMERO

O inverso de um número é um outro que, multiplicado pelo primeiro, dá 1.

Por exemplo:

o inverso de 2 é $\frac{1}{2}$ porque $2 \times \frac{1}{2} = \frac{2}{2} = 1$

o inverso de $\frac{3}{5}$ é $\frac{5}{3}$ porque $\frac{3}{5} \times \frac{5}{3} = \frac{15}{15} = 1$

O ***zero*** é o único número que ***não possui inverso***.
Observe agora a igualdade abaixo:

$$\frac{2}{3} = 2 \times \frac{1}{3}$$

Ela está correta, é claro. Mas, o que está mostrando? Que, do lado esquerdo, estamos dividindo 2 por 3 e, do lado direito, estamos multiplicando 2 pelo inverso de 3. Isso vale para qualquer número. A regra é a seguinte.

Dividir um número por outro é o mesmo
que multiplicar esse número pelo inverso do outro

Por exemplo, quanto dá **4 / 5** divididos por **2 / 3** ?

Pense um pouco e acompanhe a solução:

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{2} = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}$$

As porcentagens

Uma porcentagem é uma fração de denominador 100. Por exemplo, 32% é igual à fração 32/100 que também é igual ao número decimal 0,32. Quando queremos calcular uma porcentagem de algum valor, multiplicamos a fração por esse valor. Veja:

$$32\% \text{ de } 650 \text{ laranjas} = 0{,}32 \times 650 = \mathbf{208 \text{ laranjas}}$$
$$8\% \text{ de } R\$140{,}00 = 0{,}08 \times 140 = \mathbf{R\$11{,}20}$$

O que fazer para transformar uma fração qualquer em uma porcentagem?

Se o denominador só possui múltiplos de 2 e de 5, é fácil encontrar uma fração equivalente com denominador 100. Por exemplo:

$$\frac{2}{5} = \frac{2 \cdot 20}{5 \cdot 20} = \frac{40}{100} = 40\%$$

Mas como faríamos com a fração 4/7 ?

O mais prático, em qualquer caso, é usar a máquina para dividir o numerador pelo denominador e depois deslocar a vírgula duas casas para a direita.

Observe os exemplos:

$$8/25 = 0{,}32 = 32\%$$
$$5/8 = 0{,}625 = 62{,}5\%$$
$$4/7 = 0{,}5714 = 57{,}14\%$$

Repare que nesse último exemplo fizemos uma aproximação. Na prática, usamos duas ou, no máximo, três casas decimais em nossas aproximações.

POTENCIAÇÃO

Quando um número é multiplicado por ele mesmo, dizemos que ele está elevado ao quadrado, e escrevemos assim:

$$a \cdot a = a^2$$

Se um número é multiplicado por ele mesmo várias vezes, temos uma potência.

$$\underbrace{a \cdot a \cdot a}_{\text{3 fatores}} = a \quad \text{(a elevado a 3 ou a ao cubo)}$$
$$\underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot a}_{\text{4 fatores}} = a^4 \quad \text{(a elevado a 4)}$$

De uma forma geral, se o fator a aparece n vezes escrevemos a^n (a elevado a n). O número a é a base da potência e n é o expoente. Nas ciências, para escrever números muitos grandes ou muito pequenos usamos potências. Por exemplo, um bilhão é o número 1.000.000.000, que é igual a:

$$10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 10^9$$

Os astrônomos medem as distâncias entre as estrelas em uma unidade chamada ano-luz, que é a distância percorrida pela luz durante um ano. Essa imensa distância vale, aproximadamente, 9.500.000.000.000 km, ou seja, nove trilhões e quinhentos bilhões de quilômetros. Para facilitar, escrevemos esse número assim:

$$1 \text{ ano-luz} = 9{,}5 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

Acontece que essa distância é ainda pequena se olharmos para o universo conhecido. A estrela mais próxima de nós (que está na constelação do Centauro) fica a 4 anos-luz de distância. Mas, existem estrelas que estão a bilhões de anos-luz de distância de nós. Imagine que número gigantesco deve representar essa distância em quilômetros. Podemos então perceber que só é prático representar números desse tamanho usando potências e, além disso, é preciso saber fazer cálculos com elas.

EXEMPLO

Certa estrela está a 1,2 milhões de anos-luz do sol. Sabendo que 1 ano-luz é igual a 9,5 trilhões de quilômetros, determine, em quilômetros, a distância entre essa estrela e o sol. Pense um pouco antes de ver a solução. Procure exprimir os números dados usando potências de 10. Vamos exprimir os números dados usando números decimais e potências de 10.

Observe que:

$$\begin{aligned} \text{mil} &= 1.000 = 10^3 \\ \text{milhão} &= 1.000.000 = 10^6 \\ \text{bilhão} &= 1.000.000.000 = 10^9 \\ \text{trilhão} &= 1.000.000.000.000 = 10^{12} \end{aligned}$$

então

$$\begin{aligned} 1{,}2 \text{ milhões} &= 1{,}2.10^6 \\ 9{,}5 \text{ trilhões} &= 9{,}5.10^{12} \end{aligned}$$

Para calcular a distância entre o sol e a outra estrela, devemos multiplicar esses dois números. Observe que vamos multiplicar os números decimais e as potências de 10. Veja:

$$1{,}2.10^6.9{,}5.10^{12} = 1{,}2.9{,}5.10^6.10^{12} = 11{,}4 \,.\, 10^{6+12} = 11{,}4.10^{18}\text{km}$$

Quando representamos um número por um decimal seguido de uma potência de 10, estamos usando o que se chama de notação científica. É assim que os cientistas representam números muito

grandes. Entretanto, eles também combinaram o seguinte: para que todos escrevam da mesma forma nunca escreverão mais de um dígito na parte inteira do número decimal. Assim, um verdadeiro cientista não escreveria a distância 11,4 · 1018 km. Ele faria assim:

$$11{,}4 \,.\, 10^{18} = \frac{11{,}4}{10} x10x10^{18} = 1{,}14x10^{19}km$$

Observe que 10 =10 ^{1}. Por isso, 10.10^{18} é igual a 10^{1+18}, ou seja, 10^{19}

RAIZ QUADRADA

Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 16? Basta pensar um pouco para descobrir que esse número é 4.

$$42 = 4 \cdot 4 = 16$$

O número 4 é então chamado raiz quadrada de 16, e essa operação, chamada de radiciação, é representada assim:

$$\sqrt{16} = 4$$

Vamos agora explorar um pouco mais esse exemplo pedindo ao leitor para resolver a equação

$$x^2 = 16$$

Lembre que resolver uma equação significa encontrar todos os valores que, se colocados no lugar do x, tornam a igualdade correta. Já sabemos que x = 4 é uma solução porque 4^2 = 16. Já que, também,

$$(-4)^2 = (-4).\,(-4) = 16$$

descobrimos que a equação x^2= 16 tem duas soluções: x = 4 e x = - 4. Então, toda vez que tivermos uma equação desse tipo, nós a resolveremos assim:

$$\begin{aligned} x^2 &= 16 \\ x &= \pm\sqrt{16} \\ x &= \pm 4 \end{aligned}$$

Observe que o símbolo ± 4 (lê-se: mais ou menos 4) representa dois números: o 4 e o - 4, que são as duas soluções da equação dada. Vamos então explorar a raiz quadrada:

$\sqrt{9} = 3$ porque $3^2 = 3.3 = 9$
$\sqrt{100} = 10$ porque $10^2 = 10.10 = 100$
$\sqrt{5,76} = 2,4$ porque $2,4^2 = 2,4 . 2,4 = 5,76$

Uma aplicação da raiz quadrada

Certo dia, um automóvel vinha em grande velocidade por uma estrada quando um transeunte distraído foi atravessá-la. O motorista pisou fundo no freio, os pneus cantaram no asfalto e felizmente o carro parou a uma pequena distância do assustado pedestre. Um guarda próximo quis logo multar o motorista por excesso de velocidade, mas o motorista garantiu que vinha a menos de 80 km por hora, que era a velocidade máxima permitida naquele trecho. Como o guarda poderia saber a velocidade com que vinha o carro?

É possível saber. Em uma freada de emergência os pneus deixam uma marca no asfalto. Medindo o comprimento dessa marca é possível saber, aproximadamente, a velocidade com que vinha o carro. A fórmula, obtida através da física, é a seguinte:

$$V = 14,6\sqrt{C}$$

onde c é o comprimento da marca deixada pelos pneus em metros e v é a velocidade do carro em quilômetros por hora. Na nossa história, os pneus do carro deixaram gravadas no asfalto uma marca de 43 m. Aplicando a fórmula, teremos:

$$V = 14,6\sqrt{43} = 14,6 . 6,56 = 95,78$$

ou seja, o carro vinha a aproximadamente 96 km/h e, portanto, seu motorista deveria ser multado.

EQUAÇÃO DO PRIMEIRO GRAU

As equações que aprenderemos a resolver nessa aula são chamadas de equações do primeiro grau, ou seja, são equações em que a letra x não aparece elevada a nenhum expoente. Um fato importante relativo às equações de 1º grau é que:

Toda equação de 1º grau possui uma solução

Resolva a equação

$$2x + 3 (x - 2) = 7x - 34.$$

Nesse primeiro exemplo, não há denominadores. Então, a primeira coisa a fazer é eliminar os parênteses. Observe que na multiplicação 3 (x - 2), o número 3 multiplica todos os termos que estão dentro dos parênteses, ou seja:

$$3\ (x - 2) = 3x - 3 \cdot 2$$

Voltemos, então, à equação dada.

$$2x + 3\ (x - 2) = 7x - 34$$

$$2x + 3x - 3 \cdot 2 = 7x - 34$$

$$2x + 3x - 6 = 7\ x - 34$$

Agora, todos os termos que contêm a letra x devem ser transportados para o lado esquerdo. Observe, então, a mudança do sinal dos termos que trocaram de lado.

$$2x + 3x - 7x = 6 - 34$$

Continuamos fazendo as contas:

2 + 3 - 7 =- 2 do lado esquerdo e 6 - 34 =28 do lado direito.

Temos então:

$$- 2x = - 28$$

É conveniente trocar os sinais dos dois lados:

$$2X/2 = 28/2$$
$$X = 14$$

Está resolvida, assim, a nossa equação. Se quisermos conferir se a solução é realmente a que encontramos, devemos substituir x por 14 na equação dada.

$$2.14 + 3\ (14-2) = 7\ .\ 14 - 34$$
$$28 + 36 = 98 - 34$$
$$64 = 64$$

Está certo. A raiz da equação dada é realmente **x = 14**.

EQUAÇÃO DO SEGUNDO GRAU

Freqüentemente, ao equacionarmos um problema, obtemos uma equação na qual a incógnita aparece elevada ao quadrado. Essas são as chamadas equações do 2º grau.

Veja alguns exemplos:

$$x^2 - 6 = 0$$

$$2x^2 = 10x$$

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

Repare que em todas aparece o termo x^2. De forma geral, a equação do 2º grau é escrita assim:

$$ax^2 + bx + c = o$$

onde a, b, e c são números quaisquer. Mas o número a não pode ser zero, porque, nesse caso, o termo x^2 seria eliminado.

O número a é o coeficiente de x^2.

O número b é o coeficiente de x.

O número c é o termo independente.

Observe os valores de a, b e c nos exemplos:

- Na equação $x^2 - 6 = 0$ temos a =1 , b=0 e c = -6
- A equação $2x^2 = 10x$ é a mesma que $2x^2 - 10x=0$; portanto a=2, b= -10 e c = 0
- Na equação $x^2 - 5x + 6 = 0$ temos a=1. b=-5 e c=6

Vamos aprender agora a resolver equações do 2º grau, ou seja, encontrar suas soluções ou raízes. Uma raiz (ou solução) de uma equação é um número que, se colocado no lugar de x, torna a igualdade correta. Por exemplo, consideremos a equação:

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

O que acontece se substituirmos a letra x pelo número 1?

Vejamos:

$$1^2 - 5.1+6=0$$
$$1-5+6=0$$
$$2=0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ errado}$$

Com essa experiência, descobrimos que x = 1 não é uma solução dessa equação. Veja agora o que acontece se substituirmos a letra x pelo número 2.

$$2^2 - 5.2 + 6 = 0$$
$$4 - 10 + 6 = 0$$
$$0 = 0 \text{ ..... certo}$$

Sabemos agora que x = 2 é uma solução (ou raiz) dessa equação. É natural que agora você tenha perguntas a fazer, tais como:

Será que existem outras soluções?

Como encontrá-las?

Você descobrirá que uma equação do 2º grau possui, no máximo, duas soluções, e vai também aprender a encontrá-las.

EXEMPLO

Vamos resolver $x^2 - 9 = 0$

Solução: Transpondo - 9 para o outro lado, obtemos:

$$x2 = 9$$

ou

$$x = \pm \sqrt{9}$$

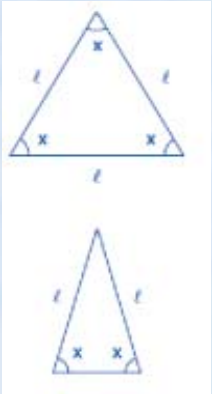
ou, ainda,

$$x = \pm 3$$

Temos, então, que a equação $x^2 - 9 = 0$ possui duas raízes: x = 3 e x = - 3.

TRIÂNGULOS E TRIGONOMETRIA

Agora, estudaremos o caso de dois triângulos muito especiais - o eqüilátero e o retângulo - seus lados, seus ângulos e suas razões trigonométricas. Antes, vamos relembrar alguns pontos importantes.

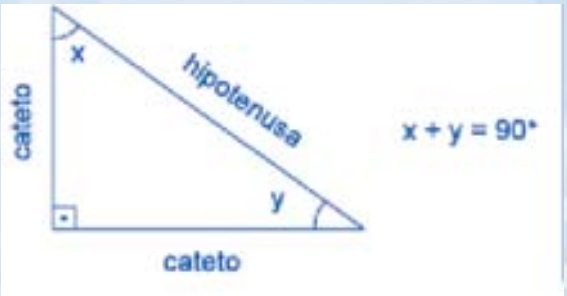


A soma dos ângulos de um triângulo qualquer é sempre 180º.

O triângulo eqüilátero possui todos os lados e iguais. Por isso, cada um de seus ângulos mede 60º.

O triângulo isósceles possui dois lados iguais e dois ângulos iguais.

Um triângulo retângulo possui um ângulo reto e dois ângulos agudos e complementares. Os lados de um triângulo retângulo chamam-se catetos e hipotenusa. Os catetos são sempre perpendiculares e formam um ângulo reto.

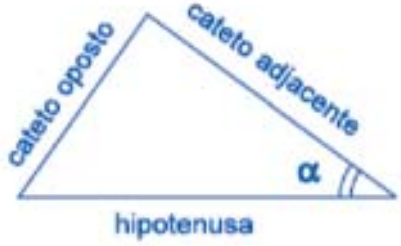


Na aula anterior, nós estudamos as razões trigonométricas dos triângulos retângulos, que são:

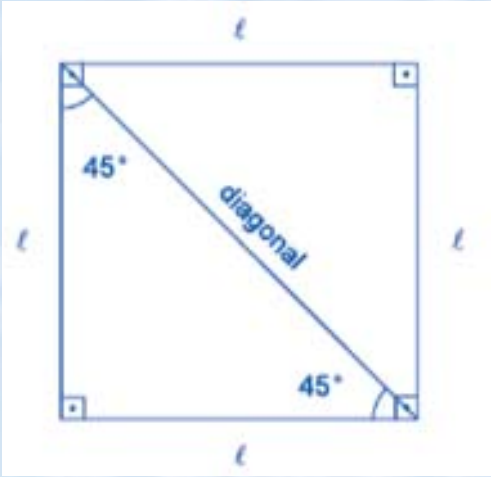
$$\text{sen}\ \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$



A DIAGONAL DO QUADRADO



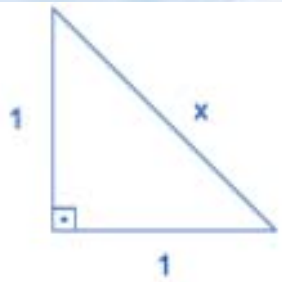
Uma figura geométrica muito simples e bastante utilizada é o quadrado. Traçando um segmento de reta unindo dois vértices não-consecutivos do quadrado - uma diagonal - dividimos o quadrado em dois triângulos retângulos isósceles.

Em qualquer um desses triângulos, dois lados são iguais aos lados do quadrado, a hipotenusa é igual à diagonal do quadrado, e os dois ângulos agudos são iguais a 45º. Sabendo que os dois catetos medem l podemos calcular o comprimento d da hipotenusa usando o Teorema de Pitágoras:

$$d^2 = \ell^2 + \ell^2$$
$$d^2 = 2\ell^2$$
$$d = \sqrt{2\ell^2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{d = \ell\sqrt{2}}$$

EXEMPLO

No triângulo da ilustração, quanto mede a hipotenusa?



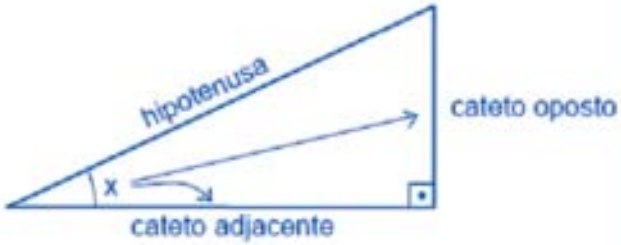
Solução:

$x = 1\sqrt{2} = \sqrt{2}$

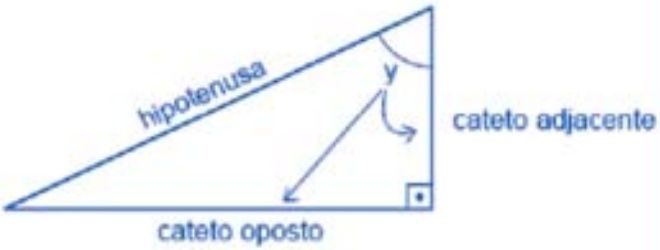
A TRIGONOMETRIA DO TRIÂNGULO RETÂNGULO

Você já sabe que, em todo triângulo retângulo, os lados são chamados hipotenusa (o maior lado) e catetos (lados perpendiculares). Precisamos, em função do ângulo, diferenciar a nomenclatura dos catetos. Veja a figura abaixo.

O cateto que fica "em frente" ao ângulo agudo que estamos utilizando chama-se ***cateto oposto***, e o cateto que está sobre um dos lados desse ângulo chama-se ***cateto adjacente***.



Observe que, se o ângulo do problema for o outro ângulo agudo do triângulo, a nomenclatura ***oposto*** e ***adjacente*** troca de posição (veja a figura ao lado), pois depende do ângulo utilizado.



Vamos então reescrever as proporções obtidas na Figura 1 usando essa nomenclatura. Em relação ao ângulo x, temos:

$$\frac{BC}{AC} = \frac{PQ}{AQ} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\frac{AB}{AC} = \frac{AP}{AQ} = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\frac{BC}{AB} = \frac{PQ}{AP} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

As relações que acabamos de generalizar são chamadas relações trigonométricas e recebem nomes especiais. A primeira é chamada seno do ângulo x e escreve-se:

$$\text{sen } x = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

A segunda é chamada co-seno do ângulo x e escreve-se:

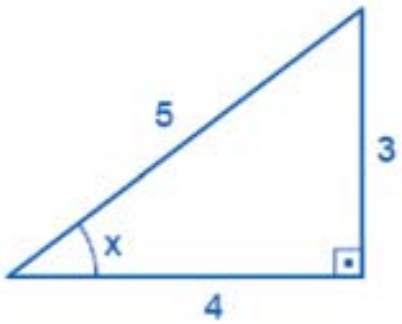
$$\cos x = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

A última denomina-se tangente do ângulo x e escreve-se:

$$\text{tg } x = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

EXEMPLO

Você já conhece o triângulo pitagórico. Vamos obter as relações trigonométricas para um de seus ângulos agudos.

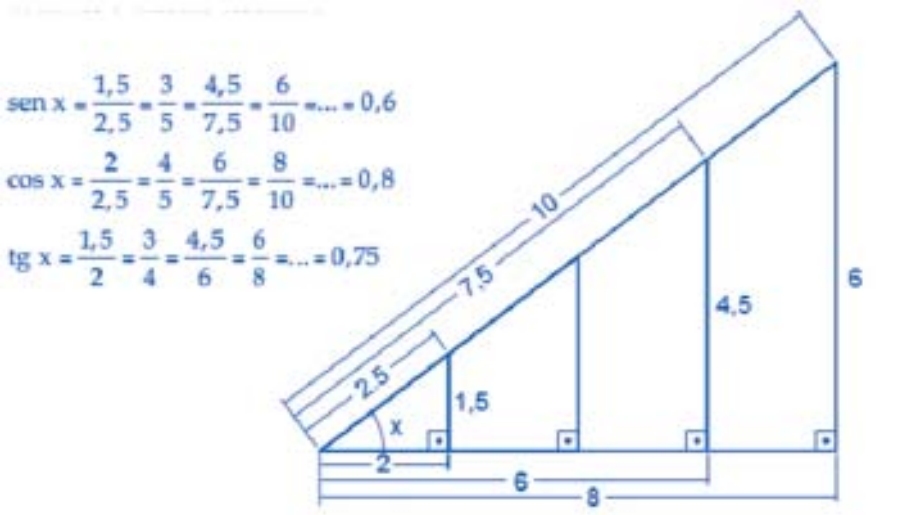


$$\text{sen } x = \frac{3}{5} = 0{,}6$$

$$\cos x = \frac{4}{5} = 0{,}8$$

$$\text{tg } x = \frac{3}{4} = 0{,}75$$

Observe agora que, para qualquer outro triângulo semelhante a esse, obtemos o mesmo resultado.



NÚMEROS COMPLEXOS

São todos os números que podem ser escritos na forma x + y*i*, onde x e y são números reais e *i* é denominado "unidade imaginária".

$$i^2 = -1$$

x é a parte real do número complexo

y*i* é a parte imaginária.

Na igualdade, temos:

$$a + bi = c + di$$

$$a = c \text{ e } b = d$$

Conjugado de um complexo:

Dados a + b*i* e a - b*i* , dizemos que são conjugados.

$$Z = a + bi$$
$$Z' = a - bi$$

Adição de complexos:

$$Z1 = a + bi$$
$$Z2 = c + di$$

então: Z = Z1 + Z2 é dado por:

$$Z = a + bi + c + di = (a + c) + (b + d)i$$

Multiplicação

$$Z1 = a + bi$$
$$Z2 = c + di$$

então Z = Z1 . Z2 é dado por:

$$Z = (a + bi) . (c + di) = ac + adi + cbi + bd . i^2 =$$

$$= ac + (ad + cb)i + bd . (-1)$$

ou

$$Z1 . Z2 = (ac - bd) + (ad + cb)i$$

Divisão

Para efetuar a divisão de Z1 por Z2, multiplicamos numerador e denominador pelo conjugado do denominador.

$$Z1 = a + bi$$

$$Z2 = c + di$$

então

$$Z = \frac{Z1}{Z2} = \frac{(a + bi) . (c - di)}{(c + di) \quad (c + di)} \quad \text{ou}$$

$$Z = \frac{(a + bi) . (c + di)}{c^2 + d^2}$$

Exemplos:

a) $(3 + 2i) + (1 - 5i) = 4 - 3i$

b) $(1 - 2i) - (3 - 2i) = -2 - 4i$

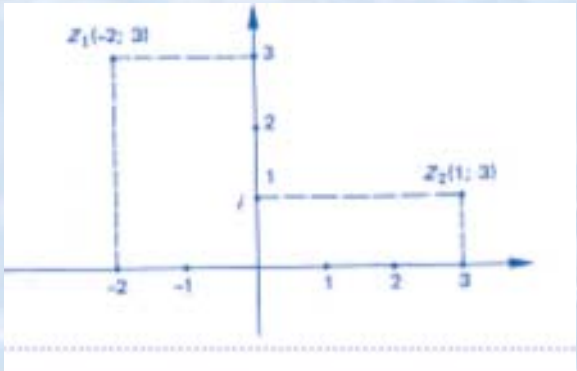
c) $(2 + i) \cdot (1 - 2i) = 2 - 4i + i - 2i^2 = 4 - 3i$

d) $\dfrac{4 + i}{2 - 3i} = \dfrac{(1 + i) \cdot (2+3i)}{(2 - 3i) \cdot (2 + 3i)} = \dfrac{2 + 3i + 2i + 3i^2}{4 + 9} = \dfrac{-1 + 5i}{13} = \dfrac{-1}{13} + \dfrac{5i}{13}$

Representação gráfica

Representamos o número complexo $Z = x + yi$ pelo par ordenado $Z = (x; y)$ no plano cartesiano.

(Plano de *Argand* ou *Gauss*)



Exemplo:

No gráfico temos:

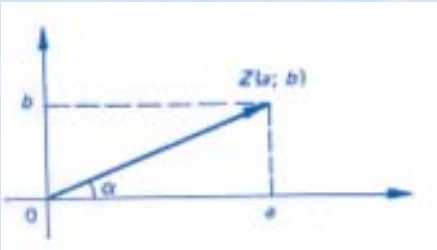
$Z_1 = (-2; 3)$ representando o complexo:

$Z_1 = -2 + 3i$

e

$Z_2 = (1; 3)$ ou

$Z_2 = 1 + 3i$



No gráfico podemos definir:

OZ = Vetor posição de ***Z***

Z (ponto) é o afixo do complexo

α = argumento

Então

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{b}{OZ} \qquad \cos\alpha = \frac{a}{OZ}$$

OZ é o módulo do complexo:

$$OZ = |Z| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Forma Trigonométrica

Sendo ***Z*** = *a* + *bi* e sen $\alpha = \frac{b}{Z}$ e cos $\alpha = \frac{a}{Z}$ Denominando Z = δ teremos :

Sendo ***Z*** = *a* + *bi* e sen $\alpha = \frac{b}{Z}$ e cos $\alpha = \frac{a}{Z}$

Fórmulas de Moivre

Se ***Z*** = δ (cos a + i sem *n* x α) e sendo n $\in N^*$, o teorema de Moivre estabelece:

$$Z = a + bi = \delta(\cos\alpha + i \cdot \text{sen}\,\alpha)$$

Conseqüência:

$$\sqrt[n]{Z} = \sqrt[n]{\delta} \cdot \left(\cos\frac{\alpha + 2k\pi}{n} + i\,\text{sen}\,\frac{\alpha + 2k\pi}{n}\right) \quad (k \in \mathbb{Z})$$

20 - INFORMÁTICA

Informática hoje é uma necessidade do mundo moderno. Nos tempos atuais, praticamente nenhuma organização funciona sem o uso de computadores. Você precisa dominar pelo menos os princípios básicos de informática para poder trabalhar de forma plenamente ativa no mundo do trabalho atual.

INTRODUÇÃO À INFORMÁTICA

A novidade dos componentes com tela gráfica operados com auxílio de um *mouse* foi lançada pela empresa *Apple Computer*, em 1984, com o produto denominado *Macintosh*.

Em 1987 a IBM lançou um sistema de tela gráfica denominado OS/2, que foi desenvolvido em parceria com a Microsoft. A parceria foi desfeita em 1989, mas a IBM continuou o desenvolvimento do produto, que atingiu o auge em 1996 com o OS/2 versão 4.0 denominado Merlin.

Em 1985 a Microsoft lançou um sistema de tela gráfica que não obteve sucesso de uso, foi o Windows1. 0. Antes de terminar a parceria com a IBM a Microsoft lançou o Windows 2.0 e em 1990 o Windows 3.0 que começou a ser visto como uma alternativa viável para o crescimento de usuários de computadores. Em 1992, quando foram lançados o Windows 3.1 e o Windows 3.11, o sistema consagrou-se e a Microsoft chamou a atenção para o seu sistema. Todos os fabricantes de *software* começaram a adaptar e/ou criar as versões de seus produtos para rodar na plataforma Windows.

Já em 27 de agosto de 1995, depois de empreender a maior campanha de *marketing* que já se teve notícia até então, foi lançado o Windows 95, que ao longo de 2 anos e 9 meses obteve a cifra de 92% de usuários em todo o mundo. Nos anos de 1997 e início de 1998, a Microsoft amargou perante a justiça um processo gerado pela lei contra os monopólios, mas a guerra judicial foi vencida e em julho de 1998 o Windows 98 era lançado mundialmente. O novo sistema não trouxe grandes novidades em relação ao visual, mas teve o seu núcleo praticamente refeito. Agora, depois de vários testes com o windows 98, surge o Windows XP, com design totalmente diferente e com funções inteligentes.

O computador é composto de uma unidade central de processamento e de periféricos. A unidade central de processamento é chamada CPU (*Central Processing Unit*) ou UCP, e os periféricos mais utilizados são: Monitor de Vídeo, Teclado, Impressora, Disco Flexível e Disco Rígido ou Winchester. Além dos periféricos da CPU, o computador possui diversos componentes eletrônicos, assim como as memórias. **Lembre-se**: *Memória é qualquer lugar onde os dados podem ser armazenados.*

O Computador

Um computador, conjunto de componentes e equipamentos adequadamente estruturado, tem duas partes diferentes que funcionam em conjunto:

Hardware é a parte física do computador. Componentes de memória, periféricos, cabos, placas e *chips* fazem parte dele;

Software são os programas que, utilizando o *hardware* computador, executam as diferentes tarefas necessárias ao processamento de dados.

Existem *software*s de vários tipos, os mais importantes são:

- **Sistema Operacional**: prepara o computador para receber e executar os programas;
- **Linguagens de Programação**: utilizadas para escrever programas, têm aplicação profissional;
- **Aplicativos**: executam tarefas comuns como escrever, fazer cálculos, desenhar ou armazenar informações. Podem ser utilizados por leigos, pois são fáceis de manusear;
- **Ferramentas**: auxiliam o desenvolvimento de programas e o gerenciamento dos discos;

Os Discos

Os discos, quando rígido "HD" **- winchester,** quando flexíveis **- disquetes** são dispositivos de entrada e saída, capazes de armazenar dados. A unidade que representa esse volume de dados gravados em um disco ou outro dispositivo de armazenamento é o *byte* que representa um caractere. As outras grandezas são: Kilobyte = 1024 bytes; Megabytes = 1024 Kilobytes; Gigabyte = 1024 megabytes, Terabyte=1024 gigabytes.

Os disquetes são delicados e podem ser facilmente danificados. Trate-os sempre com cuidado e guarde o disquete em uma caixa quando fora de uso. Você pode pegar um disco pela sua cobertura externa, mas nunca toque as superfícies magnéticas expostas. Não aproxime o disquete de objetos que geram um campo magnético.

Os discos de CD's e DVD´s não têm o problema de desmagnetização, todavia, podes ser riscados e, nesse caso, a leitura do disco estaria comprometida. Por precaução, procure ter os mesmos cuidados empregados aos disquetes. Obs.: devemos lembrar que além dos discos temos o *Pendrive* com valor de armazenamento de dados igual ou maior que os CDs atuais, sendo utilizado somente por porta USB.

MICROSOFT WINDOWS XP

Introdução

O Microsoft Windows XP traz maior estabilidade e segurança com um sistema operacional que aposenta de vez o velho MS-DOS. Essa nova versão herda do Windows NT algumas qualidades que fazem do XP a melhor escolha tanto para o uso doméstico como para o uso em empresas.

O XP quer dizer eXPeriência, pois o usuário terá uma nova experiência ao utilizar o sistema operacional, ficando livre de travamentos, erros fatais ou operações ilegais, além de contar com uma interface mais bonita. Com uma melhoria no visual o sistema conta com novidades e alguns aprimoramentos nos recursos já existentes.

A versão doméstica é mais leve, exigindo menos poder de processamento e memória, por outro lado, alguns recursos somente são encontrados na versão profissional.

Entre os recursos exclusivos da versão Profissional se destacam: área de trabalho remoto, suporte a mais de um monitor, criptografia de arquivos e sistema, trabalhar com dois processadores, conexão em um domínio, discos dinâmicos entre outros.

Inicializando o Windows XP

Para carregar o sistema operacional.

1. Ligue o computador.

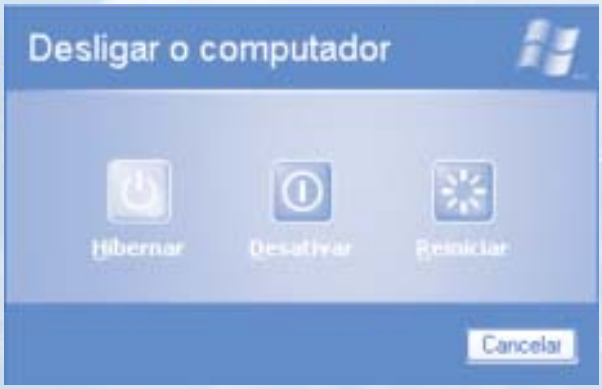
2. Após alguns segundos o Windows XP estará completamente carregado e pronto para ser utilizado.

Encerrar o Windows XP

Antes de desligar o computador, o Windows deve ser desligado corretamente.

Para encerrar o Windows com segurança.

1. Clique em Iniciar, Desligar o computador.



2. A caixa de dialogo “Desligar o computador” será exibida.

3. Clique em Desativar para desligar o Windows com segurança.

4. O usuário será informado que o sistema já foi desligado corretamente, desligue o computador pressionando o botão Desligar ou Power em seu gabinete.

Para cancelar o desligamento do sistema, clique em cancelar.

Para reiniciar o sistema, clique em Reiniciar.

Área de trabalho (Desktop)

A área de trabalho ou Desktop está menos poluída, apresentando somente o ícone da lixeira.

Botão Iniciar

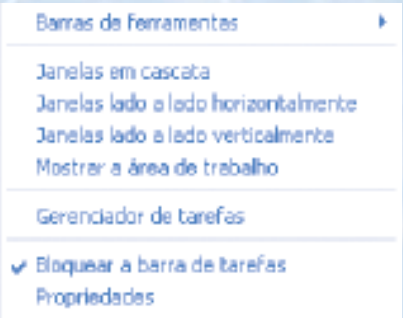
No canto inferior esquerdo, encontra-se o botão Iniciar, principal meio de locomoção e navegação do Windows. Através do botão "Iniciar" é possível abrir novas opções de navegação do Windows.

Relógio

O relógio do sistema encontra-se no canto inferior direito. É possível exibir e alterar as horas, dias, meses e ano no sistema.

Movendo a barra de tarefas

A barra de tarefas pode ser movida para qualquer local conveniente, basta arrastá-la para os lados, para cima ou para baixo na tela.



Se a barra de tarefa estiver bloqueada, proceda da seguinte maneira.

1. Clique com o botão direito do *mouse* em qualquer área vazia da barra de tarefas.

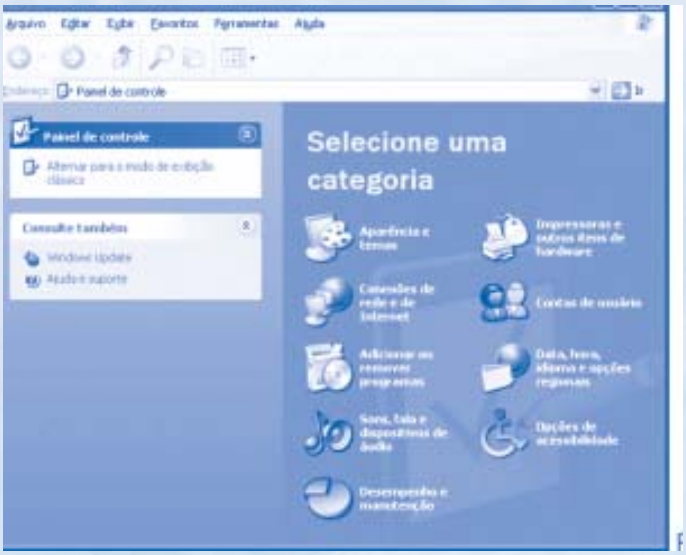
2. No *menu* suspenso, clique em Bloquear a barra de tarefas para retirar a marca de seleção.

3. Arraste e solte a barra de tarefas para um novo local em sua área de trabalho.

Painel de controle

O Painel de controle do Windows XP agrupa itens de configuração de dispositivos e opções em utilização como vídeo, resolução, som, data e hora, entre outros. Essas opções podem ser controladas e alteradas pelo usuário, daí o nome Painel de controle.

Para acessar o Painel de controle



1. Clique em Iniciar, Painel de controle.

2. Inicialmente o Painel de controle exibe nove categorias distintas.

3. Clique na opção desejada.

4. Na próxima tela escolha a tarefa a ser realizada.

Utilize os botões de navegação:

Voltar Para voltar uma tela.

Avançar Para retornar a tarefa.

Acima Para ir ao diretório acima.

Pesquisar Para localizar arquivos, imagens, sons, vídeos, etc.

Pastas Para exibir o conteúdo de uma pasta.

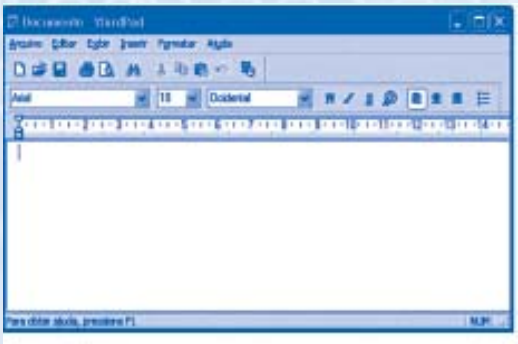
Trabalhando com o Microsoft WordPad

O Acessório Word Pad é utilizado no Windows principalmente para o usuário se familiarizar com os *menus* dos programas Microsoft Office, entre eles o Word.

O Word Pad não permite criar tabelas, rodapé nas páginas, cabeçalho e mala direta. Portanto é um programa criado para um primeiro contato com os produtos para escritório da Microsoft.

Entre suas funcionalidades o WordPad lhe permitirá inserir texto e imagens, trabalhar com texto formatado com opções de negrito, itálico, sublinhado, com suporte a várias fontes e seus tamanhos, formatação do parágrafo à direita, à esquerda e centralizado, etc.

Para iniciar o WordPad.



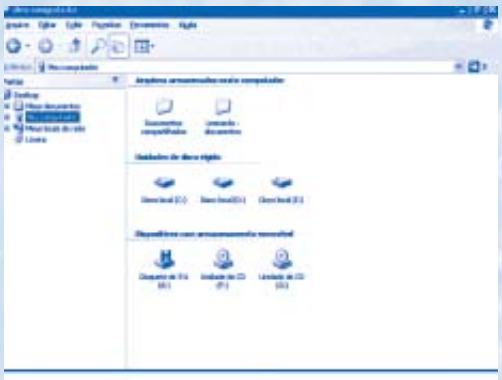
1. Clique em Iniciar, aponte para Todos os Programas.

2. Posicione o cursor do *mouse* em Acessórios.

3. Clique em WordPad.

Windows Explorer

O Windows Explorer exibe a estrutura hierárquica de arquivos, pastas e unidades no computador. Ele também mostra as unidades de rede que foram mapeadas para letras de unidades do computador. Usando o Windows Explorer você pode copiar, mover, renomear e procurar por arquivos e pastas.



Criar nova pasta

1. Abra o Windows Explorer.

2. Selecione o diretório ou pasta onde deseja criar uma nova pasta.

3. Clique no *menu* Arquivo, posicione o cursor do *mouse* em Novo, clique em Pasta.

4. Digite um nome para a nova pasta e pressione a tecla Enter.

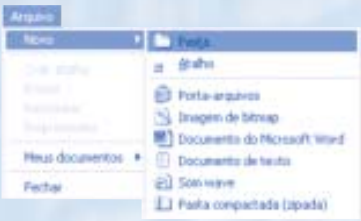


Figura 5.0

Figura 5.1

Renomear uma pasta

Através do botão direito do *mouse* é possível realizar diversas operações. Por exemplo, renomear uma pasta.

Para renomear uma pasta utilizando o Windows Explorer.

1. Abra o Windows Explorer.

2. Clique com o botão direito na pasta que deseja renomear

3. No *menu* suspenso selecione Renomear.

4. Digite um novo nome para a pasta e pressione a tecla Enter.

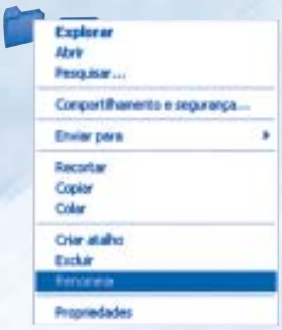


Figura 5.2 Figura 5.3

Copiar, recortar e colar arquivos

Através do Windows Explorer é possível abrir uma pasta que contenha um arquivo que você deseja copiar ou mover, recortar e colar em uma outra pasta.

Para copiar ou recortar um arquivo.

1. Abra o Windows Explorer.

2. Caminhe por entre os diretórios e pastas, localize o arquivo que deseja copiar ou recortar.

3. Selecione o arquivo e clique no *menu* Editar. Para recortar o arquivo, clique em Recortar ou clique em copiar para criar uma cópia em outro diretório ou pasta.

4. Abra a pasta ou diretório que irá armazenar o arquivo.

5. Clique no *menu* Editar, clique em Colar.

Figura 5.4

Figura 5.5

OUTLOOK EXPRESS

Outlook Express é um programa que gerencia e-mails. Ele é relativamente fácil de usar. Ao invés de ficar clicando em botões, você pode utilizar teclas combinadas para realizar ações de envio, impressão e exclusão de mensagens. Experimente usar algumas combinações de teclas.

Ação	Combinação de teclas
Responder ao remetente	Ctrl + R
Enviar uma mensagem	Ctrl + Enter
Apagar mensagem	Ctrl + D
Imprimir mensagem	Ctrl + P
Localizar uma mensagem	Ctrl + Shift + F
Inserir assinatura	Ctrl + Shift + S
Abrir o catálogo de endereços	Ctrl + Shift + B
Nova mensagem	Ctrl + N
Ir para uma pasta	Ctrl + Y
Mover uma mensagem para outra pasta	Ctrl + Shift + V
Respondendo uma mensagem	

Respondendo uma mensagem

Faz parte da etiqueta da Internet responder a todos os e-mails enviados para sua conta de e-mail.

1. Para responder um e-mail selecione a mensagem na Caixa de Entrada.

2. Clique no botão Responder.

3. Digite a mensagem de resposta e clique no botão enviar.

Figura 6.9

Enviando mensagens com arquivo em anexo

O Outlook possibilita o envio de arquivos em anexados.

1. Para enviar um arquivo anexado, clique no botão Criar email. Digite o e-mail de destino, o assunto e a mensagem.

2. Clique no botão Anexar, a caixa de diálogo Inserir Anexo se abrirá. Abra a pasta onde se encontra o arquivo.

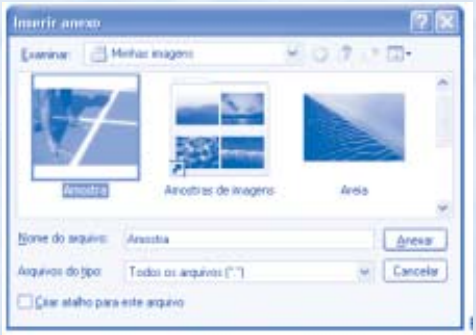


Figura 7.1

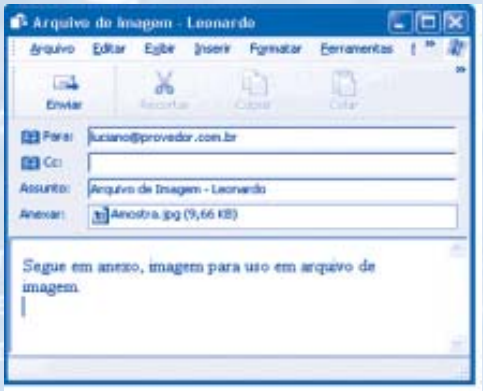


Figura 7.2

3. Selecione o arquivo e clique no botão Anexar.

4. O arquivo será anexado à mensagem.

5. Clique no botão Enviar.

Antes de abordar esse programa, é preciso apresentar a simbologia utilizada para explicar o seu funcionamento:

<*MENU*> - indica acesso a uma das opções do *Menu* que aparece na parte superior da tela.

[BOTÃO] - indica o acesso a um dos botões.

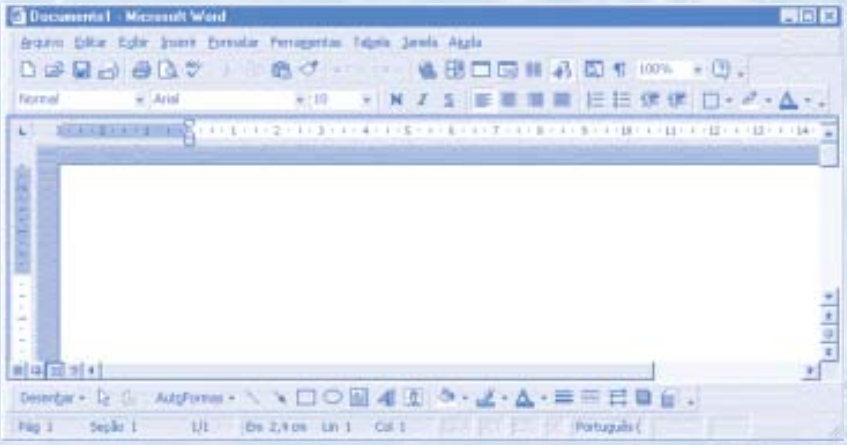
{TAB} - indica para selecionar uma TAB ("orelhinha")

[ ] Itálico - Indica uma opção de configuração que deve ficar marcada quando ativa e desmarcada quando inativa.

-TECLA – Indica a digitação de uma tecla do teclado.

INICIAR O EDITOR DE TEXTOS

O objetivo de um editor de textos é obviamente o que o nome propõe: editar textos. Para iniciar o trabalho com o Word/2000, clicamos no botão <INICIAR> escolhendo a opção <PROGRAMAS> e procurar na pasta <MICROSOFT OFFICE> o programa <MICROSOFT WORD>. A seguinte tela deverá aparecer:



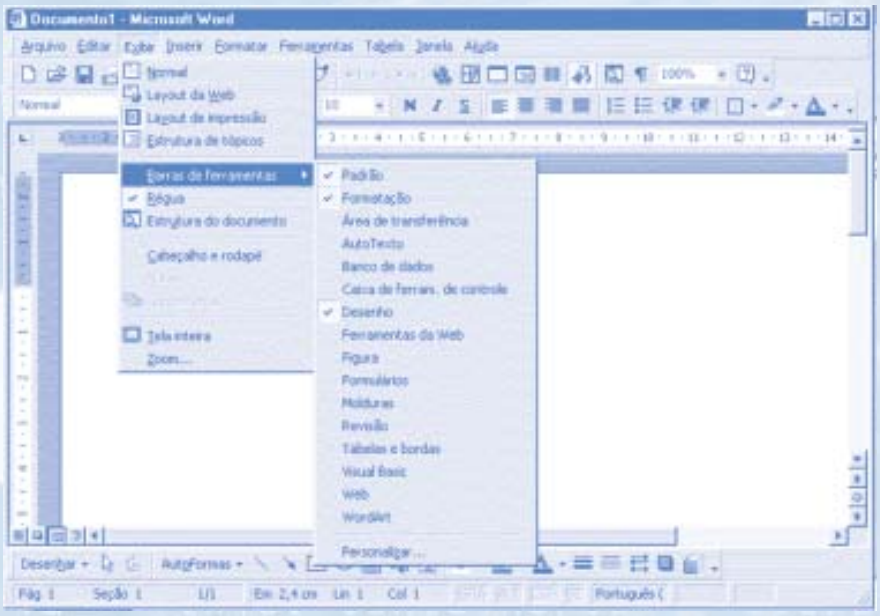
CONFIGURAR AMBIENTE DE TRABALHO

Esse editor de textos segue o padrão de personalização do ambiente de trabalho do Windows. Isto é, podemos escolher o conjunto de barras de ferramentas e botões que queremos deixar visível na

tela, bem como as réguas e informações gerais do documento. Para isso podemos utilizar várias formas de modificar o ambiente. Uma delas é através do *menu* <EXIBIR> <BARRA DE FERRAMENTAS>. As barras marcadas estão ativas. Para ativar ou desativar as barras basta clicar na opção da barra escolhida. Veja a figura logo a seguir.

Para inserir ou deletar botões das barras de ferramentas, clique na indicação "→" que aparece no final de cada barra de ferramentas.

Ao abrir as opções de *Menu*s você pode observar que somente as opções mais recentes primeiramente aparecem. Se quiser que todas as opções apareçam clique no *menu* **<FERRAMENTAS> <PERSONALIZAR> {OPÇÕES}** e desmarcar a opção *[ ] Menus mostram primeiro comandos recém-usados.*



Formatando fontes

Em um documento, podemos ter várias fontes (tipos de letras), até mesmo em uma única linha. A barra de ferramentas que possui os estilos de fontes é apresentado na figura abaixo. Na primeira caixa de seleção temos um conjunto de estilos já configurados ("Normal", "Titulo 2", "Recuo de corpo de texto", etc.). Porém podemos optar por determinar o nosso próprio estilo escolhendo o tipo de fonte (normalmente a padrão é a "Times New Roman"), o tamanho ("10", "12", etc.) e a forma de apresentação da letra. Para a forma de apresentação das letras temos os botões [N] para negrito, [*I*] para itálico e [S] para sublinhado. As opções de negrito, itálico e sublinhado são ativadas ou desativadas clicando sobre o botão.

A escolha de fontes também pode ser feita através do *menu* <FORMATAR> <FONTES>. Essa janela possui uma vantagem sobre a barra de ferramentas, pois podemos visualizar a fonte antes de escolher.

Alinhamento do texto

No Word, podemos alinhar o texto dentro do parágrafo de quatro formas, segundo a figura abaixo, que representa os botões de controle que controlam esse recurso.

Quando queremos digitar um título, e queremos que o mesmo esteja centralizado na folha, basta clicar sobre o botão [CENTRALIZAR] e o texto automaticamente será centralizado. O mesmo acontece para a opção [ALINHAR À ESQUERDA], [ALINHAR À DIREITA]. A opção [JUSTIFICAR] deve ser utilizada quando desejamos que o Word alinhe automaticamente as linhas do texto com as margens direita e esquerda. O parágrafo que você acaba de ler é um exemplo da forma justificada de texto.

Importante lembrar que, quando você pressiona – ENTER -, a nova linha aberta, que será o seu novo parágrafo, também estará centralizado, necessitando que seja alterada a sua formatação antes do início da digitação do texto.

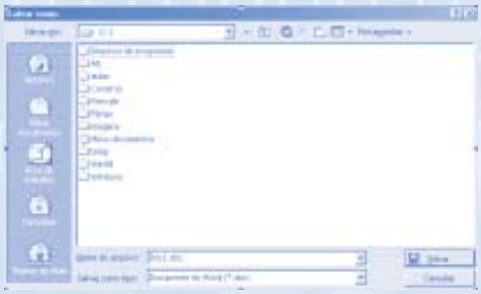
Cor da fonte

A escolha da cor da fonte a ser utilizada na digitação do texto pode ser feita de pelo menos duas formas: através do *menu* <FORMATAR> <FONTE> escolhendo a cor na caixa "Cor da Fonte". Normalmente a cor padrão na inicialização de um texto é a automática (preta). Outra forma de escolher a cor da fonte é pelo botão indicado na figura abaixo.

Abrir documento / Salvar / Salvar como

Todo documento, independente do número de páginas que ele possui, é um arquivo que possui um nome usado para identificá-lo para reedição, impressão, cópia e exclusão.

Primeiramente precisamos dar um nome ao arquivo. Essa tarefa pode ser feita de várias maneiras. Podemos utilizar o botão da barra de ferramentas cujo desenho é apresentado na pequena figura que aparece logo ao lado , ou através do *menu* <ARQUIVO> <SALVAR>. Em ambas as opções e na primeira vez que estamos salvando o documento uma janela será apresentada. Veja a figura que aparece em seguida



Na caixa "Salvar em:" você deve selecionar a pasta que irá armazenar o documento. Na caixa "Nome do arquivo" você deve colocar o nome que você quer dar ao arquivo. O Word permite que o documento seja salvo em formatos diferentes do formato padrão do Word. Na caixa "Salvar como tipo:" é onde selecionamos o tipo de arquivo que queremos salvar. Por enquanto deixaremos sempre a opção "Documento do Word (*.doc)". Após ter preenchido as opções, clique no botão [SALVAR].

Existem várias formas de se abrir um documento do Word. O ideal é clicar no *menu* <ARQUIVO>, escolher a opção <ABRIR> e procurar a pasta e o arquivo desejado. Você também pode utilizar o botão na barra de ferramentas, cujo desenho é igual ao da figura que aparece ao lado .

Ao encerrar o Word, o aplicativo questiona o usuário sobre salvar o arquivo, não salvar ou cancelar o encerramento do aplicativo.

Numeração e Marcadores

Para inserir uma numeração simples (1, 2, 3, etc.) e automática de itens no Word primeiramente deve-se clicar sobre o botão de controle conforme figura ao lado , ou então acionar o *menu* <FORMATAR> <MARCADORES E NUMERAÇÃO> <NUMERADA>.

A numeração será iniciada automaticamente. À medida que você termina de digitar uma linha, pressiona a tecla – ENTER -, a próxima linha (parágrafo) terá uma nova numeração com incremento de uma unidade.

Para inserir uma numeração simples (1, 2, 3, etc.) automática de itens no Word primeiramente deve-se clicar sobre o botão de controle conforme figura 7.1 ou então acionar o *menu* <FORMATAR> <MARCADORES E NUMERAÇÃO> <NUMERADA>.

Para os marcadores, as opções de formatação estão no mesmo *menu* utilizado pelos numeradores. A diferença entre os numeradores e os marcadores é que os marcadores são representados por símbolos ou figuras, enquanto que os numeradores por números e letras.

Selecionando, copiando e colando partes do texto

Às vezes você precisa repetir uma ou mais partes de um texto, ou até mesmo de outro texto. Para isso, temos o recurso de selecionar (marcar a área do texto a ser reproduzida), copiar (transferir a área selecionada para a memória do micro) e colar (transferir da memória do micro para o ponto que irá receber a cópia).

Para selecionar a área do texto a ser copiada, proceda da seguinte forma:

1. Você pode clicar e arrastar o *mouse* sobre o texto a ser copiado, ou então clicar na primeira letra do texto e, em seguida, pressionar sem soltar a tecla – SHIFT – e utilizar as setas do teclado para selecionar a área.

2. Para transferir o bloco selecionado para a memória, clique na opção <EDITAR> do *menu* em seguida <COPIAR> ou então pressione as teclas – CTRL + C.

3. Vá para o ponto do texto onde deseja inserir o bloco selecionado e clique na opção <EDITAR> do *menu* e em seguida <COLAR> ou então pressione as teclas – CTRL + V -.

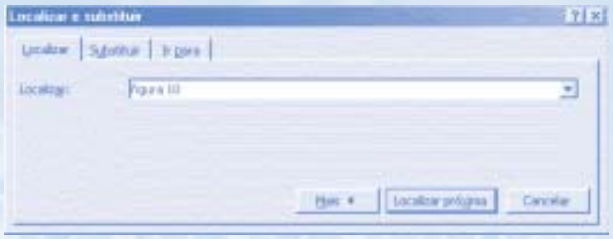
Teclas de atalho

O Windows e todos os aplicativos da Microsoft possuem o recurso denominado "Teclas de Atalho". Como vimos no item anterior (item 8), a opção de copiar utilizando as teclas – CTRL + C – ou colar, utilizando as teclas – CTRL + V – nada mais são do que teclas de atalho. As teclas de atalho podem ser úteis já que não precisamos retirar as mãos do teclado para pegar o *mouse* e selecionar um conjunto de opções do *menu*.

Localizando textos e palavras

Para localizar textos e palavras acesse o *menu* na opção <EDITAR> <LOCALIZAR>. Uma nova tela é apresentada, onde o usuário deverá informar qual o texto ou palavra que deseja localizar, conforme apresentado na figura mostrada a seguir. A cada ocorrência da palavra, o usuá-

rio deve clicar no botão [LOCALIZAR PRÓXIMA] para que o localizador procure a próxima ocorrência da palavra ou então escolher o botão [CANCELAR] para cancelar a procura.



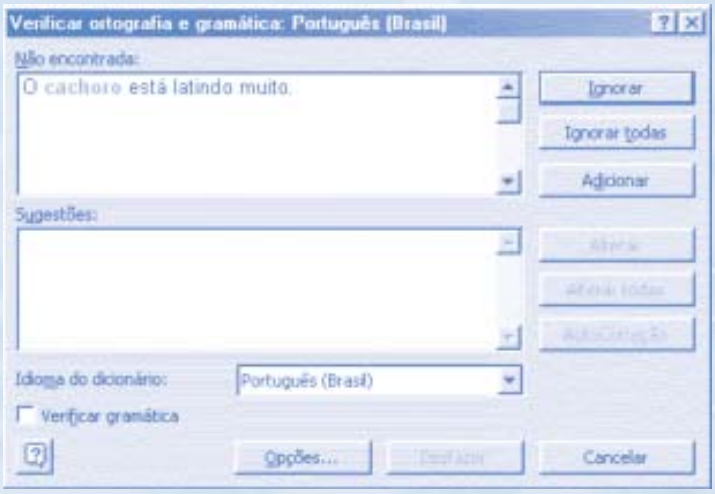
Substituindo textos e palavras

Para substituir textos e palavras acesse o *menu* na opção <EDITAR> <SUBSTITUIR>. Uma nova tela é apresentada, onde o usuário deverá informar qual o texto ou palavra que deseja substituir, conforme apresentado na figura abaixo. Para que todas as opções de substituição apareçam, conforme a tela abaixo, clique no botão [MAIS]. Podemos optar por substituir todo o texto, acima ou abaixo de onde o cursor estiver posicionado, modificando a opção [DIREÇÃO].

Verificando Ortografia e Gramática

A verificação da ortografia e gramática pode ser feita acessando o *menu* <FERRAMENTAS> <ORTOGRAFIA E GRAMÁTICA> ou clicando a tecla - F7 - ou então na barra de ferramentas que apresenta o seguinte botão

A tela conforme figura a seguir é então apresentada.



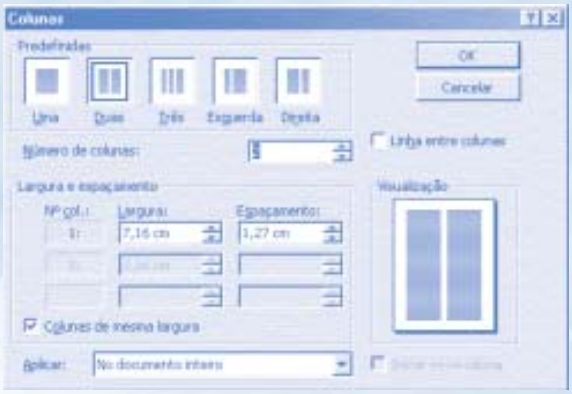
O Word pode verificar os problemas de ortografia e gramática durante a digitação do texto. Essa opção pode ser ativada ou desativada pelo usuário. Para ativar ou desativar a opção de verificação durante a digitação, o usuário deve acessar o *menu* <FERRAMENTAS> <OPÇÕES> e na {ORTOGRAFIA E GRAMÁTICA}. A tela é então apresentada conforme a figura abaixo.

O Word exibe linhas vermelhas abaixo das palavras que ele acha estarem erradas e linhas onduladas verdes abaixo das sentenças que ele acha estarem com problemas gramaticais. Isso permite ver imediatamente se foi digitada uma palavra errada ou se uma frase não está gramaticalmente correta.

Mesmo assim não podemos afirmar que o Word irá corrigir todos os erros de gramática e ortografia existentes no documento. O usuário sempre deverá fazer também, manualmente, a sua revisão.

MÚLTIPLAS COLUNAS

O Word permite que o usuário trabalhe com o texto formatado em mais de uma coluna. Inicialmente, até por ser mais comum nas tarefas diárias, o Word não formata colunas. Para formatar colunas o usuário deve acessar o *menu* <FORMATAR> <COLUNAS>. Na figura abaixo, podemos observar as opções possíveis de formatação de colunas. O Word permite que um documento possua várias formatações de colunas diferentes em um único texto.



TABELAS

Para inserir uma tabela no texto, o usuário deve acessar o *menu* <TABELA> <INSERIR><TABELA> (ver figura a seguir) e escolher o número de linhas e colunas que a tabela deve ter. Pressione as teclas –TAB – para navegar na tabela e incluir texto.

Ao pressionar a tecla – ENTER – em uma tabela do Word, você não passa para a próxima célula (como acontece no Excel); você simplesmente passa para uma nova linha dentro da célula.

Autoformatação de tabelas

O Word possui alguns formatos pré-definidos de tabelas. Após inserir uma tabela qualquer em seu documento, clique em uma das células da tabela e escolha no *menu* <TABELA> a opção <AUTOFORMATAÇÃO DA TABELA>. A escolha da autoformatação também pode ser feita no momento da inserção da tabela clicando no botão [AUTOFORMATAÇÃO] que aparece na tela de inserção da tabela (ver figura 15.1).

Alterar largura de linhas e colunas das tabelas

Para alterar as linhas e colunas de uma tabela, posicione o ponteiro do *mouse* na linha ou coluna que deseja modificar. Segure o ponteiro do *mouse* pressionado e arraste-o até a posição desejada. Quando o cursor estiver na posição de modificação de linhas e colunas o desenho do ponteiro será modificado para:

Linhas

Colunas

A modificação de largura de linhas e colunas de toda a tabela ou de uma linha ou coluna específica também pode ser feita através do *menu* <TABELA><PROPRIEDADES DA TABELA> (ver figura logo a seguir), por meio do qual podemos especificar a largura de linhas e colunas utilizando as medidas de "centímetros". O usuário deve selecionar a tabela antes de alterar os valores, linha ou coluna que deseja modificar.

Acrescentar e excluir linhas da tabela

Para inserir uma nova linha na tabela, dê um clique à esquerda da linha acima da qual você quer inserir outra linha; a linha fica destacada. (Observe que o ponteiro do *mouse* muda de uma seta apontando à esquerda para uma seta apontando à direita).

Dê um clique com o botão direito do *mouse* na linha destacada (aparecerá *menu* conforme figura abaixo) e escolha a opção <INSERIR LINHAS> no *menu* de atalho; a nova linha aparece na tabela.

Para excluir uma nova linha da tabela, dê um clique na margem esquerda da linha a qual você gostaria de excluir; a linha é destacada.

Dê um clique com o botão direito do *mouse* na linha destacada (aparecerá *menu* conforme figura abaixo) e escolha a opção <EXCLUIR LINHAS> no *menu* de atalho; a linha desaparece.

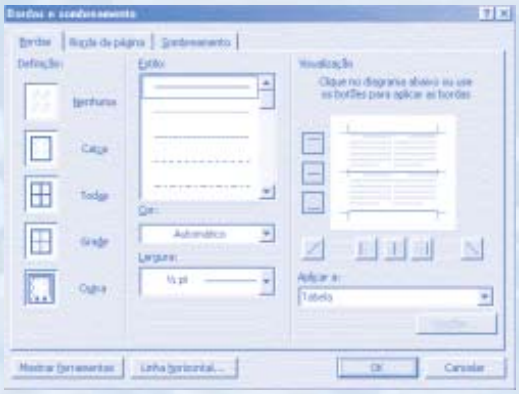
Acrescentar ou excluir colunas da tabela

Para inserir uma nova coluna na tabela, dê um clique à esquerda ou à direita da coluna ao lado da qual você quer inserir outra coluna; a coluna fica destacada. Acesse o *menu* <TABELA> <INSERIR> <COLUNAS A DIREITA> ou <COLUNAS A ESQUERDA>; a nova coluna aparece na tabela.

Para excluir uma nova coluna da tabela, dê um clique na coluna a qual você gostaria de excluir; a coluna é destacada. Acesse o *menu* <TABELA> <EXCLUIR> <COLUNAS>; as colunas marcadas desaparecem.

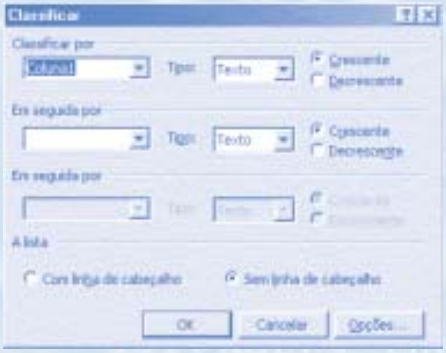
Formatar bordas da tabela

Para modificar as bordas da tabela, selecione a tabela e acesse o *menu* <FORMATAR> <BORDAS E SOBREAMENTO>, conforme apresentado na figura abaixo.



Ordenação de dados em uma tabela

O Word permite a ordenação de dados inseridos em uma tabela. Por exemplo, podemos inserir em uma tabela uma lista desordenada de nomes de pessoas com os seus respectivos números de telefone. Depois selecionamos a tabela e acessando o *menu* <TABELA><CLASSIFICA TABELA> escolhemos as opções de classificação (ver figura abaixo). Podemos ordenar a tabela em ordem crescente ou decrescente e com mais de uma opção de classificação de colunas.



Inserir Figuras

O Word permite que o usuário crie seus documentos utilizando além de textos, figuras, imagens, sons, clipes e gráficos. Para facilitar o seu trabalho com figuras, você pode deixar ativada a barra de ferramentas "DESENHO". Posicione o cursor no documento, próximo de onde você deseja inserir uma figura. Escolha no *menu* suspenso a opção <INSERIR> <FIGURA> <CLIPART>. As figuras estão classificadas em categorias. Escolha a categoria e a figura desejada. Clicando sobre a figura desejada, o *menu*, conforme a figura abaixo, é apresentado. Escolhendo a primeira opção (ver figura abaixo) você

insere a figura em seu documento. As demais opções de botões apresentadas são, respectivamente: opção de visualização do clipe, opção para adicioná-lo em uma categoria denominada “favoritos” e opção para acionar um processo de busca por clipes semelhantes.

O Word também permite que o usuário escolha novas figuras, clipes, sons, imagens e gráficos para que possam ser acrescentados aos seus documentos.

O Word também permite que você insira figuras a partir de arquivos que não estejam no Clipart. Para isso escolha no *menu* a opção <INSERIR><FIGURA><DOARQUIVO>, escolha a pasta e o arquivo que deseja inserir.

Modificar a figura.

Você pode dar um clique com o botão direito do *mouse* sobre a figura. Escolha a opção “Mostrar barra de ferramentas ‘Figura’ ”. Uma barra, conforme a figura abaixo, será apresentada. Nessa barra de ferramentas, você pode aumentar ou diminuir o tamanho da figura, colocar mais brilho, mais contraste, inserir outras figuras etc. Você tem a opção de colocar a figura entre, sobre e abaixo do texto, com um quadrado em sua volta ou não, etc. Para ativar essa opção, clique na opção “disposição do texto” que aparece no nono ícone, conforme figura abaixo.

Inserindo Autoformas

Autoformas são figuras com formatos específicos: setas, fluxogramas, linhas, textos explicativos que podem ser usados em conjunto com texto e figuras. Para acionar o *menu* de autoformas, clique no *menu* <INSERIR> <FIGURA> <AUTOFORMAS>.

Para modificar as figuras “autoformas”, dê dois cliques sobre a figura inserida em seu documento. A figura abaixo será apresentada e o usuário poderá então escolher a melhor forma de apresentação de sua autoforma.

Trabalhando com Word Art

Para trabalhar com o Word Art (ferramenta que usa letras artísticas), o usuário deve escolher com qual tipo de apresentação de Word Art quer trabalhar, acessando no *menu* <INSERIR> <FIGURA> <WORDART> e escolhendo a disposição de texto que mais lhe interessar. Depois o usuário deverá digitar o texto que deseja que fique com essa forma de apresentação. O usuário pode determinar o tipo de fonte, tamanho, etc. Para acessar o *menu* de formatação do texto Word Art, clique com o botão direito do *mouse* sobre o texto Word Art e escolha a opção “Formatar Word Art”. As opções, conforme a figura abaixo, serão apresentadas.

EXCEL

Planilhas eletrônicas

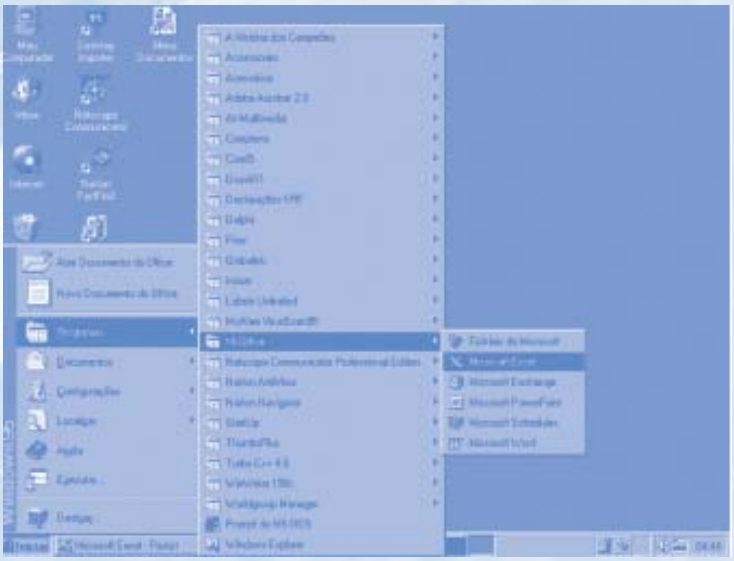
As planilhas eletrônicas ficarão na história da computação como um dos maiores propulsores da microinformática. Elas são, por si sós, praticamente a causa da explosão dos microcomputadores no final da década de 1970, tendo como representantes as planilhas Visicalc para os microcomputadores Apple, Supercalc e Lotus 1-2-3 para os PC’s, quando esses foram lançados. Com o advento do ambiente gráfico Windows, a planilha Excel passou a dominar esse ambiente gráfico, tornando-se a rainha das planilhas.

Como são relativamente fáceis de operar, as planilhas vieram ao encontro de milhares de organizações e pessoas que tinham ou têm, na formulação de projeções, tabelas e gerações de números baseados em variáveis, sua principal carga operacional. Uma planilha eletrônica substitui naturalmente o processo manual ou mecânico de escrituração e cálculos. Trabalhar com uma planilha eletrônica não exige conhecimentos de programação, mas somente que você conheça a aplicação que irá desenvolver e os comandos próprios da planilha.

Carregando o Excel 7

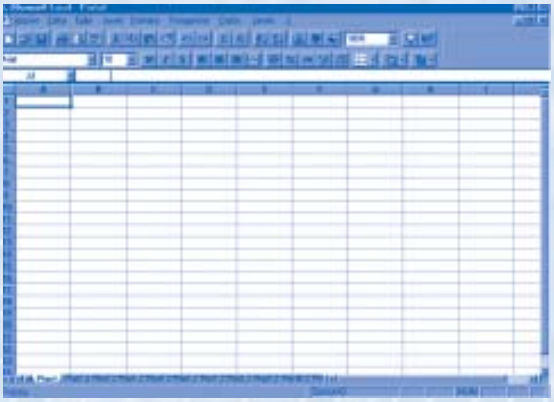
Para carregar o EXCEL 7, você deve dar um clique no botão iniciar, em seguida clique na opção Programas. No *menu* programas, clique no grupo MsOffice, opção Microsoft Excel.

Agora, você aprenderá as operações básicas para a criação e impressão de uma planilha, de forma a já poder criar os seus primeiros modelos e, posteriormente, verá em detalhes os recursos do EXCEL 7 que permitirão a criação de planilhas mais sofisticadas e com uma melhor aparência.



A Tela de trabalho

Ao ser carregado, o Excel exibe sua tela de trabalho mostrando uma planilha em branco com o nome de Pasta 1. A tela de trabalho do EXCEL 7 é composta por diversos elementos, entre os quais podemos destacar os seguintes:



Células: Uma planilha é composta por células. Uma célula é o cruzamento de uma coluna com uma linha. A função de uma célula é armazenar informações que podem ser um texto, um número ou uma fórmula que faça menção ao conteúdo de outras células. Cada célula é identificada por um endereço que é composto pela letra da coluna e pelo número da linha.

Workbook: O EXCEL 7 trabalha com o conceito de pasta ou livro de trabalho, segundo o qual cada planilha é criada como se fosse uma pasta com diversas folhas de trabalho. Na maioria das vezes, você trabalhará apenas com a primeira folha da pasta. Com esse conceito, em vez de criar doze planilhas diferentes para mostrar os gastos de sua empresa no ano, você poderá criar uma única planilha e utilizar doze folhas em cada pasta.

Marcadores de página (Guias): Servem para selecionar uma página da planilha, da mesma forma que os marcadores de agenda de telefone. Esses marcadores recebem automaticamente os nomes Plan1, Plan2, etc., mas podem ser renomeados.

Barra de fórmulas: Tem como finalidade exibir o conteúdo da célula atual e permitir a edição do conteúdo de uma célula.

Linha de status: Tem como finalidade exibir mensagens orientadoras ou de advertência sobre os procedimentos que estão sendo executados, assim como sobre o estado de algumas teclas do tipo liga-desliga, como a tecla NumLock, END, INS, etc.

Janela de trabalho: Uma planilha do Excel tem uma dimensão física muito maior do que uma tela-janela pode exibir. O Excel permite a criação de uma planilha com 16.384 linhas por 256 colunas.

Movimentando-se pela planilha

Para que uma célula possa receber algum tipo de dado ou formatação, é necessário que ela seja selecionada previamente, ou seja, que se torne a célula ativa. Para

tornar uma célula ativa, você deve mover o retângulo de seleção até ela, escolhendo um dos vários métodos disponíveis.

1. Use as teclas de seta para mover o retângulo célula a célula na direção indicada pela seta.

2. Use as teclas de seta em combinação com outras teclas para acelerar a movimentação.

3. Use uma caixa de diálogo para indicar o endereço exato.

4. Use o *mouse* para mover o indicador de célula e com isso selecionar uma célula específica.

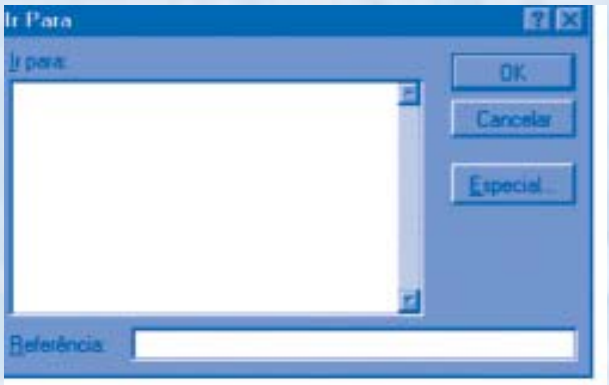
Usando teclas

A próxima tabela mostra um resumo das teclas que movimentam o cursor ou o retângulo de seleção pela planilha:

Ação	Teclas a serem usadas
Mover uma célula para a direita	seta direita
Mover uma célula para a esquerda	seta esquerda
Mover uma célula para cima	seta superior
Mover uma célula para baixo	seta inferior
Última coluna da linha atual	CTRL-seta direita
Primeira coluna da linha atual	CTRL-seta esquerda
Última linha da coluna atual	CTRL-seta inferior
Primeira linha da coluna atual	CTRL-seta superior
Mover uma tela para cima	PgUp
Mover uma tela para baixo	PgDn
Mover uma tela para esquerda	ALT+PgUp
Mover uma tela para direita	ALT+PgDn
Mover até a célula atual	CTRL+Backspace
Mover para célula A1	CTRL+HOME
F5	Ativa caixa de diálogo

Usando a caixa de diálogo

Se você sabe exatamente para onde quer movimentar o cursor, pressione a tecla F5 para abrir a caixa de diálogo Ir Para. Quando ela aparecer, informe a referência da célula que você deseja.



Esse método é muito mais rápido do que ficar pressionando diversas vezes uma combinação de teclas. Depois de informar o endereço, pressione o botão OK.

Usando o *mouse*

Para mover o retângulo de seleção para uma determinada célula que esteja aparecendo na janela, basta apontar o indicador de posição para a célula desejada e dar um clique.

Se a célula estiver fora da área de visão, você deve usar as barras de rolamento vertical ou horizontal.

Você pode arrastar o botão deslizante para avançar mais rapidamente ou então dar um clique sobre as setas das extremidades da barra de rolamento para rolar mais vagarosamente a tela.

Inserindo os dados

Inserir o conteúdo de uma célula é uma tarefa muito simples. Você deve selecionar a célula que receberá os dados posicionando o retângulo de seleção sobre ela. Em seguida, basta digitar o seu conteúdo.

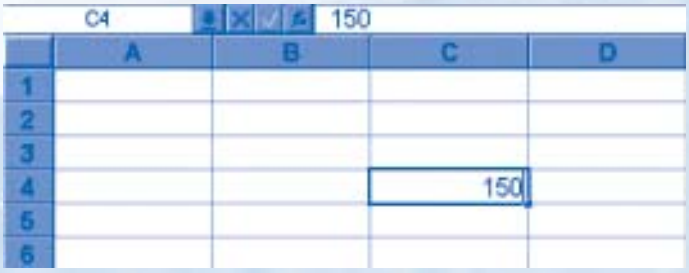
O EXCEL 7 sempre classificará o que está sendo digitado em quatro categorias:

1. Um texto ou um título
2. Um número
3. Uma fórmula
4. Um comando

Essa seleção quase sempre se faz pelo primeiro caractere que é digitado. Como padrão, o EXCEL 7 alinha um texto à esquerda da célula e os números à direita.

Entrada de números

Por exemplo, selecione a célula C4 e digite o número 150. Note que ao digitar o primeiro número, a barra de fórmulas muda, exibindo três botões. Cada número digitado na célula é exibido também na barra de fórmulas.



Para finalizar a digitação do número 150 ou de qualquer conteúdo de uma célula na caixa de entrada pelo botão ☑ na barra de fórmulas, pressione ENTER.

Como padrão, o EXCEL 7 assume que ao pressionar ENTER, o conteúdo da célula está terminado e o retângulo de seleção é automaticamente movido para a célula de baixo. Se, em vez de ENTER, a digitação de uma célula for concluída com o pressionamento da caixa de entrada ☑ , o retângulo de seleção permanecerá na mesma célula.

Para cancelar as mudanças, dê um clique na caixa de cancelamento na barra de fórmulas ou pressione ESC. Essas duas operações apagarão o que foi digitado, deixando a célula e a barra de fórmulas em branco.

Se durante a digitação algum erro for cometido, pressione a tecla Backspace para apagar o último caractere digitado. Como padrão, adotaremos sempre o pressionamento da tecla ENTER para encerrar a digitação de uma célula.

Agora insira os números mostrados na figura abaixo:

D16

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4			150	30	
5			345,8	360,68	
6			550	550	
7			35	30	
8					

Entrada de textos

Inserir um texto em uma célula é igualmente fácil, basta selecionar a célula, digitar o texto desejado e pressionar uma das teclas ou comandos de finalização da digitação. Além da tecla ENTER, que avança o cursor para a célula de baixo, e da caixa de entrada, que mantém o retângulo de seleção na mesma célula, você pode finalizar a digitação de um texto ou número pressionando uma das teclas de seta para mover o retângulo de seleção para a próxima célula.

Agora insira os textos, conforma a figura abaixo:

B7 Telefone

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Item	Valor		
4		Energia	150	30	
5		Alimentação	345,8	360,68	
6		Residência	550	550	
7		Telefone	35	30	
8					

Entrada de fórmulas

É na utilização de fórmulas e funções que as planilhas oferecem real vantagem para seus usuários. Basicamente, uma fórmula consiste na especificação de operações matemáticas associadas a uma ou mais células da planilha. Cada célula da planilha funciona como uma pequena calculadora que pode exibir o conteúdo de uma expressão digitada composta apenas por números e operações matemáticas ou então por referências a células da planilha. Se você fosse fazer a soma dos valores da coluna C, escreveria a seguinte expressão em uma calculadora: "150+345,8+550+35" e pressionaria o sinal de igual para finalizar a expressão e obter o número no visor. No EXCEL 7, você pode obter o mesmo efeito se colocar o cursor em uma célula e digitar a mesma expressão só que começando com o sinal de mais: "+150+345,8+550+35". Essa possibilidade de uso do Excel é conveniente em alguns casos, contudo, na maioria das vezes, você trabalhará fornecendo endereços de células para serem somados.

Posicione o cursor na célula C8, digite a fórmula mostrada e pressione ENTER.

C8 +c4+c5+c6+c7

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Item	Valor		
4		Energia	150	30	
5		Alimentação	345,8	360,68	
6		Residência	550	550	
7		Telefone	35	30	
8		Total	+c4+c5+c6+c7		
9					

Note que no lugar da fórmula apareceu a soma das células, enquanto na linha de fórmula, aparece a fórmula digitada.

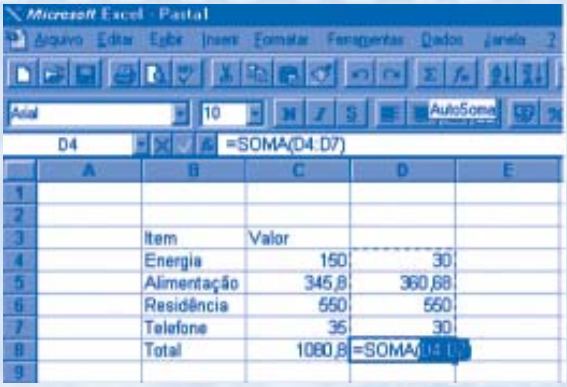
C8 =+C4+C5+C6+C7

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Item	Valor		
4		Energia	150	30	
5		Alimentação	345,8	360,68	
6		Residência	550	550	
7		Telefone	35	30	
8		Total	1080,8		
9					

A Auto-Soma

O EXCEL 7 possui um recurso muito útil, que facilita a entrada de fórmulas para calcular uma somatória de valores contínuos. Esse recurso consiste na aplicação automática de uma função do EXCEL 7 que se chama SOMA.

Posicione o retângulo de seleção na célula D7. Em seguida, pressione o botão Auto-soma que se encontra na barra de ferramentas, como mostra a próxima figura.



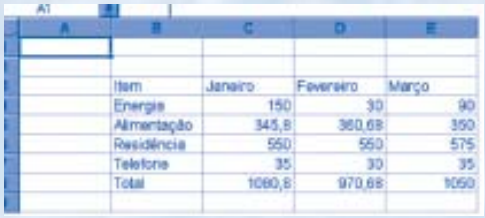
Ao pressionar o botão, o EXCEL 7 identifica a faixa de valores mais próxima e automaticamente escreve a função SOMA () com a faixa de células que deve ser somada. Após aparecer a fórmula, basta pressionar ENTER para finalizar a sua introdução.

Alteração do conteúdo de uma célula

Se você quiser alterar o conteúdo de uma célula, pode usar dois métodos bem simples que ativarão a edição.

1. Dê um duplo clique sobre a célula.
2. Posicione o retângulo de seleção sobre a célula e pressione F2.

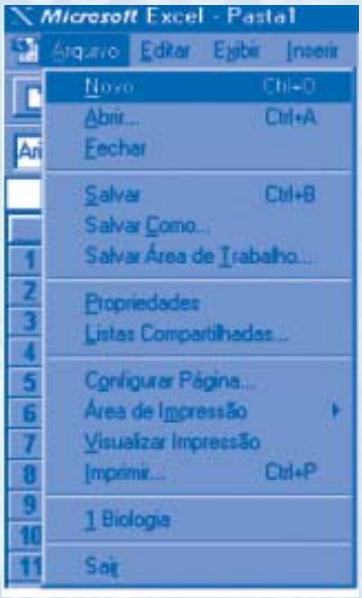
Complete a planilha como mostra a próxima figura:



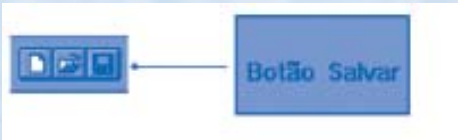
SALVANDO UMA PLANILHA

Quando você salva uma planilha pela primeira vez no EXCEL 7, é solicitado que você forneça um nome para ela. Nas outras vezes, não será necessário o fornecimento do nome. Para salvar uma planilha, você pode optar pelo *menu* Arquivo, pela digitação de uma combinação de teclas ou pelo pressionamento de um botão da barra de ferramentas.

No *menu* Arquivo existe uma opção que se chama Salvar. Você pode ativar esse comando ou, então, se não gostar de usar muito os *menu*s, pode pressionar a combinação de teclas CTRL-B.



A terceira opção é a mais rápida para quem gosta de usar *mouse*. Basta dar um clique no botão salvar, o terceiro da barra de ferramentas.



Qualquer uma dessas opções abrirá a caixa de diálogo mostrada a seguir:

No EXCEL 7, toda vez que uma nova planilha é iniciada, ele recebe o nome de Pasta1. Se, em uma mesma seção de trabalho, mais de um novo documento for criado, os nomes propostos pelo Excel serão Pasta2, Pasta3 e assim por diante. É por isso que você deve fornecer um nome específico para a planilha que está sendo criada.

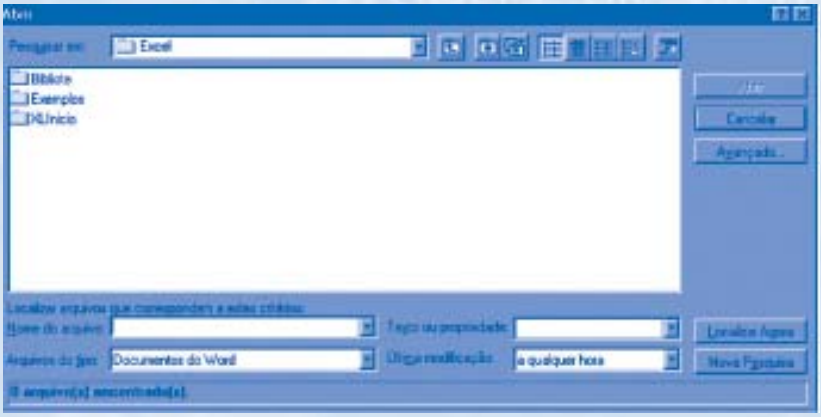
Carregando uma planilha

Se posteriormente você necessitar utilizar a planilha novamente, você deve abrir a planilha, ou seja, ler o arquivo do disco para a memória.

No *menu* Arquivo existe uma opção chamada Abrir. Você pode ativar esse comando ou, então, se não gostar de usar muito os *menus*, pode pressionar a combinação de teclas CTRL+A.

A terceira maneira de abrir um arquivo é pressionar o botão Abrir, representado por uma pasta se abrindo, e que é o segundo da barra de ferramentas.

Qualquer uma dessas três opções abrirá a caixa de diálogo Abrir:



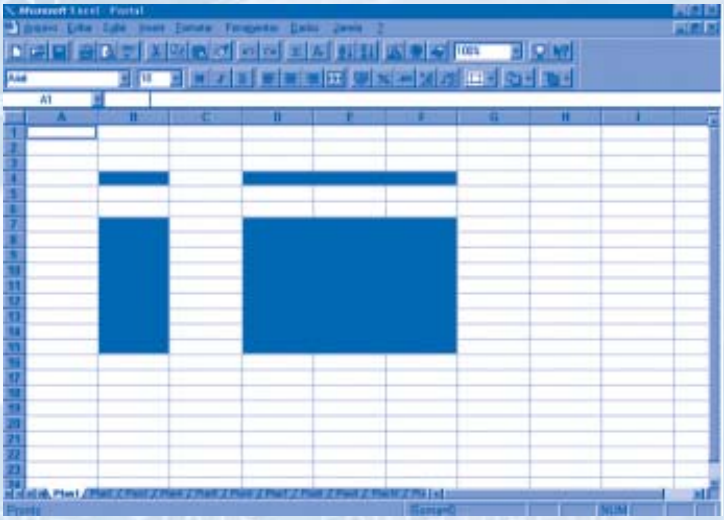
Ela funciona de maneira idêntica à caixa de diálogo Salvar Como. Você deve digitar o nome da planilha ou selecionar seu nome na lista de arquivos disponíveis.

Formatação de células

Efetuar a formatação de células no EXCEL 7 é bastante simples, basta selecionar uma faixa da planilha e em seguida aplicar a formatação sobre ela.

Seleção de faixas

No EXCEL 7, a unidade básica de seleção é uma célula e você pode selecionar uma célula ou uma faixa de células horizontal, vertical ou em forma de retângulo. Toda faixa é composta e identificada por uma célula inicial e por uma célula final. Uma faixa de células pode ser selecionada por meio do *mouse* ou por meio do teclado.



Selecionando com o *mouse*

Para selecionar uma faixa com o *mouse*, você deve posicionar o cursor na célula inicial e em seguida manter o botão esquerdo do *mouse* pressionado, enquanto arrasta o retângulo de seleção até a célula correspondente ao final da faixa. Enquanto o cursor vai sendo movido, as células marcadas ficam com fundo escuro para que visualmente você tenha controle da área selecionada. Quando chegar com o cursor na célula final, o botão do *mouse* deve ser liberado.

Selecionando com o teclado

Para selecionar uma faixa de células com o teclado, você deve posicionar o retângulo de seleção sobre a célula inicial da faixa. Em seguida, deve manter a tecla SHIFT pressionada, enquanto usa uma das teclas de seta ou de movimentação para mover o retângulo de seleção até o final da faixa. Ao atingir essa posição, a tecla SHIFT deve ser liberada.

Desmarcando uma faixa

Para desmarcar uma faixa, ou seja, retirar a seleção feita, basta dar um clique sobre qualquer célula da planilha que não esteja marcada.

Formatação de textos e números

No EXCEL 7, pode-se mudar o tamanho e os tipos das letras, aplicar efeitos especiais tais como negrito, itálico, sublinhado, entre outros. Um texto pode ser alinhado dentro de uma coluna à esquerda, à direita ou centralizado.

Você pode ativar um desses efeitos durante a digitação do conteúdo de uma célula, ou posteriormente, bastando para tal selecionar a célula desejada e pressionar o botão do efeito desejado. Você pode aplicar mais de um efeito na mesma célula.

Formatação de números

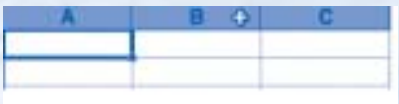
Além da formatação genérica que se aplica tanto a textos como a números, o EXCEL 7 possui formatos específicos para serem aplicados a números. Na barra de formatação, existem cinco botões específicos para esse fim.

Alteração da largura das colunas

Você pode alterar a largura de uma coluna aumentando ou diminuindo suas margens por meio do uso de uma caixa de diálogo ou do *mouse*.

Alterando a largura da coluna com o *mouse*

Para alterar a largura com o *mouse*, você deve mover o cursor até a barra de letras no alto da planilha, como mostra a próxima figura.

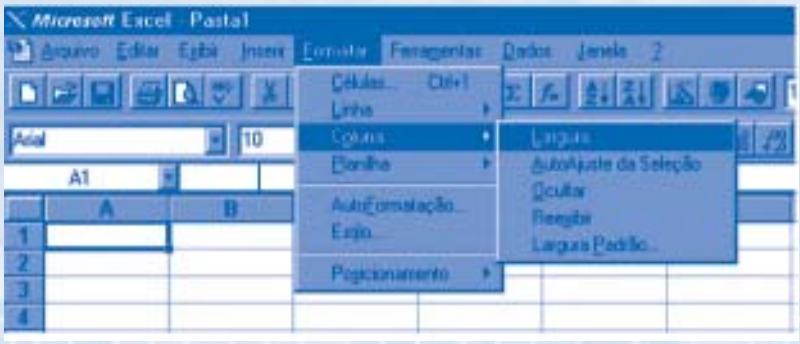


Em seguida, você deve mover o cursor no sentido da margem da coluna, ou seja, da linha que separa as colunas. Então o cursor mudará de formato, como na próxima figura:

Nesse instante você deve manter o botão esquerdo do *mouse* pressionado, enquanto arrasta a linha de referência que surgiu até a largura que achar conveniente. Ao atingir a largura desejada, é só liberar o cursor do *mouse*.

Alterando a largura da coluna por meio da caixa de diálogo

Outra forma de alterar a largura de uma coluna é por meio de uma caixa de diálogo, que é acionada a partir do *menu* Formatar/Coluna/Largura. Esse comando atuará sobre a coluna atual, a menos que você selecione mais de uma coluna previamente antes de ativar o comando.



Com uma ou mais colunas selecionadas, o comando exibe uma caixa de diálogo onde você deve informar a largura da coluna em centímetros.

Apagando o conteúdo de uma ou mais células

Se você cometeu algum erro e deseja apagar totalmente o conteúdo de uma célula, a forma mais simples é posicionar o seletor sobre ela e pressionar a tecla DEL. Para apagar uma faixa de células, selecione as células da faixa e pressione DEL.

Criando gráficos

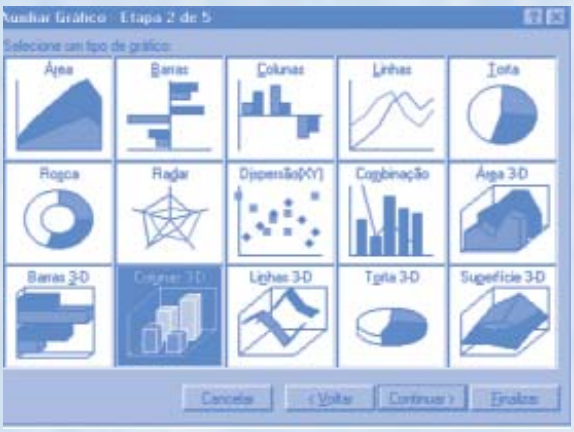
O EXCEL 7 oferece uma forma gráfica para representar os seus dados de uma forma mais ilustrativa. O EXCEL 7 permite a criação de gráficos na mesma página da planilha atual ou em outra página da pasta. Veremos agora a criação de um gráfico na mesma página da planilha.

Para criar um gráfico, você deve selecionar previamente a área de dados da planilha que será representada pelo gráfico. Em nosso exemplo, a série que será representada está na faixa B3:E7. Após selecionar a faixa, é só pressionar o botão do auxiliar gráfico na barra de ferramentas . Quando esse botão é pressionado, o cursor muda de formato, surgindo como um pequeno gráfico. Você deve selecionar então uma área da planilha onde o gráfico deve ser criado.

B	C	D	E
Item	Janeiro	Fevereiro	Março
Energia	150	30	90
Alimentação	345,8	360,68	350
Residência	550	550	575
Telefone	35	30	35
Total	1080,8	970,68	1050

Após liberar o botão do *mouse*, o EXCEL 7 ativa as caixas de diálogo Auxiliar Gráfico. A primeira delas pede que seja informada a faixa de células que será representada. Se a seleção de células estiver correta, pressione o botão Próxima: caso contrário, digite a faixa correta.

A segunda etapa pede que seja selecionado um tipo de gráfico. Basta dar um clique sobre o tipo desejado, que no exemplo é o de Colunas 3-D.

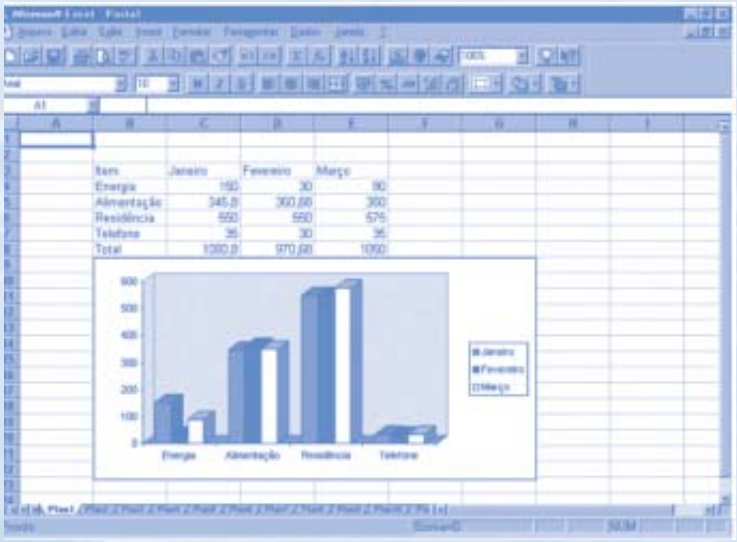


Pressione o botão Próxima para avançar para a etapa seguinte. Dependendo do formato básico escolhido, serão apresentadas as variações de formato possíveis para o gráfico. No caso do gráfico de colunas 3-D, as variações são mostradas na próxima tela.

A quarta etapa mostra uma visão prévia do gráfico e pede que seja especificado ou confirmado se a seqüência dos dados no gráfico deve ser feita por linha ou por coluna. Como padrão, o EXCEL 7 proporá por colunas. Em nosso exemplo, queremos ver como os itens de despesas se comportam mês a mês. Por isso escolhemos linhas.

Ele ainda pede que seja confirmada qual linha será usada como legenda para as categorias, que no caso são os meses, e qual coluna será usada para as legendas. Se quiséssemos colocar um título no gráfico, bastaria pressionar o botão próxima. Por ora, deixaremos o título de lado e pressionaremos o botão Finalizar.

O gráfico será montado na área selecionada, como mostra a próxima figura. Qualquer valor da faixa que for modificado alterará a aparência do gráfico instantaneamente.



Impressão da planilha

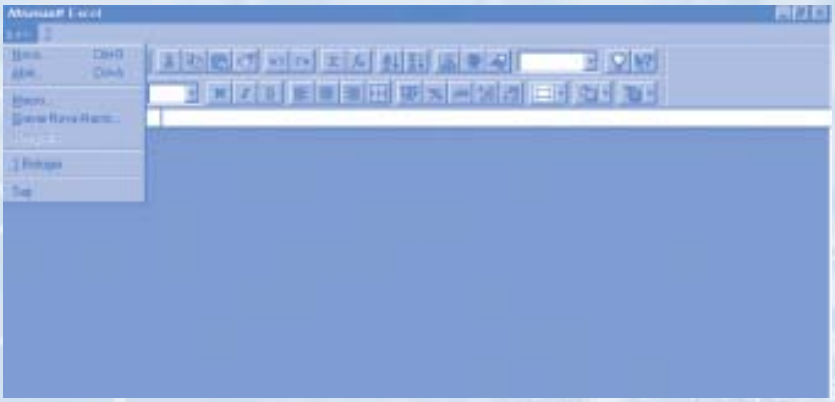
Até agora você já aprendeu um mínimo para criar uma planilha no EXCEL 7. Imprimir é ainda mais fácil. Veremos agora a forma mais simples para imprimir a planilha que está sendo editada. Até agora realizamos operações que foram acionadas em sua maioria pela barra de *menu*. A impressão também pode ser feita por meio de uma opção do *menu* Arquivo. Contudo, por enquanto, usaremos o ícone de impressora que se encontra na barra de ferramentas padrão. É o quarto ícone da esquerda para a direita. Antes de ativar a impressão, verifique se a impressora está ligada, possui papel e seu cabo está conectado ao micro.

Fechando a planilha atual

Se você estiver editando uma planilha e resolver encerrar o seu trabalho sem gravar as alterações feitas, pode usar o comando de Arquivo/Fechar. Se a planilha não sofreu alterações desde que foi carregada, ela será fechada. Caso tenha ocorrido alguma alteração, será exibida uma caixa de diálogo pedindo sua confirmação.

Criação de uma nova planilha

Para iniciar uma nova planilha, você deve ativar o comando Arquivo/Novo, como mostra a próxima ilustração.



Se preferir usar o teclado, pressione CTRL-O ou então, dar um clique sobre o botão novo, que é o primeiro da barra de ferramentas.

Abandonando o EXCEL 7

Para sair do EXCEL 7, você deve acionar a opção Sair do *menu* Arquivo. Se você ativar essa opção imediatamente após ter gravado o arquivo atual, o programa será encerrado imediatamente, voltando o controle para o Gerenciador de Programas.

POWER POINT

Abrindo uma apresentação existente

Uma das operações básicas de manipulação de arquivos do PowerPoint é a abertura de um arquivo já existente. Essa operação consiste em carregar um arquivo que já foi editado e salvo em uma outra oportunidade. Em muitos casos você não consegue elaborar uma boa apresentação de

slides de uma vez. São necessários vários dias para que você consiga reunir todas as formatações adequadas para dar à apresentação um aspecto profissional e de boa aparência.

Abrir um arquivo significa buscá-lo em disco e trazê-lo para a edição na tela do PowerPoint, fazendo com que ele seja objeto de modificações e de edições. Para executar essa operação, temos três formas:

- Pela abertura do PowerPoint
- Pelo comando dentro do *menu*
- Pela Barra de Ferramentas Padrão

Durante o processo de inicialização do PowerPoint deparamos com a alternativa de abertura de uma apresentação já existente no Quadro de Diálogo PowerPoint (última opção da tela). Se for o caso, você pode selecionar essa opção e logo após clicar o botão OK.

Para conseguir abrir, pelo *menu*, um arquivo de apresentação já existente, basta você selecionar o *menu* Arquivo e logo após escolher a opção Abrir. Observe a figura 1 mostrando o *menu* Arquivo aberto, com a opção Abrir sendo apresentada.

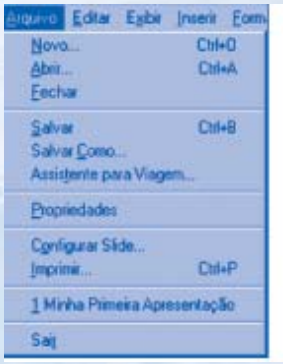


Figura 1 - *Menu* Arquivo aberto.

Atalho: Caso você queira abrir um arquivo de apresentação no PowerPoint utilizando as teclas de atalho, basta pressionar as teclas CTRL + A ou utilizar o teclado pressionando ALT + A e logo após a letra A.

Se quiser abrir uma apresentação utilizando a Barra de Ferramentas, basta posicionar a seta do *mouse* sobre o ícone Abrir e clicar uma vez para que surja o Quadro de Diálogo, que é apresentado na figura 2.

Obs.: As outras opções de abertura também fazem com que o Quadro de Diálogo Abrir apareça na tela para a utilização dos elementos de pesquisa.

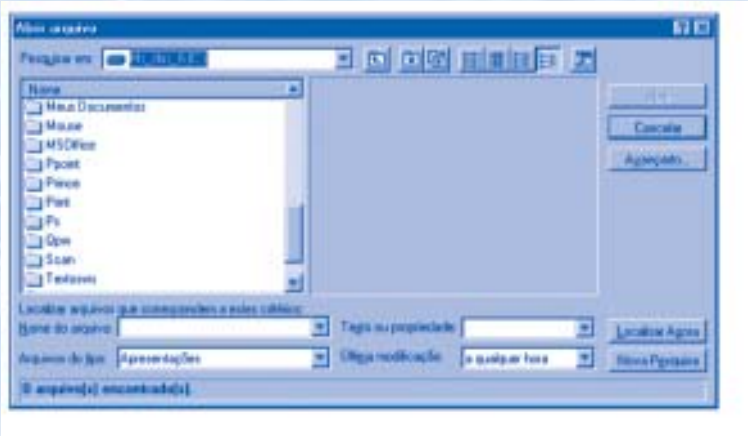


Figura 2 - Quadro de Diálogo Abrir.

Agora tente você!

1. Carregue o PowerPoint, caso já não esteja nele.

2. Após a apresentação da tela de abertura do PowerPoint espere o Quadro de Diálogo PowerPoint aparecer. Responda Cancelar, pois não iremos abrir a apresentação utilizando essa opção.

3. Quando estiver na tela principal do PowerPoint selecione na Barra de Ferramentas Padrão o botão Abrir .

4. No Quadro de Diálogo, clique duas vezes na pasta Meus Documentos (caso esse não seja o seu diretório padrão).

5. Veja que a sua apresentação se encontra presente no Quadro de Arquivos.

6. Selecione o arquivo Minha primeira apresentação e logo após dê um clique no botão Abrir.

Pronto, a sua apresentação está na tela novamente para que você possa modificá-la ou simplesmente executá-la. É dessa maneira que podemos continuar um trabalho que deixamos inacabado.

Dica: Também é possível abrir uma apresentação do PowerPoint a partir do Windows 95 da seguinte maneira: clique no botão Iniciar na Barra de Tarefas e selecione a opção Documentos. Se

a sua apresentação foi editada recentemente, ela será apresentada nesse *menu* e, para abrir o PowerPoint e a sua apresentação juntos, basta selecionar o nome dela.

Editando a apresentação

Para alterar qualquer elemento pertencente ao slide, deve-se previamente selecioná-lo. Por exemplo: se você deseja alterar o título do slide, é necessário que ele esteja selecionado para que aceite as novas características aplicadas por você. Então, sabendo disso, verifique as diversas formas de alterar um slide.

Modificando o texto

Para modificar o texto é necessário selecioná-lo da seguinte forma:

1. Posicione o cursor no início da frase Vendas de Automóveis e arraste-o até o final para que toda a frase fique dentro de uma área destacada.

2. Agora digite o termo: Mercado Automobilístico.

3. Observe que o novo texto substituiu o anterior.

4. Para retirar a seleção, basta clicar em qualquer ponto do slide que não possua texto. A seleção é um contorno com linhas hachuradas em volta do texto. Observe a figura 3.

Figura 3 - Visualização do contorno da área de texto.

Para incluir mais texto na área de texto, siga os seguintes passos:

1. Coloque o cursor na posição inicial onde vai entrar o novo texto, dando um clique com o botão esquerdo do *mouse*. Observe que agora o cursor fica piscando nessa posição.

2. Agora digite o novo texto, observe que, à medida que você insere as novas informações, o restante vai sendo empurrado para a direita.

3. Para retirar a seleção, basta clicar em qualquer ponto do slide que não possua texto.

Movendo e copiando o texto

Uma outra técnica de edição no PowerPoint é poder mover os elementos de um lugar para outro com extrema facilidade, utilizando o processo de *Drag and Drop* (Arrastar e Soltar).

Para mover o texto faça o seguinte:

1. Posicione o cursor em qualquer parte do termo Mercado Automobilístico e dê um clique. Observe que o contorno aparece novamente em volta do termo em questão.

2. Agora posicione o cursor sobre qualquer ponto do contorno até que se transforme em uma seta, conforme aparece na figura 4.

Figura 4 - Cursor sendo posicionado no contorno da área do texto.

3. Arraste o cursor para outro ponto do slide e verifique que o contorno é deslocado para essa nova posição.

4. Quando chegar à posição, solte o botão do *mouse* e observe que a informação foi deslocada para essa nova posição dentro do slide.

5. Traga o texto novamente para a posição original.

Para copiar o texto para outra parte do slide, execute esses procedimentos:

1. Clique uma vez sobre o termo Mercado Automobilístico.

2. Como já foi citado antes, logo aparece o contorno hachurado.

3. Posicione o cursor sobre esse contorno (em qualquer ponto), pressione o botão do *mouse* e mantenha pressionada a tecla CTRL.

4. Finalmente, arraste o cursor para outra posição no slide, soltando primeiramente o botão do *mouse* e depois a tecla CTRL. Observe que foi criada uma cópia do termo nessa nova posição.

Duplicando o texto

Para criar uma cópia rápida de um objeto, o PowerPoint possui um recurso bastante útil. Inicie a operação pela seleção do objeto e logo após selecione a opção Duplicar do *menu* Editar.

Após a utilização dessa opção, pode-se ainda criar uma nova cópia do elemento utilizando a opção Duplicar Novamente, que substituiu a opção Duplicar.

Atalho: Caso queira executar essa operação utilizando as teclas de atalho definidas para o comando, basta selecionar o objeto e pressionar as teclas CTRL + 2.

Excluindo texto e área de texto

A exclusão de texto, ou parte dele, é uma outra operação de edição bastante importante, pois é ela que permite a correção de erros de ortografia, duplicidade de caracteres, ou até mesmo de trechos excedentes.

Para excluir parte do texto, execute o seguinte:

1. Posicione o cursor antes do termo de Sousa e dê um clique com o botão esquerdo do *mouse*.

2. Observe a presença do contorno visto anteriormente. Pressione a tecla DEL nove vezes até eliminar o termo de Sousa.

Para excluir a área de texto, siga os passos abaixo:

1. Posicione o *mouse* em qualquer parte do 2º termo do slide (União dos Fabricantes...). Observe que o contorno aparece novamente em volta do termo em questão.

2. Agora posicione o cursor sobre qualquer ponto do contorno até o *mouse* se transformar em uma seta.

3. Pressione o botão do *mouse* uma vez para que apareçam os pontos (quadrados) em cada uma das extremidades.

4. Para eliminar a área do texto e o seu conteúdo, pressione a tecla DEL uma vez para eliminar o texto e uma outra vez para eliminar a área de texto. Observe como ficou o slide na figura 5.

Figura 5 - Visualização final do slide 1

5. Execute o mesmo processo com a cópia que foi feita da primeira área de texto.

Redimensionando a área de texto

A área de texto é inicialmente ajustada pelo próprio PowerPoint, porém é possível redimensioná-la com uma simples operação de deslocamento.

1. Execute os passos de 1 a 3, utilizados pelo processo de eliminação da área de texto do tópico anterior, no termo União dos Fabricantes...

2. Para redimensionar a área de texto, posicione o cursor em um dos pontos presentes nas extremidades da área, até que esse se transforme em uma seta de duas pontas. Finalmente, pressione e mantenha pressionado o botão do *mouse* deslocando a seta para dentro ou para fora a fim de que o pontilhado ocupe uma área menor ou maior no slide.

3. Solte o botão do *mouse* e observe que a área de texto ficou com outro tamanho.

Dica: Para redimensionar uma determinada área de texto na mesma proporção, em relação ao centro da área, execute o passo 2 da tarefa anterior, mantendo a tecla CTRL pressionada.

Usando o esquema de cores

O meio mais fácil de mudar o esquema de cores de uma apresentação é selecionar um dos esquemas de cores pré-definidos do PowerPoint. Quando você usa um esquema de cores pré-definido, ainda tem liberdade para selecionar uma grande variedade de esquemas de cores de fundo e frente, mas suas seleções são restritas às cores coordenadas por artistas profissionais.

A seguir estão alguns termos básicos que você precisa conhecer ao trabalhar com esquemas de cores.

Esquema de cores

É o conjunto básico de oito cores que você pode atribuir a slides, a um slide individual, a páginas de anotações e a folhetos para o público. Um esquema de cores consiste em uma cor de fundo, uma cor para linhas e texto e seis outras cores, todas equilibradas para produzir slides de fácil leitura.

A alteração de um esquema de cores pode mudar muito a aparência dos slides. Você pode alterar qualquer cor do esquema de cores usando o comando Esquema de Cores do Slide no *menu* Formatar. A guia Padrão permite que você visualize todos os esquemas de cores personalizados e a guia Personalizar, que você escolha as combinações de cores para um novo esquema. Verifique a figura 6 mostrando o Quadro de Diálogo Esquema de Cores.

Figura 6 - Quadro de Diálogo Esquema de Cores.

Cor de segundo plano

É a cor mostrada ao fundo em um slide do PowerPoint. Se você estiver pintando em uma tela branca, por exemplo, a cor de fundo será branca. Você pode pintar qualquer outra cor sobre ela, mas a cor de fundo continua a ser branca; o branco (o fundo) mostra os locais que você não pintou. A cor de fundo de um slide funciona dessa mesma maneira.

Cor do texto e das linhas

Define-se como uma cor que contrasta com a cor de fundo e é usada para escrever texto e desenhar linhas no slide. Em conjunto, a cor das linhas, do texto e a cor de fundo definem o tom de uma apresentação. Por exemplo, um fundo cinza com linhas e texto pretos define um tom sombrio, enquanto um fundo azul claro com linhas e texto dourados define um tom mais alegre e vivo.

Cor do título do texto

Assim como a cor das linhas e do texto, a cor do título do texto contrasta com o fundo.

Cor da sombra

É a cor que o PowerPoint aplica quando você sombreia um objeto. Essa cor muitas vezes é um tom mais escuro do que a cor de fundo.

Cor de preenchimento

É aquela que contrasta com as cores do fundo, das linhas e do texto. A cor de preenchimento é usada quando você cria gráficos.

Cores de destaque

São cores projetadas para funcionar como cores para recursos secundários de um slide. As cores de destaque também são usadas como cores de gráficos.

Para escolher um novo esquema de cores, execute os itens a seguir:

1. Posicione-se no slide 1, no *menu* Formatar, e escolha Esquema de Cores do Slide.

2. No Quadro de Diálogo Esquema de Cores do Slide, clique sobre a guia Personalizar. Observe que será mostrada a figura 6 vista anteriormente.

O novo esquema de cores é baseado nas cores que você seleciona para o fundo e para o texto. Você deve escolher primeiro uma cor de segundo plano, em seguida uma cor de texto e, depois, uma combinação de outras cores para completar o novo esquema de cores.

3. Dê um clique na cor onde se encontra o item Segundo Plano.

4. Clique no botão Alterar cor para que você possa percorrer a paleta que exibe mais opções de cores. Quando você seleciona uma cor de fundo, as cores de texto são alteradas para serem coordenadas com a cor de fundo. Observe a figura 7:

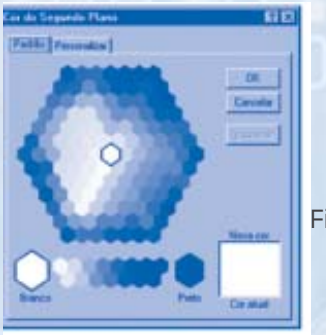


Figura 7 - Quadro de Diálogo para definir a Cor do Segundo Plano.

5. Selecione uma cor e em seguida clique o botão OK.

6. Agora escolha uma cor para o texto e as linhas na caixa Cores do Texto e das Linhas.

7. Você pode percorrer a paleta de cores para exibir mais opções de cores da mesma maneira que no item 4. Clique o botão OK para voltar ao Quadro de Diálogo Esquema de Cores.

8. Finalmente, selecione o botão Aplicar para que o slide atual assuma o novo esquema de cores.

Obs.: Se você clicar na opção Aplicar a Tudo, todos os slides da apresentação assumirão o novo esquema de cores.

9. Salve a apresentação novamente.

Trabalhando com os visualizadores

De forma diferente dos programas de apresentação mais novos, que obrigam você a criar e a salvar um único slide de cada vez, o PowerPoint cria uma apresentação inteira de slides, todos similares na aparência e todos armazenados num único arquivo em seu disco.

O PowerPoint tem a facilidade de exibir a sua apresentação de diversas formas; logo, em vez de oferecer somente o Modo de Slides, no qual você trabalha num único slide, ele também oferece os modos de Tópicos, de Classificação de Slides, de Anotações e de Apresentação de Slides. Cada modo leva você a trabalhar em um diferente aspecto da apresentação, e as mudanças que você faz em um modo são refletidas automaticamente nos outros modos.

Para que você possa navegar entre um modo e outro, temos na parte inferior da tela do PowerPoint a Barra de Modos, com todos os modos presentes nela. Para que você possa mudar de um modo para outro, basta clicar no desejado uma vez. Observe a figura 1.

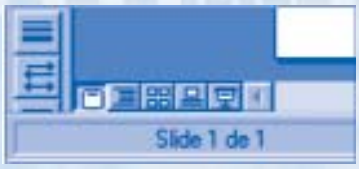


Figura 1 - Barra de Modos

Visualizando slide a slide

Os slides são as "páginas" individuais da apresentação. Os slides podem ter títulos, textos, elementos gráficos, objetos desenhados, formas, clipart, arte livre e elementos visuais criados com outros aplicativos e muito mais. Você pode imprimir slides como transparências em preto e branco ou coloridas, ou preparar slides de 35 mm por meio de um laboratório de filmes ou de serviços.

No Modo de Slides, você pode estilizar e embelezar um slide de forma individual dentro da apresentação. Você pode digitar e editar um texto e adicionar um gráfico ou tabela a um slide, desenhos, figuras e anotações.

Logo após ter iniciado uma nova apresentação, você é colocado no Modo de Slides com um slide de título em branco em sua tela. Quando você inicia uma nova apresentação selecionando a opção Apresentação em branco, o PowerPoint mostra o Quadro de Diálogo Novo Slide. O primeiro Autolayout na primeira linha, chamado Autolayout Slide de Títulos, é selecionado por padrão, de modo que você pode simplesmente dar um clique em OK para mudar para o Modo de Slides com um slide de título em branco mostrado na tela.

Observe a Figura 2 mostrando o Modo de Slides com um slide de título em branco.

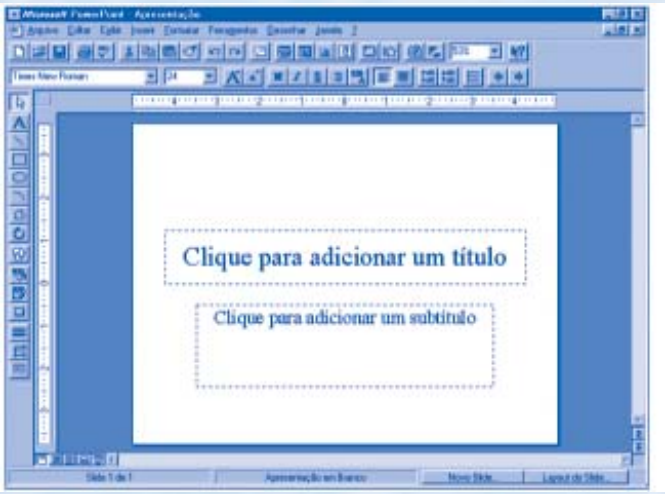


Figura 2 - Tela apresentando um slide de título em branco.

Caso você esteja em um outro modo de visualização e precise mudar para o Modo de Slides, dê um clique no botão Modo de Slides no canto inferior esquerdo da janela da apresentação ou escolha Slides no *menu* Exibir. Observe a figura 2:

Usando a estrutura de tópicos

No Modo de Tópicos, o PowerPoint mostra somente o texto da apresentação, permitindo que você digite um texto adicional ou edite o texto já existente sem as distrações que você poderia encontrar no Modo de Slides. Ao preparar uma apresentação, você tem a opção de trabalhar em forma de estrutura de tópicos. Nela, são exibidos o título e o texto principal, mas não a arte ou o texto digitado com a ferramenta Texto. Um ponto importante no PowerPoint é que você também pode imprimir a estrutura de tópicos.

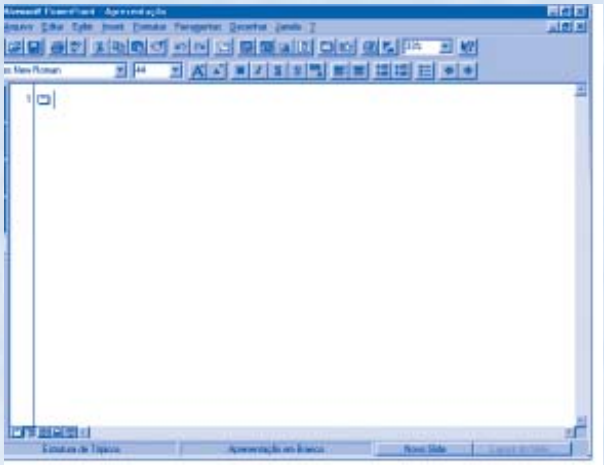


Figura 3 - Tela mostrando a estrutura de tópicos

O Modo de Tópicos, mostrado na figura 3, exibe a apresentação como uma estrutura de tópicos composta de títulos e texto principal de cada slide. Cada título é exibido à esquerda da janela juntamente com um ícone e um número de slide. O texto principal é recuado abaixo do título do slide. Os objetos como figuras, gráficos e assim por diante não são exibidos na tela, permitindo, assim, trabalhar somente com o texto.

Dica: Mesmo você trabalhando no Modo de Tópicos, e modificando-o, a arte aplicada ao slide continua a mesma, ou seja, as formatações de modelo, fonte, cor, estilos, alinhamentos, linhas, etc. não são afetadas, editando-se no Modo de Tópicos.

Para trabalhar no Modo de Tópicos, siga os seguintes passos:

1. Abra a apresentação Minha primeira apresentação.

2. Mude para o Modo de Tópicos clicando no botão Modo de Tópicos na Barra de Modos. Observe a figura 4.

Figura 4 - Clicando nesse botão, você alterna para o Modo de Tópicos.

Como foi citado anteriormente, os slides são dispostos de maneira tal que apenas os textos dos slides são apresentados na tela. Para a manipulação dos slides, é apresentada uma nova barra de ferramentas ao longo da extremidade esquerda da tela, com as seguintes opções:

Termos que se aplicam à estrutura de tópicos

Uma estrutura de tópicos possui níveis. Existem recuos diferentes nos quais os parágrafos são exibidos em uma estrutura de tópicos. Os títulos estão sempre à esquerda e o texto é recuado de um a cinco níveis para a direita de um título.

Uma estrutura de tópicos é composta de títulos e textos. Ao observar uma estrutura de tópicos, você vê o título e o texto principal dos slides. As figuras e outros elementos visuais não são exibidos em uma estrutura de tópicos do PowerPoint. Outros textos adicionados com a ferramenta Texto (como a data, por exemplo) e textos e gráficos incorporados também não são exibidos, pois não fazem parte do texto principal.

A Barra de Ferramentas para o Modo de Tópicos. Quando você passa para o Modo de Tópicos, a Barra de Ferramentas tópicos é exibida automaticamente.

Os parágrafos podem ser movidos como em uma estrutura de tópicos. As Barras de Ferramentas Formatação e Organizar em Tópicos contêm ferramentas que facilitam a movimentação de parágrafos para níveis diferentes na estrutura de tópicos ou a movimentação para cima ou para baixo nessa mesma estrutura. Essas funções também estão disponíveis no Modo de Slides e de Anotações através do uso de teclas de atalho.

Ícone de slide. Um ícone é exibido ao lado de cada título de slide na estrutura de tópicos. O PowerPoint adiciona o ícone para mostrar onde cada slide começa. Um ícone de slide também informa se há gráficos no slide.

Ponteiro de quatro setas. Esse é o ponteiro usado para mover parágrafos em slides e em estruturas de tópicos.

Digitando uma estrutura de tópicos

Para digitar uma estrutura de tópicos:

1. Com uma nova apresentação aberta, clique sobre o botão Modo de Tópicos na Barra de Modos.

2. Clique na frente do ícone do slide, digite um título para o primeiro slide e pressione a tecla ENTER. Em seguida, clique sobre o botão Rebaixar na Barra de Ferramentas Tópicos.

Agora você está trabalhando no primeiro nível, com marcadores do primeiro slide.

3. Digite uma série de itens com marcadores para o slide, pressionando a tecla ENTER no final de cada linha.

Use os botões Promover e Rebaixar para criar diversos níveis de recuo.

4. No final do último ponto com marcador de um slide, pressione as teclas CTRL + ENTER para criar o próximo slide.

5. Continue a digitar os títulos e os textos para os slides da apresentação.

Selecionando texto em uma estrutura de tópicos

Para selecionar texto em uma estrutura de tópicos

SELEÇÃO	PROCEDIMENTO
Para selecionar toda a estrutura	Pressione as teclas CTRL + T
Para selecionar um slide	Clique sobre o ícone ou o número de slide ao lado do título na estrutura de tópicos
Para selecionar um parágrafo e todos os subníveis	Coloque o cursor à esquerda do parágrafo para que seja exibida a seta de quatro pontas; em seguida, dê um clique no botão esquerdo do *mouse*.
Para selecionar uma palavra	Clique duas vezes sobre a palavra

Trabalhando com texto em uma estrutura de tópicos

Depois de ter criado alguns slides, no Modo de Slides ou no Modo de Tópicos, você pode editar seu texto no Modo de Tópicos. Assim como no Modo de Slides, o estilo do texto pode ser modificado alterando as fontes, tamanhos, estilos. Por exemplo, é possível colocar uma palavra em itálico ou uma expressão em negrito. No entanto, se você desejar alterar a cor do texto ou o estilo do sombreamento, só poderá fazê-lo no Modo de Slides.

Para editar texto em uma estrutura de tópicos

1. Selecione o texto.

2. Edite o texto da mesma forma como faria no Modo de Slides.

Para formatar texto em uma estrutura de tópicos:

1. Selecione o texto que você deseja formatar.

2. Clique sobre o botão Negrito, Itálico ou Sublinhado, conforme sua preferência.

Movendo slides em uma estrutura de tópicos

A reorganização dos tópicos significa alterar a posição de cada um dos subtítulos ou parágrafos (tópicos) de cada slide. Você pode fazer isso tanto manualmente quanto por meio de comandos ou botões de atalho:

1. Clique sobre o ícone do slide que você deseja mover.

2. Arraste o ícone para cima ou para baixo na estrutura de tópicos para reorganizar os slides.

Você poderá, também, reorganizar os tópicos por meio de botões na Barra de Ferramentas do Modo de Tópicos, posicionada ao lado da área de trabalho. Para isso, basta selecionar o tópico desejado e ir clicando sobre um desses botões, até que o tópico fique posicionado no local desejado. Os botões são:

Botão Mover para Cima e Mover para Baixo

Promovendo e rebaixando tópicos

Você pode mover um parágrafo (ou parágrafos) para cima ou para baixo em um nível de hierarquia da estrutura de tópicos. Quando você promove um parágrafo, ele se move para a esquerda, e quando você o rebaixa, ele se move para a direita.

Para promover ou rebaixar um parágrafo em uma estrutura de tópicos:

1. Selecione o parágrafo que será promovido ou rebaixado.

2. Clique sobre o botão Promover ou Rebaixar na Barra de Ferramentas Formatação, ou posicione o cursor e, em seguida, arraste o parágrafo para a esquerda ou para a direita.

Vamos agora alterar um pouco a nossa apresentação!

1. Abra a apresentação Minha primeira apresentação (caso ela não esteja aberta).

2. Siga para o Modo de Tópicos, clicando o botão na parte inferior esquerda da tela do PowerPoint, como foi mostrado anteriormente.

3. Posicione o cursor no final da frase Mercado Automobilístico, e logo após pressione ENTER.

Observe que foi criado um slide em branco para você como número 2.

4. Digite o seguinte texto; Criado em PowerPoint 7.0.

5. Posicionado em qualquer ponto do item digitado acima, clique o botão de Rebaixar para que o item se transforme num subtítulo do slide 1.

Agora vamos dividir o segundo item do slide 2 em dois itens:

6. Posicione o cursor após a palavra Eletrônicos e pressione a tecla ENTER para que o restante da linha se transforme no terceiro. Pressione a tecla DEL até eliminar a vírgula e o espaço que antecedem a palavra Aplicabilidade.

Agora vamos mover para cima o terceiro item do slide 2:

7. Posicionado em qualquer ponto do item Aplicabilidade..., clique uma vez sobre o botão Mover para Cima e observe que todo o terceiro item passou a ser o segundo.

Vamos transformar o terceiro item do slide 2 em um slide.

8. Com o cursor posicionado em qualquer parte do item em questão, clique uma vez o botão Promover, presente na Barra de Ferramentas Tópicos, e observe que o item se transforma no slide de número 3.

9. Agora posicione o cursor à esquerda do item Criado em PowerPoint 7.0 até que esse se transforme em uma “seta de quatro pontas”; então dê um clique para selecioná-lo.

10. Clique uma vez no botão Negrito e logo após em Sublinhado.

11. Coloque o cursor no slide 6 (em branco) e pressione a tecla DEL para eliminá-lo.

12. Salve a apresentação.

Através do Modo de Classificação de Slides você pode visualizar os slides de apresentação colocados seqüencialmente, em linhas e colunas, como na figura 5. Aqui você pode ver o resultado de amplas mudanças na aparência da apresentação inteira, tais como mudança do modelo que fornece o *design* do fundo e o esquema de cores. Você não pode fazer mudanças no conteúdo de slides individuais, mas pode cortar slides desnecessários, duplicar slides e alterar a ordem dos slides, como se pudesse vê-los em cima de uma mesa de trabalho.

Figura 5 - Apresentação de slides no Modo de Classificação de Slides.

Você pode verificar erros, seqüência, coerência e formatações usando o Modo de Classificação de Slides. Pode ainda fazer na sua apresentação uma revisão de estética trocando para um modelo diferente. Quando você muda os modelos, virtualmente tudo sobre a aparência de sua apresentação muda também. Como resultado, uma dinâmica e colorida apresentação pode tornar-se uma imponente e elegante apresentação e, além disso, livre de erros grosseiros.

Figura 6 - Botão do Modo de Classificação de Slides

Quando você muda para o Modo de Classificação de Slides, usando o botão no canto inferior esquerdo da tela (Observe a figura 6) ou o comando Classificar Slides no *menu* Exibir, a apresentação atual é mostrada como um conjunto de slides em miniatura; a Barra de Ferramentas Classificar Slides aparece abaixo da Barra de Ferramentas Padrão, tomando o lugar da Barra de Ferramentas Formatação. Observe a figura 7:

Figura 7 - Barra de Ferramentas presente no Modo de Classificação de Slides.

Reorganizando os slides

O processo de reorganização dos slides dentro da apresentação pode ser executado utilizando-se o recurso de "arrastar-e-soltar". Os passos a seguir mostrarão como executá-lo:

1. Posicione o cursor do *mouse* no slide que você deseja mover.

2. Mantenha pressionado o botão esquerdo do *mouse* e arraste o ícone do slide que aparece para uma nova posição entre dois outros slides. Observe que aparece um marcador vertical para indicar onde o slide ficará até que o botão do *mouse* seja liberado.

3. Libere o botão do *mouse* para que o slide seja encaixado na posição selecionada.

Adicionando e excluindo slides

Através do Modo de Classificação de Slides também é possível mudar o conteúdo de uma apresentação adicionando e excluindo slides. O Modo de Classificação de Slides é um bom lugar para estar quando você quiser fazer essas alterações, porque você pode rapidamente ver seu efeito na apresentação inteira.

Para adicionar um slide na apresentação, siga esses passos:

1. Na apresentação, dê um clique no slide que ficará imediatamente antes do slide a ser inserido.

2. Dê um clique no botão Novo Slide no rodapé da janela do PowerPoint ou então escolha a opção Novo Slide no *menu* Inserir.

3. Quando o Quadro de Diálogo Novo Slide aparecer, selecione um dos AutoLayouts e dê um clique para adicioná-lo na apresentação. Para excluir um slide no modo de classificação:

1. Dê um clique no slide determinado para selecioná-lo.

2. Pressione uma vez a tecla DEL para que o slide desapareça da apresentação.

Dica: Para selecionar um grupo de slides (para executar operações com mais de um ao mesmo tempo), mantenha pressionada a tecla SHIFT enquanto clica nos demais slides. Cada slide selecionado é contornado por uma borda realçada.

Duplicando slides

Uma operação comumente utilizada no Modo de Classificação de Slides é a duplicação de slides com todas as características aplicadas a ele. Digamos que você precise criar um mesmo gráfico de torta para slides diferentes. Você pode criar o primeiro e então duplicá-lo para que sejam futuramente editados nos padrões do outro slide. As formatações que tenham sido aplicadas ao primeiro slide serão transferidas para os demais.

Para duplicar um slide, observe os passos a seguir:

1. Selecione o slide como foi visto anteriormente.

2. Escolha a opção Duplicar no *menu* Editar ou pressione as teclas CTRL + 2 simultaneamente.

Agora vamos exercitar um pouco!

1. Abra a apresentação Minha primeira apresentação, caso não esteja aberta.

2. Selecione o botão do Modo de Classificação de Slides na parte inferior esquerda da tela do PowerPoint.

3. Pressione o botão do *mouse* sobre o slide 2 para selecioná-lo.

4. Logo após clique no botão Novo Slide na Barra de Status. No Quadro de Diálogo Novo Slide, selecione o AutoLayout em branco e em seguida clique em OK.

5. Observe que o novo slide se encaixou na posição após o slide selecionado, ou seja, ele agora é o slide 3.

6. Aponte para o slide 2, pressione e mantenha pressionado o botão esquerdo do *mouse*, arraste-o até que a barra vertical se posicione entre os slides 5 e 6.

7. Libere o botão do *mouse* e observe que o slide 2 assumiu o lugar do slide de número 5.

8. Selecione o slide 1 clicando uma vez sobre ele.

9. Pressione simultaneamente as teclas CTRL + 2, para duplicá-lo.

10. Agora selecione o slide 2 e pressione a tecla DEL para eliminá-lo.

11. Salve a apresentação.

Criando anotações do apresentador

O Modo de Anotações do apresentador é um componente bastante útil em uma apresentação de slides do PowerPoint. Após digitar o texto dos slides e adicionar a arte desejada, você está pronto para passar para o Modo de Anotações e digitar suas próprias anotações para usá-las como um guia durante sua exposição. Caso deseje fornecer cópias dos slides, você poderá imprimir folhetos para o público utilizando esse item na opção Imprimir do *menu* Arquivo.

Imprimir, naturalmente, é uma maneira direta de verificar o que você criou. Há várias opções: você pode imprimir um, dois, três ou seis slides por página, imprimir transparências coloridas ou em preto e branco e imprimir suas anotações ou folhetos para o público.

Figura 8 - Apresentação do Modo de Anotações.

Repare na figura 8 que o slide fica separado das anotações. Para inserir o texto, o procedimento é idêntico ao trabalho com texto no slide.

A criação de páginas de anotações envolve a digitação das anotações e a elaboração da aparência das páginas de anotações, usando-se as anotações mestras. Você sempre pode adicionar elementos de estilo a uma página de anotações individuais, se desejar.

Para criar uma página de anotações:

1. No *menu* Exibir, escolha Anotações ou clique no botão Modo de Anotações na Barra de Modos, como mostra a figura 9.

Figura 9 - Clicando nesse botão você se transfere para o Modo de Anotações.

Será exibida uma imagem do slide atual na parte superior da página de anotações.

2. Dê um clique na área de anotações para digitar as suas informações.

Dica: Se as informações estiverem sendo apresentadas de forma muito reduzida, clique no Controle de Zoom na Barra de Ferramentas Padrão e selecione uma porcentagem de zoom maior para que as informações sejam mais visíveis.

Redimensionando a área de texto

Para redimensionar a área de texto, basta você clicar no contorno que aparece quando é dado um clique na área. Assim que aparecerem os pontos (quadrados) nas extremidades da área, aponte para um deles até que vire uma seta de duas pontas, e arraste-a para dentro ou para fora, a fim de redimensionar a área.

Movendo a área de texto

Para mover a área de texto, execute o mesmo processo para redimensionar, só que você deve arrastar o *mouse* sobre qualquer ponto no contorno que está sendo apresentado, soltando-o na posição desejada.

Criando folhetos para o público

Para imprimir folhetos de acompanhamento para a audiência, selecione a opção Imprimir no *menu* Arquivo ou pressione CTRL + P e selecione uma das três opções Folhetos no Quadro de Diálogo Imprimir. Essas opções permitem que você imprima dois, três ou seis slides por página. Observe a figura 10:

Figura 10 - Quadro de Diálogo Imprimir

O Modo de Apresentação de Slides

As apresentações eletrônicas - o PowerPoint as chama de apresentações de slides - mostram suas imagens dentro da tela do computador. Se seu monitor é grande o suficiente, você pode utilizá-lo em uma sala de conferência, mas, para uma reunião relativamente grande, utilize um projetor de computador ou um painel de projeção LCD para mostrar uma apresentação de slides do PowerPoint em uma tela grande. As vantagens mais evidentes da apresentação de slides são as transições (que ainda serão vistas nesse manual) que você pode incluir entre os slides, usando de criatividade. Aparecimento gradual, mudança gradual ou imediata de uma cena para outra e outros efeitos dão à sua apresentação o poder de "empolgar a platéia" com uma produção bastante trabalhada. Mas as apresentações de slides também oferecem muitas outras vantagens menos óbvias.

Os slides com texto que fazem parte de listas com marcadores podem incorporar efeitos de composição automáticos, também chamados "revelações progressivas", que gradualmente revelam cada item de uma lista à medida que o apresentador se refere a eles. Os slides também podem incluir som, vídeo, animação e música. Pela incorporação de informação de outra aplicação, pode-se integrar um documento suspenso em um slide - talvez uma carta do Microsoft Word ou uma planilha do Microsoft Excel - que você pode abrir para revelar informação auxiliar, tal como as figuras atrás de uma projeção audaciosa. E, com o modo de anotações especial, você pode rabiscar slides durante uma apresentação de estilo narração.

Criando e executando uma apresentação

Você pode apresentar seus slides na tela utilizando o Modo de Apresentação de Slides. A exposição seqüencial dos slides faz com que a apresentação tenha um efeito semelhante ao conseguido com um projetor de slides convencional. O que você deve saber é que além desse efeito o

PowerPoint pode, opcionalmente, aplicar efeitos de transição de slide e composições de texto, o que será visto em outro capítulo.

Para acessar o Modo de Apresentação de Slides, clique no respectivo botão na parte inferior esquerda da tela do PowerPoint, conforme a figura 11.

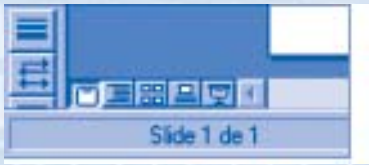


Figura 11 - Clique no botão do Modo de Apresentação de Slides para dar início à apresentação.

Por enquanto, será apresentado a você apenas o recurso de apresentação de slides simples contendo todas as informações básicas para a seqüencialização, formas de avanço, intervalos, entre outros. Em um próximo capítulo, serão mostradas algumas técnicas mais avançadas de apresentação de slides.

Para executar uma apresentação de slides observe os seguintes passos:

1. Abra a apresentação Minha primeira apresentação.

2. Escolha a opção Apresentar slides no *menu* Exibir ou clique no botão do Modo de Apresentação de Slides. Somente será apresentado o Quadro de Diálogo Apresentar Slides se você selecionar a opção do *menu*, caso contrário a apresentação iniciar-se-á.

O Quadro de Diálogo está sendo mostrado na figura 12.

Figura 12 - Quadro de Diálogo Apresentar Slides.

3. Na área Slides, escolha os slides a serem exibidos.

O padrão é a opção Todos, o que significa que todos os slides da apresentação serão nela incluídos a partir do primeiro. Se desejar exibir apenas determinados slides, você poderá especificar um intervalo, como, por exemplo, do slide 4 até o slide número 10.

4. Na área Avanço, escolha como você deseja avançar os slides.

O padrão é avanço manual, ou seja, para que a sua apresentação pule de slide em slide, você pode clicar no *mouse*, pressionar a tecla PGDN ou BARRA DE ESPAÇO.

Se tiver definido intervalos (o tempo durante o qual cada slide é mostrado na tela), você poderá selecionar o botão de opção Intervalos entre os slides, e a apresentação será executada automaticamente.

5. Finalmente escolha Apresentar para dar início à sua apresentação.

6. Clique no botão esquerdo do *mouse* para ir pulando de slide em slide. Não vá até o final.

7. Clique com o botão direito do *mouse* para aparecer o *menu* de atalho. Selecione então a opção Anterior para pular para o slide anterior.

8. Clique com o botão direito do *mouse* e estacione a seta do *mouse* na opção Ir Para no *menu* de atalho. Logo após aparecer a opção Navegador de Slide, clique-a.

A Figura 13 mostra o Quadro de Diálogo Navegador de Slide:

Figura 13 - Escolha para qual slide deseja se deslocar.

9. Clique em cima do slide desejado e selecione o botão Ir para. Assim o slide selecionado é mostrado na tela.

10. Pressione a tecla ESC para finalizar a apresentação e voltar para o Modo de Slides.

Utilizando outras opções do *menu* de atalho

O *menu* de atalho do Modo de Apresentação de Slides pode ser exibido com o pressionamento do botão direito do *mouse* durante a apresentação, como já foi visto anteriormente. Além das opções vistas no exercício passado, o *menu* de atalho esconde outras opções bastante interessantes e muito úteis, que podem ser utilizadas pelo apresentador durante a execução de sua apresentação.

As opções são as seguintes:

Caneta - Essa opção tem por finalidade básica permitir ao apresentador abordar o assunto riscando o slide com uma caneta que aparece na tela. Para riscar, basta você selecionar essa opção e arrastar o *mouse* pela tela. Não se preocupe com o slide, esses riscos não permanecerão no slide.

Seta - Essa opção retorna à apresentação da seta, ao invés da caneta.

Opções do cursor - Alterna entre duas opções: Ocultar Agora, que permite ocultar a apresentação do cursor no slide atual e Ocultar Sempre, que oculta o cursor em toda a apresentação. Dentro dessa opção temos como modificar a cor da caneta, utilizando a opção Cor da Caneta e escolhendo a nova cor.

Tela - possui 3 opções:

Pausar - Durante uma apresentação contínua, pode Pausar ou Reiniciar uma apresentação. A letra R tem o mesmo efeito.

Escurecer Tela - Permite escurecer o slide atualmente na tela. Pode-se pressionar a letra P para obter o mesmo recurso, e, para voltar, pressione a letra P novamente.

Apagador - Elimina todos os riscos feitos com a caneta. Pode-se pressionar a letra A para executar o processo mais rapidamente.

Terminar Apresentação - Finaliza a apresentação de slides. Pode-se pressionar a tecla ESC, pois ela tem o mesmo efeito que essa opção.

O que é a Internet?

A Internet é uma gigantesca rede mundial que interliga computadores do mundo inteiro. Imagine uma "rede" ligando milhões de pessoas que têm a oportunidade de acessar informações, conversar, trocar arquivos, etc., instantaneamente. Isso é a Internet.

É como se a Internet fosse um grande conjunto de estradas ligando várias cidades. Por essas "estradas" circulam informações de vários tipos: textos, imagens, sons, etc. Utilizando um computador, você pode acessar essas informações e se comunicar com outras pessoas.

A Internet é considerada por muitos como um dos mais importantes e revolucionários desenvolvimentos da história da humanidade. Pela primeira vez no mundo um cidadão comum pode (facilmente e a um custo muito baixo) não só ter acesso a informações localizadas nos mais distantes pontos do globo como também criar, gerenciar e distribuir informações.

World Wide Web (WWW)

A World Wide Web é uma rede virtual (não-física) "sobre" a Internet, que torna os serviços disponíveis na Internet totalmente transparentes para o usuário e ainda possibilita a manipulação multimídia da informação. Assim qualquer usuário pode, somente usando o *mouse*, ter acesso a uma quantidade enorme de informações na forma de imagens, textos, sons, gráficos, vídeos etc., navegando através de palavras-chaves e ícones.

Endereços eletrônicos

Os endereços eletrônicos têm formato específico, observado o exemplo seguinte:

Esse é um endereço (URL), situado na WWW, com fins comerciais, e localizado no Brasil, atribuído à empresa Microsoft.

http:/ / (HyperText Transfer Protocol) - Protocolo de transferência de Hipertexto, utilizado para transferências de páginas Web. Trata-se de um dado técnico que mostra qual é a linguagem utilizada para que os dois computadores que estão se comunicando possam se entender.

www: Significa que essa é uma página Web, ou seja, aqui é possível visualizar imagens, textos formatados, ouvir sons, músicas, etc. Resumindo, é a parte gráfica da Internet.

com: Indica que o Website é uma organização comercial. Dependendo do tipo de site que se acessa, essa terminação pode variar. Veja alguns exemplos abaixo:

edu: Indica que o Website é uma organização educacional

gov: Indica que o Website é uma organização governamental.

br: Indica que o Website é uma organização localizada no Brasil, assim como nos EUA é "us"

O programa Internet Explorer

Descubra os principais botões do programa na figura a seguir.

O botão ao lado possibilita voltar à página de que você acabou de sair, ou seja, se você estava na página da Microsoft e agora foi para a da Sun Microsystems, esse botão possibilita voltar para a da Microsoft sem ter que digitar o endereço (URL) novamente na barra de endereços.

O botão avançar tem a função invertida à do botão voltar citado acima.

O botão parar tem como função óbvia parar o *download* da página em execução, ou seja, se você está baixando uma página que está demorando muito, utilize o botão parar para finalizar o *download*.

O botão atualizar tem como função rebaixar a página em execução, ou seja, ver o que há de novo na mesma. Geralmente utilizado para rever a página que não foi completamente baixada, em que faltam figuras ou textos.

O botão página inicial tem como função ir para a página que o seu navegador está configurado para abrir assim que é acionado pelo usuário. Geralmente o IE 5 está configurado para ir a sua própria página na Microsoft.

Clicando-se nesse botão, abre-se uma seção ao lado esquerdo do navegador que irá listar os principais *sites* de busca na Internet, tal como Cadê, Lycos, Altavista etc. A partir daqui será possível encontrar o que você está procurando (e isso será abordado mais detalhadamente nas próximas páginas).

O botão favoritos contém os Websites mais interessantes definidos pelo usuário, porém a Microsoft já utiliza como padrão do IE 5 alguns *sites* que estão na lista de favoritos.Para você adicionar um *site* na lista de favoritos, clique com o botão direito em qualquer parte da página de sua escolha e pressione adicionar a favoritos. Utilizamos esse recurso como atalho para acessar nossas páginas preferidas.

O botão histórico exibe na parte esquerda do navegador quais foram os *sites* visitados nas últimas 4 semanas, com isso você pode manter um controle dos *sites* que você visitou. Bastante útil para usuários esquecidos.

Semelhante ao botão favoritos, o botão de canais tem como função exibir uma série de sites desenvolvidos especialmente para o IE 5, ou seja, que tem um maior desempenho caso sejam visualizados através do IE 5.

A versão anterior não possuía esse recurso de visualizar a página em execução em tela cheia como o nome já diz, quer dizer, o navegador torna-se mais amplo para se navegar,

sem todas as barras do navegador, a não ser a barra de navegação em formato reduzido, com as mesmas funções da barra padrão.

O botão de correio tem como função auxiliar no envio e na leitura de mensagens eletrônicas. Ao clicar ali aparecerá um *menu* com as opções: ler correio, nova mensagem, enviar link e enviar mensagens. Os botões indicam suas funções e tornam desnecessário explicar suas finalidades.

O CORREIO ELETRÔNICO

O QUE É UM CORREIO ELETRÔNICO?

O correio eletrônico (*eletronic mail* = *e-mail*) é um dos serviços mais elementares e mais importantes disponíveis na Internet. Basicamente, o correio eletrônico é a troca de mensagens (cartas, memorandos, etc., em formato eletrônico) entre dois ou mais usuários da Internet. Uma das grandes vantagens do correio eletrônico é sua rapidez na entrega da correspondência. Em questão de segundos as mensagens atravessam diversos computadores em diversos países para chegar ao seu destino. A troca de mensagens chega a ser tão rápida que, se um usuário mandar uma mensagem para outro, e esse último estiver usando o computador naquele momento, pode responder imediatamente, e em questão de minutos a sua resposta poderá já estar de volta. O correio eletrônico guarda muitas semelhanças com o correio tradicional.

Existem diversos programas para utilizar correio eletrônico, mas basicamente todos os programas são capazes de duas operações básicas:

- editar (digitar) e enviar mensagens,
- ler e manipular as mensagens recebidas.

GERENCIAR A CAIXA DE CORREIO

As mensagens que chegam para um usuário ficam armazenadas em um arquivo normalmente chamado de *mailbox*, ou caixa de correio. Os programas de correio eletrônico permitem administrar a *mailbox*, removendo ou adicionando mensagens, verificando quais são as mensagens que o usuário recebeu etc. A maioria dos sistemas consegue também criar e manipular arquivos de mensagens, chamados *folders* (pastas), como se esses fossem caixas de correio eletrônico. Um dos usos convenientes desses *folders* é armazenar mensagens enviadas ou recebidas, às vezes por assunto (por exemplo: cartas, livro, particular, conferências etc.).

GUARDAR MENSAGENS EM ARQUIVOS CONVENCIONAIS

O programa de correio eletrônico deve permitir que o usuário guarde o conteúdo de uma mensagem como um arquivo comum no seu computador local.

Responder e retransmitir mensagens

Os programas devem ser capazes de, dada uma mensagem recebida, endereçar automaticamente respostas ao remetente, ou retransmitir essa mensagem para outros endereços. Além disso, os programas devem permitir que o usuário use o conteúdo da mensagem original na composição da resposta, ou edite a mensagem original antes de retransmiti-la, por exemplo, adicionando comentários.

Criar e usar apelidos

Muitos programas permitem que um usuário crie um apelido para endereços eletrônicos, facilitando a digitação quando os endereços originais são longos e complicados.

Imprimir mensagens

Os programas em geral permitem que seja impressa uma mensagem em uma impressora local.

O que é uma mensagem?

Mensagem é uma denominação genérica para textos (que podem ou não conter arquivos anexos, como fotos, vídeos, etc.) enviados entre pessoas. O formato básico de uma mensagem é o seguinte:

To: endereço eletrônico do destinatário (obrigatório)

cc: endereço eletrônico de outro destinatário (opcional)

From: o endereço eletrônico do remetente, normalmente colocado automaticamente pelo sistema de correio eletrônico

Subject: assunto da mensagem

<texto da mensagem>

nome do remetente

Uma mensagem eletrônica contém texto e cabeçalho. Esse cabeçalho contém informações importantes, entre elas o destinatário (no campo **To:**); o remetente (no campo **From:**) e o assunto (no campo **Subject:**) da mensagem. Uma mensagem pode ser endereçada a uma pessoa, a um conjunto de pessoas ou ainda a um programa de computador.

Praticamente não há limite para o tamanho do texto da mensagem. Os sistemas normalmente cortam se a mensagem for muito grande, mas isso só acontece se o usuário estiver mandando mensagens enormes, com milhares de linhas. Usualmente, não é preciso se preocupar com o tamanho.

Estrutura dos Endereços Eletrônicos

O endereço eletrônico é o item mais importante para que seja possível enviar uma mensagem. Na maioria das vezes, o endereço eletrônico especifica uma pessoa física, mas pode também se referir a uma lista de pessoas, ou um endereço que aciona um programa (por exemplo, um programa que controla um depósito de arquivos).

O endereço eletrônico é análogo ao endereço postal. Para enviar uma carta no sistema de correios normal, é necessário o nome do destinatário, a rua, o número da casa, a cidade, o CEP, o país, etc. Com base nessas informações o carteiro entrega a carta ao destinatário. No endereço eletrônico, existe algo semelhante, mas os carteiros são os computadores.

As convenções para construção de endereços eletrônicos não são completamente coerentes e rigorosas, pois foram criadas e modificadas ao longo do tempo. Há, atualmente, duas estruturas mais comuns de endereço eletrônico:

nome@local.país ou ***nome@local.domínio***

Esses endereços são compostos de duas partes básicas, separadas pelo símbolo "@" ("at", que significa "em" na língua inglesa). A primeira parte indica o nome do usuário específico, por exemplo paulo ou mariasilva. A segunda parte é o nome de uma máquina na Internet, indicada usando-se uma de duas convenções básicas. Na primeira convenção, o formato usado inclui o ***local*** onde o usuário é encontrado (universidade, empresa, etc.), que pode ser composto por mais de um nome separados por um ponto ("."); e o ***país***, que é um código indicando o nome do país. Alguns exemplos de códigos de países:

br – Brasil

uk – Inglaterra (United Kingdon)

pt – Portugal.

Quanto ao conteúdo das mensagens

1. Não escreva o texto em letras maiúsculas, pois alguns terminais ainda não distinguem letras maiúsculas de minúsculas. Embora uma grande maioria de terminais permita essa distinção, use-a com cuidado. Escreva como se escreve uma carta, use letras maiúsculas apenas quando desejar evidenciar ou tornar importante alguma palavra no texto, como o "não" no início desse item. Outra forma de evidenciar uma palavra é colocá-la entre "*" (por exemplo, *aqui*). Coloque também saudações no início (oi, prezado "nome", amigo, etc.) e no final (abraços, saudações, tchau, etc.). Não se esqueça de assinar a mensagem, pois não fica claro quem você é apenas pelo seu endereço eletrônico. De preferência, coloque seu endereço eletrônico no final, pois ele pode chegar "distorcido" ao destinatário. Muitos siste-

mas de mensagens colocam a assinatura definida pelo usuário, automaticamente, no final da mensagem.

2. Quando escrever para um fórum de discussão, tenha sempre em mente que uma ou mais pessoas lerão sua mensagem. Portanto, seja claro no texto e procure não as ofender. Existem muitas discussões na rede, e de vez em quando as pessoas usam linguagem ofensiva (por exemplo, palavrões), ou escrevem com um tom de raiva ou ironia que normalmente não usariam pessoalmente. Muitos se sentem protegidos pela distância, pela "frieza" do teclado/vídeo, bem como pela ausência de contato visual ou auditivo. Mal-entendidos acontecem freqüentemente! Se você ofendeu alguém e não era sua intenção, retrate-se imediatamente. Se você expressar alguma idéia aparente ou possivelmente ofensiva, mas com intenção de fazer uma brincadeira, coloque sempre uma indicação de que isso não é para ser levado a sério - por exemplo, pondo um *smiley* após a frase.

3. Ao responder uma mensagem (*reply*), é muito comum citar-se parte da mensagem original para colocar contexto em sua resposta. Para ajudar a distinguir o que é parte da mensagem original e o que é parte da resposta, muitos sistemas permitem que se coloque automaticamente um sinal no início de cada linha da mensagem que está sendo citada. O sinal mais comum é '>'. O recurso da citação em resposta é muito prático, mas use-o com bom senso. Evite citações muito extensas, pois além de perder o sentido da focalização do assunto, fica enfadonho e desperdiça o uso da rede. Por exemplo, não faz sentido citar uma mensagem de cem linhas para apenas adicionar uma linha dizendo "apoiado". Corte partes da mensagem original, se necessário. Quando em uma discussão com um grupo de pessoas, procure manter o assunto de sua mensagem dentro do assunto original. Se quiser mudar de assunto, escreva uma mensagem nova.

4. Quando mandar uma mensagem eletrônica, não deixe de fornecer um *subject* claro e definido. Não adianta escrever *subjects* como "Oi" ou "matemática", pois esses não expressam com exatidão o conteúdo da mensagem. Quando se envia mensagens para um conjunto de pessoas, os leitores se baseiam no *subject* para ler a mensagem, porque podem ser centenas delas e não dá para ler todas. Um *subject* claro facilita a triagem das mensagens. Por isso prefira *subjects* curtos e informativos, como, por exemplo, "inflação zero no Brasil" ou "procuro colecionadores de selos".

5.Não ponha anúncios comerciais ou qualquer truque visando ganhar dinheiro em listas de distribuição ou newgroups que não sejam específicos para essa finalidade. Mensagens do tipo "corrente" ou "como ganhar dinheiro fácil" são particularmente ignoradas pelos usuários da rede.

6.Releia toda sua mensagem antes de enviá-la, procurando pontos de obscuridade e mal-entendidos. Procure ser cordial e tente ajudar os outros. O "bate-boca" inútil não constrói nada para ninguém.

7. Quando escrever em português para uma pessoa que fala outra linguagem não use os caracteres acentuados. Isso deve ser evitado pois o equipamento do destinatário pode não entender esses caracteres e a mensagem pode ficar ilegível.

8. Escreva as mensagens com linhas de no máximo 70 caracteres, pois assim elas não ficarão quebradas quando forem adicionados os ">" nas eventuais respostas. Também não use o <TAB> para fazer espaçamento, pois nem todos os terminais reconhecem esse caráter. Use espaços simples em vez de <TAB>.

Quanto ao envio e recebimento de mensagens

1. As mensagens têm caráter de *copyright*, isto é, quando alguém envia uma mensagem para a rede, em princípio ele(a) é o(a) proprietário(a) intelectual dessa mensagem. Assim, evite retransmitir mensagens enviadas para múltiplos destinatários (listas, *newgroups*, etc). Se o fizer, sempre cite a origem da mensagem. Em caso de mensagem pessoal, não envie seu conteúdo para outro destinatário sem a permissão expressa do autor. Isso é também uma questão de cortesia: imagine receber uma carta pessoal e mostrá-la a outra pessoa sem permissão do remetente!

2. Tome sempre cuidado com o destinatário da mensagem. Não mande mensagens pessoais para múltiplos destinatários, pois centenas ou milhares de pessoas vão receber essa mensagem. Além de revelar aspectos privados das pessoas envolvidas (o que pode ser embaraçoso), isso gera um tráfego desnecessário de mensagens. Alguns programas diferenciam comandos de *reply* para o remetente ou para todas as pessoas para quem a mensagem foi enviada; verifique com cuidado qual está sendo usada em cada caso.

3. Assuntos polêmicos em listas ou *newsgroups* geram muita discussão, freqüentemente acalorada. Isso às vezes gera mensagens inflamadas ou agressivas, que por vezes degeneram em verdadeiras guerras de desaforos e xingamentos. Pode parecer absurdo, mas acredite, isso acontece e muito, infelizmente. Evite a todo custo criar ou entrar em uma briga dessas, que não conduz a parte alguma. Quando receber uma mensagem que o ofenda, espere 24 horas para responder, e ao responder prefira uma mensagem privada. Normalmente não há pressa por uma resposta, por ambas as partes.

21 – TÉCNICAS DE REDAÇÃO

Pode-se dizer que toda composição escrita é uma redação. A língua portuguesa é riquíssima de vocabulário e de recursos e possibilita redigir textos com inúmeras qualidades: correção, clareza, concisão, precisão, naturalidade, originalidade, elegância, etc.

Nesse capítulo veremos os diferentes gêneros de composição escrita e as principais recomendações para aprimoramos nossa redação no dia-a-dia.

INTRODUÇÃO

Em todos os tipos de empresas e organizações, escrever é um trabalho de rotina: são relatórios, cartas, ofícios, memorandos, atas, pareceres, etc. Os objetivos desse trabalho de redação são variados: informar, comunicar, obter respostas, consultar, orientar decisões, estabelecer procedimentos, prestar contas, etc.

Duas são as qualidades mais importantes: clareza e concisão, ou seja, objetividade e rapidez na comunicação.

A expressão comum "é difícil é começar" indica falta de organização do pensamento, em conseqüência da falta de hábito da leitura e da ausência de preparação específica. Ao mesmo tempo, textos rebuscados, com pretensões de estilo literário de "bons autores" muitas vezes podem atrapalhar o leitor que necessita apenas de informação.

Há diferença, e bastante grande, entre linguagem literária e linguagem informativa.

A literatura pretende, por meio da palavra, suscitar prazer no leitor. Por isso é que na leitura de um texto literário valoriza-se a palavra. Mais numas épocas que em outras. Na poesia, onde a intenção do prazer é mais clara, a seqüência vocabular pode não ter nem sentido lógico, vale pelo impacto visual ou pela impressão sonora.

> "Limitando com exagero, poderíamos descobrir duas tendências na prosa de hoje: a dos escritores que procuram prolongar o prazer estético pela dificuldade da palavra - James Joyce, Guimarães Rosa, e a daqueles que, seguindo uma linha que vem do Modernismo, buscam diminuir a distância entre a linguagem artística e a linguagem cotidiana, para tornar a arte mais verdadeira porque mais próxima do povo, origem e

fim da arte, segundo pensam. O fato é que, na literatura, a palavra tem vida independente, vale por si."

A PALAVRA DA COMUNICAÇÃO

Quando lemos um jornal, não paramos nas palavras para saber se são bonitas, precisas ou sugestivas; o assunto chega ao nosso conhecimento numa relação imediata. O texto informativo é compacto, nós o percebemos como um todo, junto com a idéia.

Isso porque a linguagem cotidiana é automática. Da mesma maneira que não pensamos na perna que devemos movimentar cada vez que damos um passo, não escolhemos a palavra na hora de falar. O movimento das pernas já é "conhecido" do cérebro e se realiza sem que precisemos conscientizá-lo. Da mesma forma, o vocabulário da linguagem corrente é constituído de termos conhecidos. Isso é que nos faz compreender imediatamente o que nos dizem, como se fôssemos direto à idéia e não houvesse a palavra entre a pessoa que fala e a que ouve.

Certas expressões se desgastam com o uso excessivo e perdem o significado quando ditas a todo o momento. Por isso podemos lembrar que "nem toda chuva é torrencial, nem todos os lábios ficam entreabertos, não é todo mundo que se entrega de corpo e alma a determinada tarefa, nem todo olhar é penetrante, etc.". É o lugar-comum.

Expressividade

Certas pessoas e alguns escritores têm um modo especial de falar - ou de escrever - que nos atrai e os torna agradáveis. Não é preciso perspicácia maior para perceber que a linguagem deles difere da comum por algum motivo. Eles nos atingem com muito mais intensidade. A qualidade pela qual a linguagem capta de imediato o interesse do leitor é a expressividade. Pode ser a força do detalhe na ironia de Eça de Queiroz, a antítese humorística de Machado de Assis, ou a parentela e a gíria de um Stanislaw Ponte Preta.

Simplicidade

Originalidade na linguagem não significa pedantismo; pelo contrário. A palavra falada é de certa forma incompleta. A mímica, os objetos à vista, as situações que falam por si, tornam a fala econômica, ficando a frase muitas vezes pelo meio, sem que isso comprometa o entendimento.

Já a palavra escrita procura modelos. Sua tendência é estar sempre atrasada em relação às necessidades expressivas. Principalmente se repletas de adjetivos, advérbios, pronomes possessivos, demonstrativos e artigos.

Palavras antiquadas e termos usados apenas como enfeites são desperdício, atrasam a leitura e a compreensão e tornam a comunicação pastosa, incompatível com a dinâmica de hoje, tirando-nos o prazer que poderíamos sentir ao ler um relatório.

O mundo moderno é muito rápido. A velocidade do presente não admite mais o ornamental na comunicação. A não ser que tenhamos preocupações artísticas, a redação deve ser simples e objetiva.

Arrumação

- Procure escrever rascunhos claros e limpos. Você ganha tempo,
- Escreva de um só lado da folha com espaçamento razoável (às vezes, temos de "enxertar" alguma coisa),
- Numere as folhas, se houver mais de uma,
- No alto de cada página, à direita, escreva uma palavra ou frase que identifique o texto,
- Não comece parágrafo na última linha,
- Ponha ao seu lado o dicionário, se possível. De preferência um que contenha as instruções que orientam a ortografia oficial.

Agora Escreva

- Antes, reúna o maior número possível de informações sobre o assunto,
- Na verdade, o que temos a dizer sempre caberia numa frase. Para evitar fugir do assunto, pense no tema em cada parágrafo;
- Ocupe o primeiro com as informações mais importantes do texto, respondendo ao maior número de perguntas tais como quê? quem? onde? quando? como? por que?
- Ordene o restante de acordo com a importância dos pormenores,
- Use parágrafos curtos,
- Conserve a ordem direta, na medida do possível,
- Reduza ao necessário o emprego de artigos, demonstrativos e possessivos,
- Procure evitar:

  - a repetição desnecessária de palavras. Principalmente não comece períodos ou parágrafos com a mesma palavra;

  - palavras chulas e expressões de gíria não incorporadas à linguagem geral, também termos preciosos;

- o excesso de advérbios terminados em -mente;

- o clichê - fórmulas e expressões generalizadas (a tarde morria silenciosa, não resistindo aos padecimentos, indigitado criminoso, calor senegalesco, etc.).

GÊNEROS

NARRAÇÃO

Narrar é contar um fato, um episódio; todo discurso em que algo é CONTADO possui os seguintes elementos, que fatalmente surgem conforme um fato vai sendo narrado:

onde?

|

quando? — FATO — com quem?

|

como?

A representação acima quer dizer que, todas as vezes que uma história é contada (é NARRADA), o narrador acaba sempre contando onde, quando, como e com quem ocorreu o episódio. É por isso que numa narração predomina a AÇÃO: o texto narrativo é um conjunto de ações; assim sendo, a maioria dos VERBOS que compõe esse tipo de texto é de VERBOS DE AÇÃO. O conjunto de ações que compõe o texto narrativo, ou seja, a história que é contada nesse tipo de texto, recebe o nome de ENREDO.

As ações contidas no texto narrativo são praticadas pelas PERSONAGENS, que são justamente as pessoas envolvidas no episódio que está sendo contado ("com quem?" do quadro acima). As personagens são identificadas (nomeadas) no texto narrativo pelos SUBSTANTIVOS PRÓPRIOS.

Quando o narrador conta um episódio, às vezes (mesmo sem querer) ele acaba contando "onde" (em que lugar) as ações do enredo foram realizadas pelas personagens. O lugar onde ocorre uma ação ou ações é chamado de ESPAÇO, representado no texto pelos ADVÉRBIOS DE LUGAR.

Além de contar onde, o narrador também pode esclarecer "quando" ocorreram as ações da história. Esse elemento da narrativa é o TEMPO, representado no texto narrativo através dos tempos verbais, mas principalmente pelos ADVÉRBIOS DE TEMPO. É o tempo que ordena as ações no texto narrativo: é ele que indica ao leitor "como" o fato narrado aconteceu. A história contada, por isso, passa por uma INTRODUÇÃO (parte inicial da história, também chamada de prólogo), pelo DESENVOLVIMENTO do enredo (é a história propriamente dita, o meio, o "miolo" da narrativa, também chamada de trama) e termina com a CONCLUSÃO da história (é o final ou epílogo).

Aquele que conta a história é o NARRADOR, que pode ser PESSOAL (narra em 1ª pessoa: EU) ou IMPESSOAL (narra em 3ª pessoa: ELE).

Assim, o texto narrativo é sempre estruturado por verbos de ação, por advérbios de tempo, por advérbios de lugar e pelos substantivos que nomeiam as personagens, que são os agentes do texto, ou seja, aquelas pessoas que fazem as ações expressas pelos verbos, formando uma rede: a própria história contada.

Descrição

Descrever é CARACTERIZAR alguém, algum objeto, algum ambiente ou alguma cena através de características que particularizam o caracterizado em relação aos outros seres da sua espécie. Descrever, portanto, é também particularizar um ser. É "fotografar" com palavras.

No texto descritivo, por isso, os tipos de verbos mais adequados (mais comuns) são os VERBOS DE LIGAÇÃO (SER, ESTAR, PERMANECER, FICAR, CONTINUAR, TER, PARECER, etc.), pois esses tipos de verbos ligam as características - representadas lingüisticamente pelos ADJETIVOS - aos seres caracterizados, representados pelos SUBSTANTIVOS. Ex. O pássaro é azul.

1 - Caracterizado: pássaro

2 - Caracterizador ou característica: azul

3 - O verbo que liga 1 com 2: é

Num texto descritivo podem ocorrer tanto caracterizações objetivas (físicas, concretas), quanto subjetivas (aquelas que dependem do ponto de vista de quem descreve e que se referem às características não-físicas do caracterizado). Ex.: Paulo está pálido (caracterização objetiva), mas lindo! (caracterização subjetiva).

Dissertação

Dissertar é refletir, debater, discutir, questionar a respeito de um determinado tema, expressando o ponto de vista de quem escreve. Dissertar, assim, é emitir opiniões de maneira convincente, ou seja, de maneira que elas sejam compreendidas e aceitas pelo leitor; e isso só acontece quando tais opiniões estão bem fundamentadas, comprovadas, explicadas, exemplificadas, em suma: bem ARGUMENTADAS (argumentar significa convencer, influenciar, persuadir). A argumentação é o elemento mais importante de uma dissertação.

Embora dissertar seja emitir opiniões, o ideal é que o seu autor coloque no texto seu ponto de vista como se não fossem dele e sim, de outra pessoa (de prestígio, famosa, especialista no assunto, etc.), ou seja, de maneira IMPESSOAL, OBJETIVA e sem prolixidade ("encher lingüiça"): que a dissertação seja elaborada com VERBOS E PRONOMES EM TERCEIRA PESSOA. O texto impessoal soa como verdade e, como já citado, fazer crer é um dos objetivos de quem disserta.

Na dissertação, as idéias devem ser colocadas de maneira CLARA E COERENTE e organizadas de maneira LÓGICA:

a) a ligação entre pontos de vista e argumento se faz de maneira coerente e lógica através das CONJUNÇÕES (conectivos) - coordenativas ou subordinativas, dependendo da idéia que se queira introduzir e defender; é por isso que as conjunções são chamadas de MARCADORES ARGUMENTATIVOS.

b) todo texto dissertativo é composto por três partes coesas e coerentes: INTRODUÇÃO, DESENVOLVIMENTO e CONCLUSÃO.

A introdução é a parte em que se dá a apresentação do tema, através de um CONCEITO (e conceituar é GENERALIZAR, ou seja, é dizer o que um referente tem em comum em relação aos outros seres da sua espécie) ou através de QUESTIONAMENTO(s) que ele sugere. Esses QUESTIONAMENTOS devem ser seguidos de um PONTO DE VISTA e de seu ARGUMENTO PRINCIPAL. Para que a introdução fique perfeita, é interessante seguir esses passos:

1 - Transforme o tema numa pergunta;

2 - Responda a pergunta (e obtém-se o PONTO DE VISTA);

3 - Coloque o porquê da resposta (e obtém-se o ARGUMENTO).

O desenvolvimento contém as idéias que reforçam o argumento principal, ou seja, os ARGUMENTOS AUXILIARES e os FATOS-EXEMPLOS (verdadeiros, reconhecidos publicamente).

A conclusão é a parte final da redação dissertativa, onde o seu autor deve "amarrar" resumidamente (se possível, numa frase) todas as idéias do texto para que o PONTO DE VISTA inicial se mostre irrefutável, ou seja, seja imposto e aceito como verdadeiro.

Antes de iniciar a dissertação, no entanto, é preciso que seu autor:

1 - Entenda bem o tema;

2 - Reflita a respeito dele;

3 - Passe para o papel as idéias que o tema lhe sugere;

4 - Faça a organização textual (o "esqueleto do texto"), pois a quantidade de idéias sugeridas pelo tema é igual à quantidade de parágrafos que a dissertação terá no DESENVOLVIMENTO do texto.

PROCESSO DE REDAÇÃO

No processo de redação existe um plano estruturado para ligação lógica do que o emissor codificador quer transmitir ao receptor ou decodificador da mensagem, ou melhor, temos uma

seqüência de idéias, que geram um diálogo entre duas pessoas (escritor e leitor), por meio de idéias tecidas a partir do tema proposto e delimitado.

Formamos um plano de trabalho lógico ao leitor:

- Introdução: que é o início de uma idéia geral e importante (objeto principal do trabalho); construímos o núcleo frasal que será desenvolvido;
- Desenvolvimento: que é a manifestação do tema em todos os seus elementos de afirmação ou negação. Nele desenvolvem-se os elementos extrínsecos ou formais e os intrínsecos (conceitos e argumentos), observando a clareza e a concisão do parágrafo;
- Conclusão: é ponto o sintetizador do desenvolvimento e criador do elo final com a idéia geral mencionada na Introdução.

Ordene essa redação e veja se é uma dissertação.

Você somente aprende escrevendo e sendo examinador do texto, mas nunca deixe de consultar seu professor de redação e gramática.

FORTALECENDO IDÉIAS

"... Dissertar tem por objetivo instruir e instruir-se, através de raciocínio e reflexão...";

"... Narração é uma seqüência de episódios... é colocar os fatos numa devida ordem, sem repetir os acontecimentos e circunstâncias...";

"... Descrição é a reprodução visual da natureza, dos fenômenos dos fatos, objetos e sensações... "Ela abrange diversos aspectos no mundo exterior e, às vezes, do íntimo..."

A ordenação no Desenvolvimento do Parágrafo pode acontecer:

a) por indicações de espaço: "... não muito longe do litoral..." Utilizam-se advérbios e locuções adverbiais de lugar, certas locuções prepositivas e adjuntos adverbiais de lugar;

b) por tempo e espaço: advérbios e locuções adverbiais de tempo, certas preposições e locuções prepositivas, conjunções e locuções conjuntivas e adjuntos adverbiais de tempo;

c) por enumeração: citação de características que vem normalmente depois de dois pontos;

d) por contrastes: estabelece comparações, apresenta paralelos e evidencia diferenças; podem ser utilizadas nessa ordenação: conjunções adversativas, proporcionais e comparativas;

e) por causa-conseqüência: conjunções e locuções conjuntivas conclusivas, explicativas, causais e consecutivas;

f) por explicitação: esclarece o assunto com conceitos esclarecedores, elucidativos e justificativos, dentro da idéia que é construída.

APRESENTAÇÃO DA REDAÇÃO

A *estética* da sua redação deve ser o mais simples possível.

1 - Título: Centralize-o. Entre o título e o texto deixe uma ou duas linhas. Use o ponto final caso o título seja uma frase. Evite título com apenas uma palavra (ex. O adolescente, A crise...). Procure utilizar no título a mesma letra do corpo de sua redação.

2 - Parágrafos: devem adentrar a linha dois centímetros e iniciarem-se sempre à mesma altura. O número de parágrafos varia de acordo com a extensão da redação. Procure fazer o mínimo de três parágrafos; o máximo dependerá do número de linhas pedidas. Não faça parágrafos muito extensos para evitar mistura de idéias. Apenas o primeiro parágrafo pode ser constituído de um período.

3 - Rasuras: redação bem apresentável não deve conter rasuras, para isso você receberá um rascunho. Não rabisque e principalmente não use corretivos. Caso erre no original, passe apenas um traço sobre a palavra errada.

4 - Letra: poderá ser letra cursiva ou de forma, nesse último caso, desde que fique bem clara a diferença entre iniciais maiúsculas e minúsculas. A legibilidade do texto é de extrema importância, pois o corretor não é um Sherlock Homes para tentar decifrar o enigma da caligrafia. Caderno de caligrafia não é só para crianças, treine.

5 - Correção: o texto estará correto se seguir as normas da Gramática. Se você as acha "chatas", cuidado, pois agora elas poderão jogar na lixeira a qualidade de sua redação.

Não aprendemos Gramática apenas para satisfazer ao "mala" do professor de português; aprendemos para aplicá-las em nossas atividades redacionais. Portanto, fique atento para:

a) Concordância: verifique se o sujeito está concordando com o verbo, ou se adjetivos e substantivos concordam entre si. Cuidado com os advérbios, pois eles não variam (Maria está meia triste ou meio triste? Use o segundo). Períodos longos quase sempre dificultam a concordância, como também a ordem inversa de frases, por isso reduza os períodos se pretende escrever de forma simples.

b) Regência: cuidado com os verbos de regência mais complicada, principalmente aqueles que mudam de significado.

c) Colocação pronominal: não é tão condenável, mas há casos exagerados do uso brasileiro que precisam ser evitados: iniciar frases com pronome oblíquo – *Me disseram que você viria*. Frases em que aparecem antes do verbo palavras negativas, pronomes indefinidos e relativos, advérbios, conjunções, essas atraem o pronome oblíquo para antes do verbo. É condenável o uso de pronome oblíquo depois do verbo particípio.

6 - Grafia: erro ortográfico não é aceitável. Não se comprometa: *"a palavra se escreve com i de ´iscola´"*. Se tiver dúvida em alguma palavra troque por outra de mesmo sentido. Fique atento à acentuação gráfica.

7. Cuidado com a ambigüidade: *"Doutor, a paciente está aqui com a sua mãe"* (mãe de quem? Do médico ou da paciente).

8 - Cuidado com pleonasmos: *"check-up geral, mergulhar dentro d´água, entrar para dentro..."* Esse uso quase sempre caracteriza fraqueza na sua habilidade redacional.

9 - Cuidado com cacófatos: *"nosso hino é lindo; entregue um por cada"* (a turma do chiqueiro agradece, mas o corretor!), *"Espero que o governo nunca gaste mais que arrecadar"* (governo que gasta mais do que arrecada faz o que insinua o cacófato), *"Fez por razões que desconheço"* (Que grosseria! Para que esse palavrão?).

10 - Evite clichês: *"Atualmente, nos dias de hoje"* (são quase sempre dispensáveis); *"estamos desnorteados, sem rumo"* (sua redação! Sem comentários.); *"entregar-se nas mãos de Deus"* (aproveite e entregue sua redação a Ele); *"duas faces de uma mesma moeda"* (compro sua redação, mas com uma moeda de um centavo).

11 - Clareza: seu texto deve ser compreensível: lembre-se de que você não está ao lado do corretor para explicar o que queria dizer. Utilize frases curtas. Evite esnobar com uso de palavras "difíceis"; o uso de vocabulário simples, porém culto, evita o risco do seu texto não ser compreendido.

12 - Concisão: é a qualidade de expressar um fato, uma opinião com o menor número possível de frases e palavras. Mas cuidado com o excesso de concisão, pois pode acarretar em obscuridade. No trecho abaixo as palavras destacadas são dispensáveis:

> "Há (algumas) ocasiões em que é melhor ficar calado (do que falar besteira). Eu posso contar um caso recente (que me aconteceu há pouco tempo). Eu saí de casa rumo ao bar (para beber alguma coisa). Percebam (vocês) que não tinha nada planejado, (apenas) queria beber um pouco e (ficar a) observar os habitantes da noite, (os boêmios). Foi então que algo (totalmente) inesperado aconteceu".

INICIANDO A REDAÇÃO

a) Dados retrospectivos: *As primeiras manifestações de comunicação humana, nas eras mais primitivas, foram traduzidas por sons que expressavam dor, alegria, espanto, mais tarde...*

b) Citação: *A partir das palavras de "(fulano de tal)" podemos afirmar que "..."*

c) Cena descritiva: *Edifícios altíssimos e cinzentos cobrem a metrópole. Cinzas também são as nuvens que quase diariamente cobrem o céu e despejam uma torrente que logo traz caos à cidade. Uma insuportável sinfonia de buzinas inunda o ar. É mais um dia em São Paulo.*

d) Pergunta: *Será o futebol brasileiro realmente o melhor do mundo, se os melhores jogadores do país não disputam os campeonatos locais, pois partem para os clubes europeus assim que possível?*

e) Dado geográfico: *Em Criciúma, no Sul de Santa Catarina, oito mil homens vivem uma aventura todos os dias. A aventura do carvão. São os mineiros, homens que quase nunca vêem o sol.*

f) Dados estatísticos: *Numa típica cidade brasileira, que tenha, digamos... habitantes, cerca de... não possuem escolaridade completa até o 2º grau, o que denota o desprestígio do ensino perante a classe dirigente.*

g) Narrativa: *Em Abril de 1964 foi deposto o presidente João Goulart e dado início à ditadura militar, que governou o país durante mais de vinte anos.*

h) Idéias contratantes: *Enquanto nos restaurantes caros pessoas elegantes gastam até duzentos reais numa refeição que segue cozinhas renomadas, os marginais da sociedade morrem de fome nas ruas.*

Se você se empenhar a colocar em prática todas essas recomendações, tenha certeza de que conquistará maior confiança nas suas atividades de redação e passará a escrever com maior fluidez e qualidade.

22 – INGLÊS TÉCNICO

Sabendo-se do grande uso da língua inglesa no dia-a-dia da mecatrônica, esse capítulo tem por objetivo familiarizar o profissional com as regras de gramática mais importantes e, mais especificamente, com palavras e expressões técnicas comumente utilizadas na área industrial.

GRAMÁTICA – PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE INGLÊS E PORTUGUÊS

Quando um professor descreve e interpreta o inglês para ensiná-lo como língua estrangeira a brasileiros, essa descrição gramatical deve levar em especial consideração aqueles aspectos que contrastam mais em relação ao português e, portanto, representam uma dificuldade maior para os alunos. Exemplo dos aspectos gramaticais que nesse caso exigiriam atenção especial. São eles:

- Modos negativo e principalmente interrogativo não implicam em alterações estruturais - a mente do falante nativo de português tem essa habilidade desenvolvida;

- Relevância gramatical dos modos interrogativo e negativo;

- Implicação estrutural dos modos negativo e principalmente interrogativo, com a inversão de posição entre sujeito e verbo e, outras vezes, uso de verbo auxiliar;

- Posicionamento do adjetivo em relação ao substantivo: em português, o adjetivo normalmente é posicionado após o substantivo a que se refere, podendo entretando ser posicionado à frente em alguns casos. Ex: *casa bonita, alto índice.*

ADJECTIVE-NOUN ORDER

A não ser por raríssimas exceções, em inglês o adjetivo sempre vem à frente do substantivo a que se refere.

Ex: *beautiful house, high rate*

Em português, dificilmente a mesma palavra desempenha a função de substantivo e adjetivo ao mesmo tempo. Para qualificarmos um substantivo com outro, é necessário o uso de uma preposição.

Ex: *férias de verão, casa de tijolos.*

Adjetivação dos substantivos

Em inglês, substantivos podem ser usados como se fossem adjetivos.

Ex: *summer vacation, brick house*

Freqüentemente dois substantivos na função de adjetivos são acrescentados à frente do substantivo principal.

Ex: *Hygiene cost reduction programs*

Em português, não existem quantificadores específicos para substantivos contáveis e incontáveis. Relevância gramatical de substantivos contáveis e incontáveis.

A ambigüidade léxica do verbo ter.

Em português, o verbo *ter* tem dois significados predominantes: propriedade e existência. A necessidade de diferenciar entre essas duas idéias representadas pela mesma palavra se traduz numa dificuldade notória.

Toda ambigüidade léxica da língua materna sem equivalente na L2 representa dificuldade. A ambigüidade do verbo *ter,* entretanto, devido à freqüência com que o mesmo ocorre, assume uma importância maior. Em inglês, a idéia de propriedade é traduzida pelo verbo *have*.

Ex: *I have a car.*

A idéia de existência, entretanto, é construída com o verbo *there is*.

Ex: *There is a book on the table.*

Sujeito oculto, indeterminado ou inexistente

É comum em português a frase apresentar-se sem sujeito, seja ele oculto, indeterminado ou inexistente.

Ex: *Foste ao cinema? Bebeu-se muito na festa. Dizem que ele é capaz de ganhar nas eleições. Vai chover.*

Em inglês, a não ser pelo modo imperativo, não há frase sem sujeito.

Ex: *Did you go to the movies? Everybody drank a lot at the party. They say he may win the elections. It's going to rain.*

Posicionamento livre do verbo em relação ao sujeito

Em português o sujeito pode ser posicionado tanto antes como depois do verbo.

Ex: *Sua casa é bonita. É bonita sua casa.*

Um vendedor apareceu no escritório. Apareceu um vendedor no escritório.

Em inglês, quando houver verbo auxiliar, o posicionamento do verbo em relação ao sujeito tem a finalidade de identificar o modo interrogativo. Portanto, em inglês o sujeito deve sempre ser colocado antes do verbo.

Ex: *He is a student. Is she a student?*

I have never been to England. Have you ever been to England?

Uso abundante de voz passiva

O uso freqüente da voz passiva é uma característica do português.

Uso restrito de voz passiva

A ocorrência da voz passiva em inglês se limita a determinadas situações. Seu uso indiscriminado e freqüente como em português compromete a qualidade do texto. Da mesma forma, um bom programa de português para estrangeiros deve ser direcionado aos contrastes entre a língua materna do aluno e o português. Exemplo de aspectos gramaticais que representam dificuldades persistentes e exigem atenção especial de falantes nativos de inglês estudando português:

Quase inexistência de conjugação verbal

Com exceção do verbo *to be*, que tem 8 formas diferentes *(am, is, are, was, were, be, being, been)*, os demais verbos têm apenas 4 formas quando regulares *(work, works, worked, working)* e 5 quando irregulares *(speak, speaks, spoke, speaking, spoken)*.

Conjugação verbal

O português possui mais de 40 sufixos diferentes para flexionar um único verbo em todas as pessoas e tempos comuns. Isso representa um pesadelo para o estrangeiro cuja língua materna não seja uma das línguas latinas.

Rara ocorrência de gênero em inglês

A única ocorrência de gênero masculino e feminino que se observa no inglês é nos pronomes da terceira pessoa do singular *(he, she, his, her, him)*. Gênero de substantivos, adjetivos e artigos. O português, assim como as demais línguas latinas, apresenta sempre uma forma masculina e uma feminina para substantivos, adjetivos e artigos, o que representa uma séria dificuldade para o falante nativo de inglês.

Invariabilidade de adjetivos e artigos em inglês

Com exceção do artigo indefinido, que comporta uma variação fonética, adjetivos e artigos são invariáveis em inglês.

Pluralização de adjetivos e artigos

Em português, todos os adjetivos e artigos, tanto no masculino como no feminino, são pluralizados.

Ambigüidade léxica de palavras de alta ocorrência

Toda ambigüidade léxica da língua materna sem equivalente na L2 representa dificuldade. No caso de palavras com alta ocorrência como os verbos *to be* e *can*, as formas equivalentes em português precisam ser claramente explicadas e freqüentemente lembradas.

Ex: *I'm a doctor. / I'm visiting Brazil.*

Can I smoke here? / I can speak English. / Can you drive at night?

Em português a idéia de condição permanente é representada pelo verbo *ser*, enquanto que a idéia de condição temporária é representada pelo verbo *estar*.

Ex: *Eu sou médico. / Estou visitando o Brasil.*

O verbo *can* do inglês comporta as idéias de permissão e habilidade, para as quais o português usa diferentes formas.

Ex: *Posso fumar aqui? / Eu sei falar inglês. / Você consegue dirigir à noite?*

Prepositions

Preposição é a palavra que liga dois termos e que estabelece entre eles algumas relações. Nessas relações, um termo explica ou completa o sentido do outro.

As principais preposições são:

•About – sobre; a respeito de ..... We are talking about the math test.

•After – após; depois (de) ..... She arrived after the class.

•Against – contra ..... I God is us, who could be agaist us?

•Before – antes ..... The children before.

•Behind – atrás ..... The dog's house is behind the garden.

• Beside – ao lado de ..... John seated beside his girlfriend.

•Besides – além de ..... My citie is besides that hills.

• During – durante; é usado para expressar períodos de tempo conhecidos pelo nome ou períodos que já foram definidos:

The students were laughing during the class.

During the Christmas

During the summer

During my holidays

·From – de; proveniente de; desde de; a partir de . Where are you from?

·In front of – em frente de ..... That school is in front of the gas station.

·Inside – dentro; do lado de dentro ..... There was some money inside that wallet.

·Instead of – ao invés de ..... Why don't you work instead of oppose?

·Near = next to – perto de ..... The bank is next to the post Office.

·Outside – fora; lado de fora ..... My cat is outside the house.

·Since – desde ..... I live here since 1997.

·With – com ..... Linda travelled with some friends.

·Without – sem ..... I can't stand without your presence by my side.

·To – para; em direção a ; a; ao; à; até; para; a fim de; em; com; de; da ...

I'm going to school.

•For – por; em lugar de; a favor de; de; em nome de; para; a fim de ...

I'll buy a new dress for my mother.

•Under – embaixo ..... There is a ball under the chair.

•Beneath – debaixo ..... Paulo went beneath the rain.

Normalmente são colocadas antes de substantivos ou pronomes. De qualquer forma, em dois tipos de construção é possível, no Inglês informal mudar a preposição para o final da frase.

1. Em perguntas começando com uma preposição + ***WHOM / WHICH / WHAT / WHOSE / WHERE:***

To whom were you talking? (formal)

Who were you talking to? (informal)

In which drawer does he keep it? (formal)

Which drawer does he keep it in? (informal)

2. Similarmente nas orações relatives (relative clauses), uma preposição colocada antes de WHOM/ WHICH pode ser movida pra o final da frase. O pronome relativo é, muitas vezes, omitido:

The people with whom I was travelling. (formal)

The people I was traveling with. (informal)

The company from wich I hire my TV ser. (formal)

The company from I hire my TV set from. (informal)

Há preposições que apresentam variações quanto ao seu significado:

· **Above –** acima de; por sobre; por cima de; sobre (sem indicar contato); indica que uma coisa está em uma posição superior em relação a outra; mais alto que:

The sky is **above** us.

· **Over –** acima (de); sobre; por cima (não indica contato; expressa um sentido vertical entre dois pontos; mais que):

There is a picture over the door.

She didn't eat over than five cookies. (Ela não comeu mais que cinco biscoitos)

·**Up** – acima; para cima; para o alto (indicando movimento)

Get up!

This side up.

·**AT** - momento exato: at 8 o'clock.

- momento definido: at sixteen / at the age of sixteen

- lugar definido: at school

- endereço completo: at 45 Main Street

- nomes de datas comemorativas: at Christimas, at Easter, at Carnival

- nomes de vilas ou pequenas cidades: at Areal.

· **ON** - em contato com: on the desk

- nomes de ruas: on Main Stree, On CSB 08

- em datas: on Christmas day, on 4th July

- dias da semana: on Sunday

·**IN**: - significando dentro: in a cave, in a building

- cidades, estados, países: in Rio de Janeiro, in Brazil

- partes do dia: in the morning, in the afternoon, in the evening (but AT night)

- estações do ano, meses, anos: in the winter, in 1992, in July.

Common Expressions

AT	IN	ON
At once	In a hurry	On holiday, on vacation
At dinner, at breakfast	In fun, in earnest	On business
At war, at peace	In love	In foot, on horseback
At last, at least	In public, in private	One one's own
	In danger, in trouble	On the contrary,
		on the other hand

PRONOUNS

O pronome é uma palavra usada no lugar do nome (substantivo) para evitar a sua repetição e concorda, em gênero e número com o substantivo que representa.

Pronomes Pessoais

São os que designam as pessoas.

· **Pronomes subjetivos (caso reto)**

Singular	Plural
I	We
You	You
He /She/it	They

Esses pronomes funcionam como sujeito da oração, vindo antes do verbo: She comes by train.

· ***Pronomes objetivos (caso oblíquo)***

Singular	**Plural**
Me – me, mim	You – vós
You – te, ti	Them – os, as, eles, elas
Him – o, ele	
It – o, a, ele, ela	

Esses pronomes funcionam como objeto da oração, vindo depois do verbo: Give her a chance.

Pronomes Possessivos

São os pronomes que indicam posse de um ser ou objeto.

· Adjetivos possessivos

My – meu (s), minha (s)

Your – seu (s), sua (s)

His – seu (s), sua (s), dele (s) Her – seu (s), sua (s), dela (s)

Its – dele (s), neutro, animais Our – nosso (s), nossa (s)

Your – seu (s) , sua (s)

Their – seus (s), sua (s), deles (as)

Têm a função de modificar um substantivo e deve sempre anteceder esse substantivo.

He wrote his address on the envelope.

· **Pronomes adjetivos possessivos**

Mine – o meu (s), a minha (s)

Yours – o seu (s), a sua (s)

His – o seu (s), a sua (s), o dele (s) Her – o seu (s),a sua (s), o dela (s)

Its – o (a) dele (s), neutro, animais Ours – o nosso (s), a nossa (s)

Yours – o (s) seu (s) , a (s) sua (s)

Theirs – o (s) seu (s) , a (s) sua (s), dele (s), dela (s)

Esses pronomes são usados em construções chamadas de double possessive ("posse em dobro"):

A friend of mine = one of my friends

A cousing of hers = one of her cousins

An old friend dram of ours = one of my old dreams

Pronomes Indefinidos

Os pronomes indefinidos são os que se referem a pessoas ou coisas de modo vago ou impreciso.

São eles:

All – tudo, todo (s), toda (s)

Another – um (a) outro (a)

Any – algum (s), alguma (s) / Anybody – alguém, qualquer um / Anything – qualquer coisa, algo, tudo

Both – ambos, os dois. / Much – muito, muita; é usado para indicar uma grande quantidade de coisas que não podem ser contadas. Ex. I love you very much.

One – um, tal

Pronomes Relativos

Os pronomes relativos são assim chamados porque se referem a um termo mencionado anteriormente.

São eles:

Who – que, o qual, os quais, as quais, quem (refere-se a pessoas)

Which – que, o que, o qual, a qual (refere-se a coisas inanimadas ou animais)

Whom – quem, que, o qual, a qual, os quais (refere-se a pessoas)

Whose – de quem, do qual, da qual, dos quais, cujo, cuja, cujos, cujas (refere-se a pessoas)

What – aquilo que, o que, a coisa que (só se refere a coisas inanimadas ou animais)

That – que, o que, o qual, a qual (pode representar quaisquer pessoas, coisas ou animais)

Pronomes Interrogativos

São os pronomes que indicam um elemento dentro de um conjunto, mas que não se define.

São eles:

Which – qual, o qual, a qual? (refere-se a coisas inanimadas ou animais)

Who – quem? (refere-se a pessoas)

Whose – de quem? (refere-se a pessoas)

What – que, qual, quais? (só se refere a coisas inanimadas ou animais)

Who is that man?

Pronomes Demonstrativos

Os pronomes demonstrativos são os que indicam o lugar em que uma pessoa ou coisa se encontra.

São eles:

Singular	Plural
This – este, esta, isto	These – estes, estas
That – esse, essa, isso	Those – esses, essas, aqueles, aquelas
	Such - tais

This e These – referem-se a pessoas, animais ou coisas que se encontram perto de quem fala.

That e Those – referem-se a pessoas, animais ou coisas que se encontram afastadas de quem fala.

Pronomes Reflexivos

Os pronomes reflexivos indicam que o sujeito, ao mesmo tempo, é agente e paciente da ação.

São eles:

Myself – me, eu, mesmo, eu próprio

Yourself – tu, tu mesmo

Himself – se, ele mesmo

Itself – se, ele/ela mesmo

Ourself – nós, nós mesmos

Yourself – vós, vós mesmos

Themselves – se, eles/elas mesmos (as)

Oneself – a gente, a gente mesmo.

- Pronomes Reflexivos: uso reflexivo

Concordam sempre com o sujeito e aparecem depois do verbo (objeto) mostrando que uma determinada ação do sujeito reflete sobre ele mesmo: The boy hurt herself (o menino feriu-se).

- Pronomes Reflexivos: uso enfático

Dão um realce ao sujeito ou ao objeto. Podem ser usados logo após o sujeito ou após o complemento do verbo.

She herself charged the tire (Ela mesma trocou o pneu).

SIMPLE PRESENT

Usado para falar sobre algo que acontece o tempo todo, ou repetidamente, ou, ainda, sobre uma verdade universal.

No futuro depois das seguintes conjunções: **when**, **as soon as**, **until**, **before**, **if**;

Veja os exemplos:

- Nurses look after patients in hospitals. (Enfermeiras cuidam de pacientes em hospitais)
- I usually go away at weekends. (Eu sempre saio aos fins de semana)
- The Earth goes round the Sun (A Terra gira em torno do Sol)
- When she arrives I will ask her.(Quando ela chegar eu a perguntarei)

Lembre-se que na 3ª pessoa do singular (HE, SHE, IT) sempre usamos o **S** ao final:

o I work

o He / She / It work**s**.

Em palavras terminadas em **ss, s, sh, ch, x, o** e **z** acrescentamos o **ES** também em He / She / It:

o You wash.

o She wash**es**.

Palavras terminadas em Y:

- Se precedido de vogal: acrescenta-se apenas o **S** normalmente: say – says.
- Se precedido de consoante: substitui-se o Y pelo **IES**: study - studies

Para as formas interrogativa e negativa no Simple Present usamos os verbos auxiliares DO/ DOES, sendo que a forma negativa desses auxliliares e DON´T (do + not) e DOESN'T (does + not):

Forma Interrogativa

Do	I / We / You / They	Work?
Does	He / she / It	Go?

Forma Negativa

I / We / You / They	Don´t	Work.
He / she / It	Doesn´t	Go.

No exemplo a seguir o DO é também o verbo principal: What do you do? (O que você faz?)

SIMPLE PAST

O Simple Past expressa ações que começaram e terminaram em um determinado momento no passado. Geralmente essas sentenças vêm com um advérbio de tempo .

- yesterday (ontem)
- the day before yesterday (anteontem)
- this morning (esta manhã)
- a week ago (há uma semana atrás)
- in 1992 (em 1992)

VERBOS REGULARES:

- A maioria dos verbos da língua inglesa recebe a terminação ED no passado. Isso vale para todo e qualquer tipo de sujeito. Uma única forma de verbo que corresponde, em Português, ao Pretérito Perfeito, Pretérito Imperfeito e Pretérito-mais- que – perfeito.

Ex. to talk (conversar) – talked

OBSERVAÇÕES:

- Aos verbos terminados em E acrescenta-se somente o D: to remove = removed; to love = loved.

- Nos verbos terminados em Y:

  - se precedido de consoante: tira-se o Y acrescenta-se o ED: to study = studied

  - se precedido de vogal: simplesmente acrescenta-se o ED: to play = played

- Nos verbos monossílabos terminados em consoante-vogal-consoante, repete-se a última consoante antes de acrescentar o ED: to chop = chopped

EXCEÇÕES: Nos verbos terminados X e W não se repete a última consoante: to fix = fixed.

Nos verbos dissílabos oxítonos com a terminação consoante-voagal-consoante, repete-se igualmente a última consoante antes de colocar ED: to admit = admitted; to control = controlled.

Verbos Irregulares

Embora os verbos regulares constituam a maioria dos verbos na língua inglesa, temos que considerar os verbos irregulares. Veja alguns:

INFINITIVE	SIMPLE PAST	PAST PARTICIPLE
To cut	Cut	Cut
To feed	Fed	Fed
To break	broke	broken

Interrogative form

A forma interrogativa segue uma regra bastante fácil. Antes do pronome acrescenta-se o verbo auxiliar **DID**, seguida do pronome e do verbo no infinitivo (DID = PRON. = VERBO NO INFINITIVO):

	I	
	You	
	He	
	She	
Did	It	enjoy?
	We	
	You	
	They	

Negative Form

Na forma negativa acrescenta-se o partícula didn´t logo após o pronome, seguida do verbo no infinitivo (didn´t + infinitivo):

I You He She It We You They	Didn´t	enjoy.

O PASSADO DO VERBO TO BE

O passado do verbo TO BE (am, is, are) é was/were:

I	was
You	were
He/She/It	was
We /You/They	were

PRESENT CONTINUOUS TENSE

Indica que uma ação está acontecendo no momento em que se fala, ou na atualidade:

We are writing a letter now.

Jeniffer is reading a book.

O *Present Continuous* pode ser empregado também em frases que denotam um futuro provável, ações que pretendemos realizar ou que temos certeza de que irão acontecer.

Estrutura do *Present Continuous*:

VERBO TO BE + VERBO PRINCIPAL + TERM. ING

Forma afirmativa	**Forma interrogative**	**Forma negative**
We are speaking English now.	Are you felling bad at this moment?	It is not raining anymore.
I am looking for a teacher.	Is she studing French?	

ATENÇÃO!

to try – trying

to study – studying

to play – playing

to carry – carrying, etc.

mantém-se o “y” antes do “-ing

to die – dying to lie – lying to tie - tying	Nesses verbos, substitui-se o “ie” pelo “y” e acrescenta-se o “-ing”.
to put – putting to sit – sitting to swim – swimming, etc.	Dobra-se a última consoante quando houver a seqüência: CVC (consoante - vogal – consoante)
begin - beginning prefer - preferring omit - omitting occur - ocurring, etc.	Quando a sílaba tônica for a última, dobra-se a última consoante também.
to take – taking to have – having to live – living to save – saving to shine – shining	Em verbos terminados em “e”, substitui-o pelo “-ing”. **EXCEÇÕES:** to be - being to see - seeing to agree – agreeing

· Os demais verbos que não participam das exceções acima citadas mantêm sua forma acrescida do *–ing.*

· Certos verbos não são flexionados no Present Continuous. São verbos que geralmente indicam um estado ou condição. Alguns deles são:

agree (concordar)	believe (acreditar)	belong (pertencer)
disagree (discordar)	forget (esquecer)	hate (odiar)
have (possuir)	hear (ouvir)	hope (esperar)
know (saber)	love (amar)	

· O present do verbo **TO BE** (is/am/are) + **going to** é uma estrutura muito usada antes do infinitivo de um verbo que expressa uma ação futura planejada, quando falamos sobre ações que já estão planejadas:

"... I am finally going to retire." (Finalmente vou me aposentar)

SIMPLE FUTURE

Expressa fatos e acontecimentos que provavelmente ocorrerão:

They will arrive tomorrow.

Indica decisões tomadas no momento em que se fala:

The cell phone is ringing. I'll answer it.

Oferecer ou pedir ajuda:

Who will help me?

I will help you.

1. Formação:

SUJEITO + WILL + VERBO PRINCIPAL (no infinitivo sem o TO)

2. Formas abreviadas:

´ll (will) **won´t** (will not)

3. Forma negativa:

I will not drink it. I won't drink it.

4. Forma interrogative:

Will they drink it?

5. Going to

· Essa forma expressa a intenção do sujeito de realizar uma ação no futuro. Essa intenção é sempre premeditada e planejada; expressa também a idéia de que alguma preparação já foi feita;

· Ações expressadas pelo **going to** são mais prováveis de acontecer:

· He is going to be a denstist when he gets the graduation. (Ele será um dentista quando se formar).

I´m going to to meet Tom at the station at six o´clock. (Encontrarei Tom na estação às seis horas).

Observações:

· O **will** pode ser substituído por **shall** na primeira pessoa do singular e do plural (I/ We) em sentenças mais formais:

I shall do everything and we shall live in peace.

o O auxiliar **will** expressa somente uma intenção que não é certo que vá acontecer, enquanto que o **going to** denota uma probabilidade maior de que a ação aconteça.

ADVERBS

O advérbio é uma palavra que modifica um verbo, um adjetivo ou um outro advérbio. Os advérbios, de acordo com a circunstância que expressam, podem ser:

Adverbs of Place (advérbios de lugar)

o Here (aqui, nesse lugar)

o There (aí, lá, ali, para lá, nesse lugar, nesse ponto)

o Near (próximo, perto, a pouca distância)

o Up (em cima, acima)

o Down (abaixo, para baixo)

Exemplos: She lives there (Ela mora lá).

John Works here (John trabalha aqui).

Adverbs of Tme (advérbios de tempo)

Podem ser usados no início ou no final da oração.

o Now (agora, já, imediatamente)

o Today (hoje)

o Tomorrow (amanhã)

o Last week (semana passada)

o In 1997 (em 1997)

Exemplo: I bought this computer yesterday. (Eu comprei este computador ontem)

Adverbs of Frequency (advérbios de freqüência)

- o Twice (duas vezes)
- o Often (frequentemente)
- o Always (sempre)
- o Never (nunca)
- o Usually (sempre, freqüentemente)
- o Sometimes (às vezes)
- o Rarely (raramente)
- o Seldon (raramente)

Os advérbios de freqüência são posicionados:

1. Após o verbo TO BE em orações em que ele é o verbo principal:

   o I am always tired. (Eu estou sempre cansado).

2. Antes do verbo principal:

   o She usually Works on Saturdays. (Ele sempre trabalha aos Sábados).

   o He never stays there. (Ele nunca está lá).

3. Depois do primeiro verbo auxiliar em orações com tempos compostos:

   o She had never studied French. (Ela nunca tinha estudado Francês).

OBSERVAÇÃO:

Os advérbios de freqüência com sentido negativo podem vir no início da oração. Nesse caso, deverá haver uma inversão do verbo com o sujeito:

o She is never happy/Never is she happy. (Ela nunca está feliz).

Se a oração estiver no Simple Present ou Simple Past, o verbo será substituído pelo auxiliar correspondente:

o They seldom went out/Seldom did they go out. (Eles raramente saíam).

Em orações formadas por verbo auxiliary/modal e principal, inverteremos o sujeito com o verbo auxiliary/modal:

o He can never get there/Never can he get there. (Ele nunca chegará lá).

Adverbs of Manner (advérbios de maneira)

- Quickly (rápido)
- Calmly (camamente)
- Happily (rapidamente)

Ex: She types quickly. (Ela digita rapidamente).

OBSERVAÇÃO:

Os advérbios de modo são geralmente formados de um adjetivo mais o sufixo – "ly":

o calm + ly = calmly

Adverbs of Degree (advérbios de intensidade)

- Too (muito, demais)
- Very (bastante, muito)
- Almost (quase, perto)
- Really (realmente)
- Rather (antes, um tanto, melhor)
- Quite (completamente, bastante, razoavelmente)

Ex: It is very cold. (Está muito frio).

OBSERVAÇÃO:

Alguns advérbios mantêm a mesma forma dos adjetivos dos quais são derivados:

- Far (longe)
- Low (baixo)
- Well (bem)
- Fast (rápido, rapidamene)

Outros possuem duas formas, mas seus significados são diferentes:

- High (alto) – haghly (em alto grau)
- Hard (difícil, árduo, duro) – hardly (mal; quase)
- Late (tarde) – lately (recentemente)
- Near (próximo) - nearly (quase, por pouco)

Posição dos Advérbios

Se houver dois ou mais advérbios numa oração, a seqüência será:

1º: advérbio de maneira

2º: advérbio de lugar

3º advérbio de tempo

Ex.: It is raining steadily in São Paulo today. (Está chovendo initerruptamente em São Paulo).

Quando o verbo indicar movimento, a seqüência será:

1º: advérbio de lugar

2º: advérbio de modo

3º advérbio de tempo

Ex.: He went to England by plane in 1997. (Ele foi à Inglaterra de avião em 1997).

Se houver dois ou mais advérbios do mesmo tipo na oração, ficará mais próximo do verbo aquele que contiver a informação mais específica dentro do conjunto de informações passado pelos demais advérbios:

Ex.: I was Born in the morning, on april 15, in 1951. (Eu nasci na manhã do dia 15 de abril de 1951).

Se forem advérbios de modo, o mais curto precederá o mais longo:

Ex.: He is speaking low and continuously. (Ele está falando baixo e continuamente).

OBSERVAÇÃO:

- **Always**, **Never** e **Ever** geralmente são posicionados entre o auxiliar (have/has) e o verbo principal.

- **Yet** (já) usado em orações interrogativas para indicar surpresa ou expectativa:

  - Ex.: Have you eaten all your desert yet? (Você já comeu toda a sua sobre-mesa?)

- Yet (ainda) usado no final de orações negativas:

  - Ex. Train hasn´t arrived yet. (O tem não chegou ainda).

- Just (muito recentemente) expressa uma ação que acabou de acontecer:

· Ex.: She has just last her last chance. (Ela acabou de perder sua última chance).

· Laterly (ultimamente):

· Ex.: I haven´t gone to the theater lately. (Eu não tenho ido ao teatro ultimamente).

· Recently (recentemente):

· Ex.: He has changed his job recently. (Ele mudou de emprego recentemente).

OBSERVAÇÃO:

Lately, **Recently** e **Yet** geralmente são posicionados no final da oração.

TEMPO	FORMA	EXPRESSA	ADVÉRBIO
Passado Simples	• Verbo regular: term. **ed;** • verbo irregular: forma variada (observar lista de verbos irregulares); • verbo auxiliar **did** (na forma negativa e interrogativa).	Ações acabadas que ocorreram num tempo definido no passado.	Yesterday, last, night, last week, last month, two hours ago, three weeks ago, etc.
Presente Perfeito	• **have/has** + verbo principal no particípio passado.	• ações que ocorreram num tempo indefinido no passado; • ações que começaram no passado e continuam até o presente; • ações que acabaram de ocorrer.	Already, yet, ever, lately, recently, etc.
Presente Perfeito Contínuo	•**Have/has been** + verbo principal com a terminação **ing**	•ações que começaram no passado e ainda continuam até o presente (ênfase na continuidade)	For, since, lately, recently.

Advérbios usados com o Presente Perfeito e Presente Perfeito Contínuo:

Advérbio	Tradução	Tipos de frase
Since	Desde	Todos os tipos
For	Por, durante	Todos os tipos
Already	Já	Afirmativa e interrogativa
Yet	Já, ainda	Interrogativa e negativa
Just	Acabar de	Afirmativa
Lately	Ultimamente	Todos os tipos
Ever	Alguma vez	Interrogativa
never	nunca	Negativa

TÉCNICAS DE LEITURA

As técnicas de leitura, como o próprio nome diz, vão nos ajudar a ler um texto. Existem técnicas variadas, mas veremos as mais utilizadas. Ao ler um texto em Inglês, lembre-se de usar as técnicas aprendidas, elas vão ajudá-lo. O uso da gramática vai ajudar também.

As principais técnicas são: a identificação de cognatos, de palavras repetidas e de pistas tipográficas. Ao lermos um texto vamos, ainda, apurar a idéia geral do texto (general comprehension) e utilizar duas outras técnicas bastante úteis: *skimming* e *scanning*.

a) Cognatos

Os cognatos são palavras muito parecidas com as palavras do Português. São as chamadas palavras transparentes. Existem também os falsos cognatos, que são palavras que achamos que é tal coisa, mas não é; os falsos cognatos são em menor número, e as veremos adiante.

Como cognatos podemos citar: school (escola), telephone (telefone), car (carro), question (questão, pergunta), activity (atividade), training (treinamento)... Você mesmo poderá criar sua própria lista de cognatos!

b) Palavras repetidas

As palavras repetidas em um texto possuem um valor muito importante. Um autor não repete as palavras em vão. Se elas são repetidas é porque são importantes dentro do texto. Muitas vezes para não repetir o mesmo termo, o autor utiliza sinônimos das mesmas palavras, para não tornar o texto cansativo.

c) Pistas tipográficas

As pistas tipográficas são elementos visuais que nos auxiliam na compreensão do texto. Atenção com datas, números, tabelas, gráficos, figuras... São informações também contidas no texto. Os recursos de escrita também são pistas tipográficas. Por exemplo:

- ... (três pontos) indicam a continuação de uma idéia que não está ali exposta;
- negrito dá destaque a algum termo ou palavra;
- itálico também destaca um termo, menos importante que o negrito;
- " " (aspas) salientam a importância de alguma palavra;
- ( ) (parênteses) introduzem uma idéia complementar ao texto.

d) General Comprehension

A idéia geral de um texto é obtida com o emprego das técnicas anteriores. Selecionando-se criteriosamente algumas palavras, termos e expressões no texto, poderemos chegar à idéia geral do texto.

Por exemplo, vamos ler o trecho abaixo e tentar obter a "general comprehension" do parágrafo:

> "**Distance education** takes place when a teacher and **students** are **separated** by **physical distance**, and **technology** (i.e., **voice**, **video** and **data**), often in concert with **face-to-face communication**, is **used** to bridge the **instructional** gap."

A partir das palavras cognatas do texto (em negrito) podemos ter uma idéia geral do que se trata; vamos enumerar as palavras conhecidas (pelo menos as que são semelhantes ao Português):

- distance education = educação à distância
- students = estudantes, alunos
- separeted = separado
- physical distance = distância física
- technology = tecnologia
- voice, video, data = voz, vídeo e dados (atenção: "data" não é data)
- face-to-face communication = comunicação face-a-face
- used = usado (a)
- instructional = instrucional

Então você poderia dizer que o texto trata sobre educação à distância; que essa ocorre quando os alunos estão separados fisicamente do professor; a tecnologia (voz, vídeo, dados) pode ser usada de forma instrucional.

Você poderia ter essa conclusão sobre o texto mesmo sem ter muito conhecimento de Inglês. É claro que à medida que você for aprendendo, a sua percepção sobre o texto também aumentará. Há muitas informações que não são tão óbvias assim.

e) Skimming

"skim" em inglês é deslizar à superfície, desnatar (daí skimmed milk = leite desnatado), passar os olhos por. A técnica de "skimming" nos leva a ler um texto superficialmente. Utilizar essa técnica significa que não precisamos ler cada sentença, mas sim passarmos os olhos por sobre o texto, lendo algumas frases aqui e ali, procurando reconhecer certas palavras e expressões que sirvam como 'dicas' na obtenção de informações sobre o texto. Às vezes não é necessário ler o texto em detalhes. Para usar essa técnica, precisamos nos valer dos nossos conhecimentos de Inglês também.

Observe esse trecho:

"Using this integrated approach, the educator's task is to carefully select among the technological options. The goal is to build a mix of instructional media, meeting the needs of the learner in a manner that is instructionally effective and economically prudent."

Selecionando algumas expressões teremos:

- integrated approach = abordagem (approach = abordagem, enfoque) integrada
- educator's task = tarefa (task = tarefa) do educador – **'s** significa posse = do
- tecnological options = opções tecnológicas (tecnological é adjetivo)
- goal = objetivo
- a mix instrucional media = uma mistura de mídia instrucional.

Com a técnica do "skimming" podemos dizer que esse trecho afirma que a tarefa do educador é selecionar as opções tecnológicas; o objetivo é ter uma mistura de mídias instrucionais, de uma maneira instrucionalmente efetiva e economicamente prudente.

f) Scanning

"Scan" em Inglês quer dizer examinar, sondar, explorar. O que faz um scanner? Uma varredura, não é?! Logo, com a técnica de "scanning" você irá fazer uma varredura do texto, procurando detalhes e idéias objetivas. Aqui é importante que você utilize os conhecimentos de Inglês; por isso, nós vamos ver detalhadamente alguns itens gramaticais.

Olhe esse trecho:

> "Teaching and learning at a distance is demanding. However, learning will be more meaningful and "deeper" for distant students, if students and **their** instructor share responsibility for developing learning goals: actively interacting with class members; promoting reflection on experience; relating new information to examples that make sense to learners. This is the challenge and the opportunity provided by distance education."

Poderíamos perguntar qual o referente do pronome “their” em negrito no trecho?

Utilizando a técnica de skimming, seria necessário retornar ao texto e entender a sentença na qual o pronome está sendo empregado. “Their“ é um pronome possessivo (e como tal, sempre vem acompanhado de um substantivo) da terceira pessoa do plural (o seu referente é um substantivo no plural). A tradução de “their instructor” seria **seu instrutor**. Seu de quem? Lendo um pouco para trás, vemos que há “students”; logo concluímos que “their” refere-se a “students, ou seja, instrutor dos alunos”.

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS EM MECATRÔNICA

Just In Time: Modelo de produção criado no Japão, que consiste em integrar componentes (fabricados por diferentes fornecedores) para a fabricação de produtos finais no exato momento em que serão necessários para a montagem. Isso possibilita a diminuição de acúmulo de estoques e matérias-primas, diminuindo-se os custos de produção.

Lean Manufacturing: Surgiu na Toyota no Japão pós-Segunda Guerra Mundial e tem como filosofia a expurgação dos desperdícios no processo organizacional de uma companhia. No início, muitas empresas enxergavam apenas a área de produção como foco para a aplicação do Lean Manufacturing. Hoje se define como a filosofia Toyota aplicada a todas as dimensões dos negócios de uma organização. O Pensamento Enxuto é uma filosofia operacional ou um sistema de negócios, uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor. É uma forma de criar novos trabalhos em vez de simplesmente destruir empregos em nome da eficiência. Mas trabalho que efetivamente agrega valor. Eliminam-se desperdícios e não empregos.

MRP (Material Requirement Planning): É um sistema de Gestão (normalmente são sistemas de softwares) que tem por função básica planejar sobre quais e quantos materiais serão necessários para a produção de determinado produto, além de quantificar o tempo necessário e custos associados.

MRP II (Manufacturing Resouce Planning): De acordo com a Apics, é um método para um planejamento efetivo de todos os recursos de uma companhia. Várias são as funções que compõem o MRP II, a seguir listados: (a) Planejamento estratégico de negócios; (b) Planejamento de Vendas e Operações; (c) Planejamento da Produção; (d); (e) Planejamento Mestre de produção; Planejamento de Materiais (MRP); (f) Planejamento de Capacidade da produção; (g) Sistemas de suporte a Execução para capacidade e materiais.

CAD (Computer aided Design): são programas de computadores que auxiliam na elaboração de desenhos técnicos de projetos nos mais variados campos da engenharia, arquitetura, geologia etc.

CAM (Computer Aided Manufacturing): Podemos definir CAM como auxílio via computador da preparação da manufatura, representando as tecnologias usadas no chão de fábrica, dizendo não só a respeito da automação da manufatura, como CNC, CLP, coletores de dados, como também a tomada de decisão, plano operacional, etc.

Apesar de toda essa abrangência, o termo CAM, às vezes, ainda é sinônimo da programação CN, conceito que ficou muito difundido com a sigla CAD/CAM, que representa módulos de programação CN em sistemas CAM.

CIM (Computer Integrated Manufacturing): Sistemas computacionais de integração das operações de fabricação. Inclui soluções CAD/CAE/CAM.

ERP (Enterprise Resources Planning ou Sistema de Gestão de Planejamento dos Recursos de toda a Corporação): Esse sistema tem por função integrar os diversos sistemas de informação no suporte à atuação de empresas, em um sistema integrado, que suporta os diversos processos de negócio da empresa, utilizando-se bases de dados comuns.

Supply Chain System: É o sistema de gestão que abrange todas as áreas de uma empresa, desde os seus sistemas de forecast (previsão de vendas), marketing, sistemas financeiros, suprimentos, recursos humanos etc., bem como integra outros sistemas pertinentes ao seu negócio, como CRM (Customer Relationship Management), cuja função é o de integrar o cliente à sua cadeia de valor e os Sistemas de Gerenciamento de Fornecedores, responsáveis pelas parcerias estratégicas de fornecimento de materiais.

APS (Advanced Planning and Scheduling, ou Sistema de Planejamento e Programação Avançada): é um sistema cujas ferramentas utilizam a Pesquisa Operacional para atingir soluções balanceadas, integrando sistemas ERP e a cadeia de suprimentos (Supply Chain) através de sistemas de informação colaborativos.

VOCABULÁRIO EM MECATRÔNICA

A

Accumulator ..... Acumulador
Accuracy ..... Precisão, exatidão
Acorn nut ..... Porca de mama
Adapter ..... Suporte, adaptador
Adapter group ..... Grupo de adaptação
Adapter ring ..... Aro de adaptação
Adjust ..... Afinar, ajustar
Adjustable radial ripper ..... Escarificador radial ajustável
Aftercooler ..... Arrefecedor de admissão

Air actuated ..... Acionado por ar comprimido
Air cleaner serviceindicator ... Indicador do estado do filtro de ar
Air conditioner ..... Ar condicionado
Air fuel ratio control ..... Regulador de fumo
Air horn ..... Buzina
Air intake ..... Admissão de ar
Air tank ..... Tanque de ar
Alloy ..... Liga
Alt ..... Alternador
Alternator ..... Alternador
Aluminum ..... Alumínio
Amperage ..... Amperagem
Angling blade bulldozer ..... Bulldozer com lâmina orientável
Anti-freeze ..... Anticongelante
Anti-friction bearing ..... Rolamento
Antimony ..... Antimônio
Apron cable ..... Cabo do avental
Articulated frame steering .... Direção por chassis articulado
Asbestos ..... Amianto
Assemble ..... Conjunto
Assembly ..... Montar
Asset ..... Ativo
Attachment ..... Acessório, equipamento
Attachment bolt hole ..... Furo para parafuso de fixação de acessórios
Automatic ..... Automático
Automatic load sensing ..... Sensor automático de carga
Axle ..... Eixo
Axle housing ..... Bainha do diferencial
Axle shaft ..... Semi-eixo

B

Back-up alarm ..... Alarme de marcha atrás
Back-up light ..... Luz de marcha atrás
Baffle ..... Defletor
Balancer gear ..... Engrenagens compensadoras
Ball ..... Esfera
Ball bearing ..... Rolamento de esferas
Ball indentation ..... Bolsa redonda
Ball pen hammer ..... Martelo de bola

Ball stud ..... Perno de cabeça esférica
Ballast ..... Lastro
Bank cubic yard ..... Jardas cúbicas de material em bancada
Bank escavation ..... Escavação em bancada
Bank overdraft ..... Livrança
Bank truck loading ..... Carregamento de camiões em bancada
Bar ..... Barra
Barrel shaped roller ..... Rolos em forma de barril
Base ..... Base
Base course ..... Material de fundação
Base of filter ..... Base do filtro
Battery ..... Bateria
Battery cell ..... Elemento da bateria
Beadless tire ..... Pneus sem talões
Beam ..... Viga, barra, feixe luminoso
Bearing ..... Casquilho, rolamento
Bearing cone ..... Anilha interna dos rolamentos de rolos cônicos
Bearing cup ..... Anilha externa dos rolamentos de rolos cônicos
Bearing inner race ..... Anilha interna dos rolamentos
Bearing outer race ..... Anilha externa dos rolamentos
Bearing race ..... Anilha dos rolamentos
Bed ..... Cama, suporte, base, fundamento
Bellcrank ..... Alavanca angular
Belt ..... Correia
Belt dressing ..... Produto antipatinagem
Bevel ..... Chanfro
Bevel gear ..... Coroa cónica
Bevel groove ..... Entalhe chanfrado
Bias ply tire ..... Pneus de telas diagonais
Bit drill ..... Broca
Blade ..... Lâmina
Blade lift arm ..... Braço de elevação da lâmina
Blade tilt cylinder ..... Cilindro de inclinação da lâmina
Blend ..... Misturar, combinar
Block ..... Bloco
Blow up ..... Explosão
Blower type fan ..... Ventoinha de sopro
Bollard condition ..... Motor a puxar com o barco amarrado
Bolster ..... Engate
Bolt ..... Parafuso

Bolt-on rim sprocket ..... Elementos dentados aparaf. roda motora
Bonnet ..... Tampa do cilindro do arrefecedor do óleo
Boom ..... Cilindro da lança
Boom ..... Lança
Booster ..... Reforçador
Bottom ..... Fundo
Box-end wrench ..... Chave de bocas
Brace ..... Braçadeira
Bracket ..... Suporte
Brake ..... Travão
Brake actuator ..... Acionador do travão
Brake air pressure switch ..... Sensor da pressão do ar nos travões
Brake band ..... Cinta do travão
Brake disc ..... Disco do travão
Brake drum ..... Polia do travão
Brake engagement force ..... Força necessária para aplicar o travão
Brake fluid ..... Fluido para travões
Brake hydraulic booster ..... Reforçador hidráulico dos travões
Brake lining ..... Calços do travão
Brake pedal ..... Pedal do travão
Brake vent, check valve ..... Válvula de retenção dos travões
Braking system ..... Sistema de travagem
Brass ..... Latão
Breakout force ..... Força de rompimento
Breather ..... Respiradouro
Bronze ..... Bronze
Bronze bearing ..... Casquilho de bronze
Bucket ..... Balde
Bucket control ..... Comandos do balde
Bucket curling force ..... Força de arranque do balde
Bucket edge ..... Lâmina do balde
Bucket ejector ..... Ejetor do balde
Bucket payload ..... Carga útil do balde
Bucket pin ..... Cavilha do balde
Bucket positioner ..... Posicionador do balde
Bucket rackback ..... Ângulo de recolha do balde
Bucket rackback angle ..... Rotação posterior do balde
Bucket size ..... Apacidade do balde
Bull gear ..... Engrenagem principal
Bulldozer blade ..... Lâmina do bulldozer

Bulldozer end bit ..... Canto do bulldozer
Bulldozer lift cylinder ..... Cilindro de elevação do bulldozer
Bumper ..... Pará-choques
Bus pipe ..... Colector de fluídos
Bushing ..... Casquilho
Bushing bore ..... Furo para o casquilho
By product ..... Sub produto

C

Cab ..... Cabina
Cable ..... Cabo
Cage ..... Separador
Caged needle bearing ..... Rolamento de agulhas com separador
Cam ..... Came
Camshaft ..... Árvore de cames
Canopy ..... Toldo, coberta
Canted ..... Inclinicação
Cap ..... Tampão
Capscrew ..... Parafuso de cabeça sextavada
Carbody ..... Torre de rotação (escavadores)
Cardan joint ..... União cardan
Carriage ..... Carro
Carrier roller ..... Rolete superior
Carry height ..... Altura de transporte
Cast iron ..... Ferro fundido
Cast iron bushing ..... Casquilho de ferro fundido
Castle nut ..... Porca castelada
Cell ..... Elemento, célula
Center pedal ..... Pedal central
Centering ..... Mola de centragem da servo válvula
Centering spring bracket ..... Braço da mola de centragem
Centerline tip ..... Luva alinhada
Chain ..... Corrente
Chamber ..... Camará
Char ..... Chamuscar, queimar
Charge ..... Carga
Charge pressure check valve . Válvula de retenção da pressão de carga
Charge pump ..... Bomba de carga
Charge valve ..... Válvula de carga
Chip ..... Apara, lasca

Chord ..... Longarias de lança gradeada
Cigar lighter ..... Acendedor de cigarros
Circuit ..... Circuito
Clamp ..... Braçadeira
Clamshell bucket ..... Balde de mandíbulas
Claw hammer ..... Martelo de orelhas
Cleaner bar ..... Barra de limpeza
Cleaning fluid ..... Fluido de limpeza
Clearance ..... Folga
Clinker ..... Escória
Clockwise ..... Sentido dos ponteiros do relógio
Clogging ..... Entupimento, obstrução
Cluster gear ..... Trem fixo, grupo de carretos
Clutch ..... Embraiagem
Clutch disc ..... Disco de embraiagem
Clutch dressing ..... Produto antipatinagem
Clutch shaft ..... Veio de embraiagem
Coil ..... Bobine, enrolamento, volta
Cold ..... Frio
Cold cranking ampere rating .. Regulação de amperagem de arranque a frio
Commutador ..... Coletor elétrico
Compacted cubic yard ..... Jardas cúbicas de material compactado
Compactor ..... Compactador
Compression ..... Compressão
Comsumption ..... Consumo
Cone bearing ..... Rolamento cônico
Connected ..... Ligado
Connecting rod ..... Biela
Connecting rod bearing ..... Capa da biela
Connecting rod bolt ..... Parafuso da biela
Connecting rod pin ..... Cavilhão da biela
Console ..... Consola
Console mounted ..... Montado na consola
Constant mesh gear ..... Carreto de engrenagem constante
Container ..... Recipiente
Control ..... Comando
Control lever ..... Alavanca de comando
Conventional battery ..... Bateria convencional
Conversion group ..... Grupo de conversão
Conveyor ..... Transportador

Coolant ..... Solução de arrefecimento
Coolant temperature switch .. Sensor de temperatura da água do motor
Cooler by pass valve ..... Válvula de derivação do arrefecedor
Cooling system ..... Sistema de arrefecimento
Copper ..... Cobre
Core ..... Centro, núcleo, ninho
Cork ..... Cortiça
Corner ..... Canto
Corner guard system ..... Sistema de protecção dos cantos
Corrosion ..... Corrosão
Corrugation ..... Ondulação
Cotter pin ..... Troço
Counterbore ..... Furo rebaixado
Counterclockwise ..... Sentido contrário ao dos ponteiros do relógio
Counterweight ..... Contrapeso
Counterweight frame ..... Suporte do contrapeso
Coupler ..... Engate
Coupling ..... Acoplamento
Cover ..... Tampa
Crack ..... Fenda
Cranckshaft ..... Cambota
Crane ..... Grua
Crankcase guard ..... Resguardo do cárter do motor
Cross shaft ..... Veio transversal
Crowbar ..... Alavanca, pé de cabra
Crowding the bank ..... Desmonte de bancada
Cubic foot ..... Pé cúbico
Cubic inch ..... Polegada cúbica
Cubic yard ..... Jarda cúbica
Curved edge ..... Lâmina curva
Cutting edge ..... Lâmina de corte
Cylinder ..... Cilindro
Cylinder block ..... Bloco do motor
Cylinder head ..... Cabeça do motor
Cylinder liner ..... Camisa do cilindro
Cylindrical roller bearing ..... Rolamento de rolos cilíndricos

D

Damage ..... Danos, estragos

Dash panel ..... Painel de instrumentos
Decrease ..... Decréscimo
Deep digging arrangement .... Escarificador para profundidades
Defroster ..... Descongelador
Degree ..... Grau
Deposit ..... Depósito
Device ..... Dispositivo
Diagonal ..... Diagonal
Diagonal brace ..... Braço diagonal
Diagram ..... Diagrama
Diesel fuel ..... Gasóleo
Differential ..... Diferencial
Differential drive gear ..... Carreto mandante do diferencial
Ding ..... Mossa
Dipstick ..... Vareta de nível
Direct drive gear ..... Transmissão direta
Direct expense ..... Despesas diretas
Direction speed link ..... Tirante de sentido e velocidade
Directional signal ..... Pisca-pisca ou sinalizador
Dirt ..... Sujidade, impureza
Disassemble ..... Desmontar
Disconnect ..... Desligar
Disconnect swicth ..... Interruptor geral
Domed ..... Abaulado
Double flange ..... Flange dupla
Double flange roller ..... Rolete de aba dupla
Double grouser shoe ..... Sapata de duas garras
Double reduction ..... Redução dupla
Double tapered roller bearing Rolamento duplo de rolos cônicos
Dowel ..... Cavilha de guia
Drain ..... Dreno
Drawback ..... Desvantagem, prejuízo
Drawbar ..... Barra de tração
Drawing ..... Desenho
Drive axle ..... Eixo motor, eixo de tração
Drive pinion ..... Pinhão de acionamento
Drive train ..... Transmissão
Drive whell ..... Roda motora ou de tração
Drop snoot tip ..... Luva descaída
Drum ..... Tambor

Dump body ..... Caixa basculante
Dump height ..... Altura de descarga
Duo cone seal ..... Vedante tipo cone duplo
Durability ..... Vida útil
Dust guard ..... Resguardo de pó
Dwell angle ..... Angulo de contato

E

Engine oil pressure switch ..... Sensor da pressão do óleo do motor
Engine rear housing group ..... Grupo de alojamento traseiro do motor
Engine stop relay ..... Relé de paragem do motor
Epicyclic gear ..... Carreto epicicloidal ou planetário
Epoxy ..... Resina
Equalizer bar ..... Barra equalizadora
Equity ..... Passivo
Excavator ..... Escavadora
Exhaust ..... Escape
Exhaust manifold ..... Colector de escape
Exhaust pipe ..... Tubo de escape
Exhaust stack ..... Chaminé de escape
Expert ..... Perito
Extended edge ..... Lâmina prolongada
Extreme service shoe ..... Sapata para trabalhos pesados

F

Failure ..... Avaria
Fan ..... Ventoinha
Fan belt ..... Correia da ventoinha
Fan blast ..... Sopro da ventoinha
Fan blast deflector ..... Defletor do sopro da ventoinha
Fault light ..... Luz avisadora de avaria
Feature ..... Característica
Feeler gauge ..... Apalpa-folgas
Fender ..... Guarda-lamas
Fiberglass ..... Fibra de vidro
File ..... Lima
Fill ..... Aterro
Fill material ..... Material de aterro
Filler ..... Enchimento
Filler cap ..... Tampão de enchimento

Filler lube ..... Bocais de enchimento
Filler spout ..... Gargalo de enchimento
Filter ..... Filtro
Filter by pass valve ..... Válvula de derivação do filtro
Filter element ..... Elemento do filtro
Fin ..... Lâmina, palheta
Final drive ..... Transmissão final
Final drive case ..... Caixa da transmissão final
Final drive gear ..... Cremalheira da transmissão final
Final drive pinion ..... Pinhão da transmissão final
Fire extinguisher ..... Extintor de incêndio
Fitter ..... Montador mecânico
Fitting ..... Adaptador, copo de lubrificação
Flat ..... Plano
Flat edge ..... Lâmina plana
Flat rate ..... Trabalho tabelado
Flat screwdrive ..... Chave de fendas
Flat shoe ..... Sapata lisa
Flaw ..... Defeiro
Fleet ..... Frota
Flexplate ..... Prato flexível
Float down ..... Baixa para a posição de flutuação
Flood light ..... Projetor
Flush ..... Jato de ar ou água
Flywheel ..... Volante do motor
Flywheel horsepower ..... Potência do volante
Forged ..... Aço forjado
Forged end bit ..... Canto em aço forjado
Fork ..... Garfo
Fork carriage ..... Carro porta garfos
Fork lift truck ..... Empilhador
Forward ..... Para a frente
Forward clutch pack ..... Conjunto de embraiagens de marcha à frente
Forward reverse lever ..... Alavanca inversora de marcha
Fouling ..... Contaminação, depósito de carvão
Frame ..... Chassis
Fray ..... Desfiar ou puir
Front light ..... Farol dianteiro
Front shovel ..... Escavadora frontal
Fuel ..... Combustível

Fuel filter ..... Filtro de combustível
Fuel filter element ..... Elemento do filtro de combustível
Fuel injection ..... Injeção de combustível
Fuel injection pump ..... Bomba de injeção de combustível
Fuel level switch ..... Sensor do nível de combustível
Fuel manifold ..... Coletor de combustível
Fuel pressure switch ..... Sensor de pressão de combustível
Fuel rack ..... Cremalheira de combustível
Fuel shut off solenoid ..... Solenóide de corte de combustível
Fuel system ..... Sistema de combustível
Fuel tank ..... Tanque de combustível
Fuel transfer pump ..... Bomba de transferência de combustível
Full complement needle bearing Rolamento de agulhas sem separador
Full flow oil filtration ..... Filtragem total do fluxo do óleo
Full turn tipping load ..... Carga estática de tombamento na arti. total

G

Gadget ..... Dispositivo mecânico
Gallon ..... Galão
Gantry ..... Cavalete de amarração dos cabos
Gasket ..... Junta
Gauge ..... Instrumento de medição
Gear ..... Carreto
Gearbox ..... Caixa de velocidades
General purpose bucket ..... Balde para trabalhos gerais
Generator ..... Dínamo
Glow plug ..... Vela de incandescência
Goggles ..... Óculos de proteção
Governor ..... Regulador
Gradeability ..... Capacidade de rampa
Gravel ..... Cascalho, saibre
Grease gun ..... Bomba de lubrificação
Grid ..... Grelha
Grip ..... Prisão, cabo, pega
Grommet ..... Olhal
Groove ..... Ranhura
Grouser ..... Garra
Guard ..... Resguardo
Guiding guard wear strip ..... Barra de desgaste do resguardo guia
Gusset ..... Cantoneira

H

Hacksaw ..... Serrote de ferro
Hammer ..... Martelo
Hand rail ..... Corrimão
Hand saw ..... Serrote
Hard bank excavation ..... Escavação em bancada
Hardness ..... Dureza, têmpera
Hasp ..... Patilha articulada com olhal para cadeado
Head ..... Cabeça
Head and tail light ..... Farol e farolim traseiro
Head gascket ..... Junta da cabeça
Heaped capacity ..... Capacidade amontoada ou coroada
Heat treatment ..... Tratamento térmico
Heater ..... Calorífero
Heave ..... Deslocamento das camadas do solo
Heavy ..... Pesado
Heavy-duty radiator guard .... Resguardo do radiador para trabalhos pesados
Heel ..... Talão da lâmina
Helical transfer gear ..... Carreto de transferência helicoidal
Hex wrench (allen wrench) ... Chave sextavada para interiores
Hidraulic fluid ..... Fluido hidráulico
Hinge ..... Dobradiça
Hinge type ripper ..... Escarificador radial
Hit ..... Pancada, golfe, bater
Hitch ..... Articulação do chassis
Hoist ..... Grua, guindaste
Hook ..... Gancho
Hook block ..... Cadernal ou moitão
Hopper ..... Tremonha
Horn ..... Buzina
Horsepower ..... Potência em HP
Hose ..... Mangueira
Hose assembly ..... Mangueira com boquilhas
Housing ..... Alojamento
Hub ..... Cubo
Hub assembly ..... Cubo
Hub os final drive ..... Cubo da transmissão final
Hull ..... Casco do navio
Hydaulic excavator ..... Escavadora hidráulica

Hydraulic adjuster ..... Esticador hidráulico
Hydraulic cicle time ..... Tempo de ciclo hidráulico
Hydraulic filter ..... Filtro hidráulico
Hydraulic oil temperature switch Sensor da temperatura do óleo hidráulico
Hydraulic power control unit .. Unidade da transmissão hidrostática
Hydraulic pump ..... Bomba do hidráulico
Hydraulic tank ..... Tanque do hidráulico
Hydraulically boosted ..... Assistido hidraulicamente

I

Idler ..... Roda de guia, carreto interno
Idler pinion ..... Pinhão intermediário
Ignition ..... Ignição
Impact ..... Choque
Impact wrench ..... Ferramenta pneumática
Impeller ..... Impulsor
In bulk ..... A granel, em grande quantidade
Inch ..... Polegada
Increase ..... Aumento
Inhibitor ..... Anticorrosivo
Injection nozzle ..... Bico injetor
Injection pump ..... Bomba injetora
Injection valve ..... Válvula de injeção
Inlet piping ..... Tubo de admissão
Inner core ..... Anel interior
Inner flange ..... Aba interior
Inner race ..... Anel interior
Input ..... Entrada
Input shaft ..... Veio de entrada
Installment ..... Pagamentos parciais
Intake ..... Admissão
Intake manifold ..... Coletor de admissão
Intake-exhaust system ..... Sistema de admissão e escape
Iron ..... Ferro

J

Jack ..... Macaco, tomada elétrica
Joint ..... Articulação

K

Keel ..... Quilha
Kick-out ..... Disparador do balde
Kit ..... Jogo
Knurled ..... Recartilhado
Kort nozzle ..... Tubeira de hélice

L

Laden ..... Carregado
Large ripper shank ..... Dente do escarificador grande sem luva
Large ripper tip ..... Luva de escarificador grande
Leaf spring ..... Mola de folhas
Leakage ..... Varamento
Leasehold improvement ..... Benfeitorias
Leather ..... Couro
Led-light emitting diode ..... Diodo emissor de luz
Lenght ..... Comprimento
Level cut edge ..... Lâmina para corte direito
Lever ..... Alavanca
Liability ..... Exigível
Lift ..... Levantar
Lift arm ..... Braço de levantamento
Lift chain ..... Corrente de elevação
Lift cylinder ..... Cilindro de elevação
Lift hook ..... Gancho de elevação
Lift truck ..... Empilhador
Lifter spring ..... Mola de tucho
Light bracket ..... Suporte do farol
Lighting system ..... Sistema de iluminação
Limestone ..... Pedra calcária
Liner ..... Camisa
Link ..... Tirante
Link relief ..... Caixa para os elos
Lip type seal ..... Vedante de lábio
Load and carry ..... Carregar e andar
Load and carry lever ..... Carregar e andar em plano
Load and carry uphill ..... Carregar e andar em subida
Loader ..... Carregadora
Loader bucket ..... Balde das carregadoras
Loam ..... Barro, argila

Loan ..... Empréstimo
Lock ..... Freio
Lock tab ..... Pastilha de fixação
Locking pin ..... Cavilha de fixação
Lockwasher ..... Anilha de mola
Loose cubic yard ..... Jarda cúbica de material solto
Louver ..... Persiana
Lp gas ..... Gás de petróleo liquefeito
Lube ..... Lubrificação
Lube fitting ..... Copo de lubrificação
Lubrification system ..... Sistema de lubrificação
Lugging ability ..... Capacidade de sobrecarga

M

Machine screw ..... Parafuso com fenda
Machined ..... Trabalhado à máquina
Main bearing ..... Bronzes de apoio da cambota
Main control valve ..... Válvula principal de comando
Main hydaulic pump ..... Bomba hidráulica principal
Main lubrification system ..... Sistema principal de lubrificação
Main power relay ..... Relê principal
Main spring ..... Mola principal
Main timing system ..... Sistema principal de distribuição
Maintenance free battery ..... Bateria sem manutenção
Maintenance item ..... Peça de consumo corrente
Marine ..... Marítimo
Marine gear ..... Caixa redutora marítima
Mark-up ..... Margem sobre o preço de custo
Master bushing ..... Casquilho de ligação
Master pin ..... Cavilha principal
Maturity ..... Data de vencimento
Measure ..... Medir
Melting point ..... Ponto de fusão
Mesh ..... Engrenar
Metal backed seal ..... Metal do anel metálico
Metal ring ..... Anel de metal
Metal shear ..... Tesoura de chapa
Micrometer ..... Micrômetro
Mitered exhaust stack ..... Chaminé de escape
Moldboard end bit ..... Canto de reforço da lâmina

Motor grader ..... Motoniveladora
Muffler ..... Silencioso
Multi shank arrangement ..... Escarificador de dentes múltiplos

N

Nail ..... Prego
Nderspeed cut in adjust valve .. Válvula de afinação do arranque da válvula
Needle ..... Agulha
Needle nearing ..... Rolamento de agulhas
Nick ..... Mossa
Nickel ..... Níquel
Nitrogen ..... Nitrogênio
Notched ..... Entalhado, dentado
Nozzle ..... Bico injetor
Nut ..... Porca
Nut seal ..... Alojamento da porca

O

O´ring seal ..... Vedante em anel
Odometer ..... Indicador da distância
Off highway truck ..... Caminhão de estaleiro
Offset ..... Sapata descentrada
Oil cooler ..... Arrefecedor de óleo
Oil filter ..... Filtro de óleo
Oil line ..... Tubo de óleo
Oil pan ..... Cárter
Oil pan gasket ..... Junta do cárter do motor
Oil pump ..... Bomba de óleo
Oil type cluch ..... Embraigem em banho de óleo
On the go ..... Com a máquina em marcha
On the go shifting ..... Mud. veloc. e sentido de marcha sem paragem
On/off key switch ..... Interruptor principal
One lever transmission ..... Comando da transmissão por meio de uma só alavanca
One piece edge ..... Lâmina inteira
Open account receivable ..... Pagamentos em conta corrente
Open end wrench ..... Chave de boca
Operate vent spool ..... Válvula de operação
Operating ..... Operando
Operating weight ..... Peso em ordem de trabalho
Operator panel ..... Painel das luzes avisadoras

Ore ..... Minério
Oscillating undercarriage ..... Carros de roletos oscilantes
Ousing of fuel injection pump . Alojamento da bomba injetora
Out of round ..... Descentrado
Outboard ..... Montagem periférica
Outer cup ..... Anel exterior
Outer drum ..... Tambor exterior
Outer flange ..... Aba exterior
Outer race ..... Anel exterior
Outlet ..... Saída
Outline ..... Contorno
Output ..... Saída, rendimento, débito
Output side ..... Lado de saída
Overburden ..... Sobrecarregar
Overcharging ..... Sobrecarga
Overhaul ..... Revisão geral
Overhead ..... Suspenso, em cima da cabeça
Overlay ..... Canto sobreposto
Overlay and bit ..... Canto sobreposto
Overload ..... Sobrecarga
Override valve ..... Válvula de corte
Overspeed valve ..... Válvula de sobre velocidade
Overstrain ..... Esforço excessivo
Overstress ..... Forçar, sobrecarregar
Ower flow in forward direction Atividade dos componentes em marcha à frente
Owner equity ..... Capital próprio

P

Pan ..... Cárter do motor
Parallelogram linkage ..... Articulação em paralelograma
Parking brake ..... Travão de estacionamento
Parking brake band ..... Cinta do travão de estacionamento
Parking brake on switch ..... Sensor do travão de estacionamento
Payload ..... Carga útil
Pcv valve ..... Válvula de controlo de poluição
Pebble ..... Cascalho, seixo, calhau
Peen hammer ..... Martelo de penas
Pendant ..... Cabos de suspensão de lança
Phototach ..... Conta-rotação com célula fotoeléctrica
Pilot overspeed valve ..... Válvula piloto e válvula de sobre velocidade

Pilot pressure check valve ..... Válvula de retenção da pressão piloto
Pilot valve link ..... Tirante da válvula piloto
Pin ..... Cavilha
Pin bore ..... Furo para a cavilha
Pin boss ..... Castanha do elo
Pinion ..... Pinhão
Pipe ..... Chave de tubos
Pipelayers ..... Assentadores de tubos
Piston ..... Êmbolo
Piston boss ..... Castanha do êmbolo
Piston pin ..... Cavilha do êmbolo
Piston ring ..... Segmentos do êmbolo
Pitting ..... Corrosão
Plain washer ..... Anilha de chapa
Planetary ..... Transmissão final planetária
Plastic hammer ..... Martelo de plástico
Plate ..... Chapa
Play ..... Jogo
Plier ..... Alicate
Plogging ..... Obstrução, travagem elétrica
Plug ..... Bujão
Polyurethane ..... Poliuretano
Pound ..... Libra (454 gramas)
Power ..... Força
Power flow in reversedirection Atividade dos componentes em marcha atrás
Power output ..... Rendimento de potência
Power train ..... Orgãos de transmissão de força
Powershift ..... Servocomandada
Powershift transmission ..... Transmissão servocomandada
Precleaner ..... Pré-filtro
Precombustion ..... Câmara de pré-combustão
Preload ..... Pré carga
Press ..... Prensa
Pressure ..... Pressão
Pressure gauge ..... Manômetro
Primary element ..... Elemento principal
Primary fuel filter ..... Filtro primário de combustível
Priming pump ..... Bomba de ferra
Propeller ..... Hélice, propulsor
Protruding ..... Saliente

Pryout force ..... Força de arranque
Puck ..... Pastilha de travões de disco
Pull ..... Puxar
Pump ..... Bomba
Pump control ..... Comando da bomba
Push ..... Empurrar
Push loading ..... Empuxe ou empurre de motorscraper
Putty knife ..... Espátula

Q

Quarry ..... Pedreira, mina
Quart ..... Quarta parte
Quench ..... Resfriar repentinamente, extinguir
Quinck response valve ..... Válvula de resposta rápida

R

Rack ..... Cremalheira
Radial load ..... Carga radial
Radial-thrust valve ..... Carga radial-axial
Radiator ..... Radiador
Radiator core ..... Ninho do radiador
Radiator core protection grid . Grelha de proteção do ninho do radiador
Radiator tap ..... Tampão de radiador
Rag ..... Pano de limpeza
Rail ..... Piso do elo
Rain cap ..... Guarda-chuva
Rated ..... Calibrado
Ratio ..... Relação
Reach ..... Alcançe
Rear ..... Atrás
Rear axle ..... Eixo traseiro
Rear frame ..... Chassis traseiro
Rear mounted engine ..... Motor de montagem traseira
Rear screen ..... Rede de proteção traseira
Rear view mirror ..... Espelho retrovisor
Rear wheel ..... Roda traseira
Rebuilt ..... Recondicionar
Receivable ..... Crédito a clientes - realizável
Recoil spring ..... Mola recuperadora
Reduction ..... Carreto redutor de velocidade

Release ..... Soltar
Release piston ..... Êmbolo de desengate
Reliability ..... Fiabilidade
Relief valve ..... Válvula reguladora de pressão
Remote ..... Remoto
Remote control ..... Comando à distância
Replacement ..... Substituição
Reserve capacity rating ..... Capacidade de reserva
Reset ..... Posição de reajuste ou de rearmar
Resiliently mounted engine ... Motor montado sobre apoios elásticos
Retail ..... Venda a retalho
Retainer ..... Anilha de retenção
Retarder ..... Retardador
Return block ..... Cadernal ou moitão
Reverse blocker ..... Batente
Reverse clutch pack ..... Grupo de embraiagens de marcha atrás
Reversible bolt on cuttingedge Lâmina de corte reversível aparafusada
Reversible overlay ..... Canto sobreposto reversível
Revolution ..... Rotação
Rim ..... Aro
Rimpull ..... Tração das jantes
Ring groove ..... Caixa de segmentos
Ring pin ..... Cavilha de anel
Ripper ..... Escarificador
Ripper cylinder ..... Cilindro do escarificador
Rivet ..... Rebite
Rocket arm ..... Balanceiro ou balacim
Rod ..... Haste
Rod bearing ..... Capa da biela
Rolled ..... Laminado
Rolled end bit ..... Canto de aço laminado
Roller ..... Rolete
Roller bearing ..... Rolamento de rolos
Roller shell ..... Carcaça do rolete
Rolling element ..... Elemento rolante
Rollover protection structure . Estrutura de proteção contra o capotamento
Rope ..... Cabo
Rops ..... Estrutura de protecção contra o capotamento
Rotary beacon ..... Lâmpada bailarina
Rotating warning light ..... Farol rotativo de alarme

Rotative morion ..... Movimento rotativo
Rotochamber ..... Câmara pneumática
Round engaging tool ..... Ferramentas de penetração do solo
Router bit ..... Canto de guia
Rpm ..... Rotações por minuto
Rubber ..... Borracha
Rubber disc ..... Discos de borracha
Rubber ring ..... Anel de borracha
Rule ..... Régua
Run ..... Funcionamento

S

Safety equipment ..... Filtro de segurança
Scale ..... Escala ou balança
Scarifier shank ..... Dente de escarificador sem luva
Scarifier tip ..... Luva de escarificador

T

Tag link ..... Tirante de travamento da bulldozer
Tail light ..... Farol traseiro
Tandem drive ..... Transmissão em tandem
Tank ..... Depósito
Tap ..... Macho ou tomada de ensaio de pressão

U

U joint ..... Junta universal
U tube ..... Tubo em U
Undercarriage ..... Material rodante
Undercharging ..... Carga abaixo do normal
Underspeed override valve ... Válvula de corte de baixa velocidade
Underspeed valve ..... Válvula de baixa velocidade
Universal joint ..... Junta universal, cardan
Upkeep ..... Conservação, manutenção
Upstream pressure ..... Pressão ascendente do ventor

V

V type edge ..... Lâmina em tipo V
V groove ..... Caixa em V
Valve ..... Válvula
Valve body ..... Corpo das válvulas

Valve cover ..... Tampa das válvulas

W

Warning ..... Aviso
Warning horn ..... Buzina
Warning light ..... Luz avisadora
Washer ..... Anilha
Water director ..... Encaminhador de água
Water manifold ..... Coletor de água
Water pump ..... Bomba de água
Wear ..... Desgaste

Y

Yoke ..... Garfo, cruzeta, forquilha
Yokeshaft ..... Veio da forquilha

Z

Z bar linkage ..... Dispositivo de basculamento do balde em Z

23 – RELAÇÕES INTERPESSOAIS

Nesse capítulo, veremos os aspectos mais importantes para as relações interpessoais, com ênfase no contexto profissional. Abordaremos importantes questões como: comunicação, motivação, trabalho em equipe, postura profissional, *marketing* interpessoal, criatividade, cidadania, ética no trabalho e cooperação.

COMUNICAÇÃO

Toda e qualquer ação de comunicação no ambiente de trabalho causa impacto nos resultados do negócio. Assim, a comunicação deve ser vista como ferramenta estratégica para alcance dos resultados. A comunicação incentiva o comprometimento dos colaboradores, melhorando o relacionamento entre os pares e desses com as lideranças.

A COMUNICAÇÃO NAS EMPRESAS

Com a integração eletrônica mundial, todos estão conectados com tudo e todos, para o bem ou para o mal, sem restrições.

As empresas têm hoje infinitos recursos de comunicação como murais, reuniões, assembléias, apresentações, jornais internos, boletins eletrônicos, *websites*, intranets, celulares, *e-mails*, *handhelds*.

ALGUNS CANAIS QUE ATRAPALHAM A COMUNICAÇÃO

INFORMALIDADE: o resultado é o estímulo às panelinhas e à "rádio peão". Para acabar com essa situação, deve-se criar um espaço onde as pessoas possam expor seus pontos de vista, incluir tópicos ou trazer colaborações. Se não for criada uma cultura estruturada de troca, em que a postura de diálogo parta da liderança, corre-se o risco de incentivar agendas paralelas.

IMITAÇÃO: **n**em sempre as práticas de gestão adotadas pela maioria das empresas são aplicáveis no dia-a-dia das organizações.

FALTA DE CLAREZA: muitas mudanças prejudicam a percepção dos novos objetivos das empresas. Como resultado, elas perdem a identidade ou não conseguem consolidar seu perfil.

INDEFINIÇÃO DE PAPÉIS: o acúmulo de funções gerado pelas reestruturações e cortes aumenta as atribuições e responsabilidades. Essas múltiplas tarefas têm que ser muito bem gerenciadas, pois podem acabar gerando trabalho duplicado, significando investir dois recursos para o mesmo resultado.

DISCURSO X PRÁTICA: no processo de integração de um colaborador, grande parte do que se aprende vem da imitação do comportamento dos colegas. Alguns companheiros dão dicas, outros apontam atalhos, e quase sempre o que é determinado pelo grupo torna-se verdade.

FALTA DE COMPROMETIMENTO: o comprometimento não acontece naturalmente. Para obter o compromisso dos colaboradores é necessária a participação real das pessoas envolvidas. Elas precisam construir uma parceria, fazer realmente parte daquilo que produzem. Muitas vezes os colaboradores não se envolvem por não ter clareza das razões pelas quais realizam sua parte no trabalho.

Fluxos de comunicação

Uma empresa possui três fluxos que se movem em duas direções: o fluxo descendente, o fluxo ascendente e o fluxo lateral, os dois primeiros na direção vertical e o último ocorrendo horizontalmente.

O volume da comunicação, o tipo de comunicação e a direção da comunicação constituem o centro de processamento da eficiência organizacional. Por exemplo: muita informação (quantidade), instrumental técnico (tipo) descendo para os níveis inferiores (direção descendente) sem muito retorno (direção ascendente) gera distorções e freqüentemente cria problemas de engajamento.

- Fluxo de comunicação descendente: seguindo os padrões das posições hierárquicas, responde pelo encaminhamento das mensagens que saem do "top" decisório e descem até as bases. Instruções diretivas, procedimentos e práticas organizacionais sobre metas são alguns tipos de mensagens desse fluxo, cujo objetivo é assegurar o desempenho correto de cada papel em todas as posições na empresa. Os problemas mais comuns encontrados nesse fluxo dizem respeito à falhas na retro informação do "top" para as bases sobre o desempenho das pessoas.

- Fluxo de comunicação ascendente: é responsável pelo encaminhamento aos níveis superiores da empresa de informações funcionais e operativas que saem das bases, com resultados dos anseios, expectativas e sugestões. Essas informações são utilizadas para finalidade de controle, razão pela qual passam por muitas restrições.

- Fluxo horizontal (comunicação horizontal): além de permitir grande entrosamento nos grupos de pares de mesmo nível funcional, contribui para o aperfeiçoamento da coordenação. Nas empresas mais autoritárias e hierarquizadas, percebe-se uma

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

tendência para manter a informação como propriedade secreta de alguns grupos, que, evidentemente, utilizam essa propriedade para controlar os subordinados.

Qualquer planejamento em comunicação deve levar em consideração as demandas e características dos três fluxos, de modo a permitir vazão nas áreas e limpeza nos canais formais.

Duas redes de comunicação permeiam a empresa: a rede formal e a informal.

A rede formal comporta todas as manifestações oficialmente enquadradas na estrutura da empresa.

A rede informal abriga as manifestações espontâneas da coletividade, incluindo a famosa rede de boatos ("rádio peão").

A criação de climas sociais (*happy hour* às sextas-feiras, por exemplo) pode ajudar determinados grupos hierárquicos a abrir a estrutura formal da empresas.

Planejamento das ações de comunicação

Toda vez que você pensar em uma ação de comunicação, lembre-se de planejá-la. Invista, nem que seja um minuto, em refletir sobre o que pretende comunicar, quais são seus objetivos e que resultados você espera. Aqui vão algumas dicas para dar suporte a um bom planejamento:

LINGUAGEM HOMOGÊNEA: Empregue uma linguagem comum a todos os interlocutores para disseminar as informações na empresa. Para isso, é importante buscar a simplicidade – que não deve ser confundida com linguagem simplória.

COMPROMETIMENTO: Equipes que trabalham sem barreiras para se comunicar tendem a estar mais comprometidas.

RETENÇÃO DO ESSENCIAL: Clareza e objetividade garantem que todos conseguirão assimilar aquilo que é realmente importante na comunicação.

Posturas

O processo comunicacional ocorre efetivamente quando se percebe de forma mais clara quem é o nosso interlocutor e como ele se comporta. Segue uma breve descrição de tipos de postura comuns em ambientes de trabalho:

Interativa

- Busca ativa de sintonia com o parceiro

- Pró-atividade em estabelecer contato

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Transparente

- Clareza e precisão na troca de informação

- Eliminação de pressupostos

Democrática

- Estimulo à participação e ao consenso
- Busca do comprometimento

Focada

- Orientação para resultados

- Priorização do relevante

Sobre as diferenças entre as pessoas: outro método de avaliação

Essa é uma questão que motiva filósofos e pensadores desde a Antigüidade: por que duas pessoas vêem de modo tão diferente as mesmas coisas?

Modernamente vem ganhando aceitação a classificação das pessoas por tipos psicológicos proposta pelo médico suíço Carl Gustav Jung, que observou quatro tipos fundamentais de pessoas, as quais denominou:

Tipo Pensamento São pessoas que lidam bem com fatos e números.

Tipo Intuição São pessoas criativas e que tratam com idéias.

Tipo Sensação São pessoas centradas na ação.

Tipo Sentimento São pessoas governadas pelos sentimentos e pelas emoções.

De acordo com Jung, todos os indivíduos têm esses quatro "tipos", embora em graus diferenciados. Aquele tipo que predomina em nós define o nosso *tipo principal* ou função superior. É óbvio que, além do tipo, a psicologia individual afeta a maneira pela qual a pessoa se comunica. Entretanto, se você conseguir avaliar o tipo principal de personalidade do seu interlocutor, você pode preparar a mensagem de acordo e garantir uma melhor comunicação.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Caracterização dos estilos de comunicação

Enfoque básico	Pensamento	Sensação	Sentimento	Intuição
	Procedimento lógico	Compromisso	Relacionamento Pessoal	Idéias
Estilo	**Administrador**	**Produtor**	**Integrador**	**Empreendedor**
Motivação	• Organizar e normatizar • Possibilidade de controlar • Lidar com problemas complexos	•Ações rápidas •Resultados imediatos • Estar no comando • Competição	•Oportunidade de negociar •Conquistar as pessoas •Clima amistoso	•Soluções inusitadas •Novidades •Aceitação
Características Produtivas	•Persistente • Parcimonioso • Disciplinado • Eficiente •Cuidadoso • Econômico • Paciente • Exigente	• Assume riscos • Entusiasta • Batalhador • Objetivo • Pragmático • Exigente	•Diplomático •Negociador •Agregador • Entusiasta •Bom ouvinte •Conciliador •Comunicativo •Informal	•Criativo •Inovador •Idealista •Receptivo •Curioso •Sensível •Percepção aguçada
Características Negativas	• Perfeccionista • Detalhista • Inflexível • Teimoso • Conservador	• Arrogante • Impulsivo • Impaciente • Pressionador • Volúvel • Mal perdedor	•Evasivo •Superficial •Prolixo •Omisso •Hesitante	•Irrealista •Fantasioso •Pouco prático •Instável •Melindroso •Distraído •Individualista
Reações sob tensão	• Não abre o jogo • Prende-se às normas • Excesso de cautela • Decisões demoradas	• Ameaça • Imposições • Tenta dominar • Explora	•Evita confronto •Deprime-se •Transige/ cede •Apega-se ao informal	•Adia decisões •Foge do campo tenso •Assume encargos excessivos
Deve desen-volver	• Senso de improvisação, decisões rápidas, assumir riscos, delegar, expor-se.	• Centralização • Serenidade, humildade, paciência, ouvir os outros, auto-disciplina, resistência a frustrações.	•Objetividade, resistência a pressões, focalizar resultados, discordar e criticar.	•Objetividade, senso prático, trabalhar em equipe, autodisciplina, terminar o que começa.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Tipo Pensamento

- Eles podem ser encontrados em todos os locais da empresa e se especializam em pensamentos analíticos;
- Eles gostam de ordem, porém são acusados de pensamentos e informações desorganizadas;
- Frequentemente tidos como "guardiões e regulamentadores", seu apoio dá respeitabilidade e reveste de segurança os conceitos;
- Com os tipos "pensamento" utilize argumentos sustentados por dados e valores mensuráveis;
- Eles são cuidadosos e atraídos por argumentos lógicos e racionais.

Tipo Intuição

- Eles podem ser instintivos e intolerantes a "massas de dados"
- Eles apreciam que lhes apresentem problemas e lhes deixem trabalhar sobre eles
- Eles frequentemente dão sugestões de vanguarda e necessitam de suporte das pessoas que são boas em colocar as coisas em ação
- Inovação é seu forte, mas eles podem ser péssimos em ter que descer aos detalhes.
- Com os tipos "intuição", é vital o controle do tempo para se comunicar.
- Esteja certo de que eles estão "ligados"

Tipo Sensação

- Eles são orientados a recursos e trabalho;
- Eles são membros úteis de qualquer time, embora, algumas vezes, inclinados a colocar os planos em ação antes que eles estejam devidamente concluídos;
- Tendem a ser mais interessados no "como" do que no "por que", mas estão freqüentemente automotivados;
- Com esses tipos, pode-se, freqüentemente, ir direto ao assunto. Eles estão quase sempre prontos para por a "mão na massa".

Tipo Sentimento

- Tendem a estar preocupados com a saúde da organização e a gravitar em torno do tema "recursos humanos";

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

- Questões de imagem, reputação, ambiente e ética têm mais aceitação por eles do que *turn-over* e lucros;
- Eles freqüentemente oferecem valores alternativos e julgamentos interessantes para equilibrar uma proposição puramente comercial;
- Com os tipos "sentimento", fale em termos de valores e significação das questões.

COMO TORNAR A COMUNICAÇÃO MAIS EFICIENTE

Sintonizar-se com o receptor

O primeiro cuidado a ser tomado numa comunicação consiste em procurar saber com quem se fala, devido às diferenças existentes: formação profissional, nível de linguagem, conhecimentos e interesses das partes (receptor e emissor).

A sugestão é que o emissor, antes de iniciar a comunicação, procure saber:

- Quais são os conhecimentos do receptor em relação ao assunto a ser abordado?
- Qual o seu nível de linguagem?
- Qual o seu grau de interesse?

Saber ouvir

A qualidade da comunicação tem uma relação direta com a atitude de ouvir, que não é espontânea nem fácil. Escutar é um processo neurofisiológico, independe da vontade. Ouvir implica um processo intelectual que integra dados físicos, emocionais e intelectuais na busca de significados e de compreensão. Significa não se distrair enquanto o interlocutor fala, não avaliar ou interpretar o que está sendo dito e não ficar pensando na resposta a ser dada antes de ouvir tudo o que o outro tem a dizer.

Ouve-se quatro ou cinco vezes mais depressa do que se fala. As pessoas falam provavelmente à razão de 90 a 120 palavras por minuto e ouvem à razão de 450 a 600 palavras por minuto. Há, portanto, um tempo diferencial entre a velocidade do pensamento para poder pensar, refletir sobre o conteúdo e buscar o seu significado. É preciso, portanto, ter disposição para ouvir.

O bom ouvinte tira proveito da rapidez do pensamento e reflete sobre o que está ouvindo sem interromper quem fala.

O mau ouvinte torna-se logo impaciente, desatento, prejudicando a conversa; interrompe com freqüência o diálogo.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Há um ditado popular que nos diz: "A natureza nos deu dois ouvidos e uma boca". Isso significa que devemos falar, menos e ouvir mais. Portanto:

- Concentre-se na conversa para poder ouvir. Mantenha a atenção e foco;

- É preciso "ouvir na entrelinhas", isto é, prestar atenção no tom e volume de voz, expressões faciais, gestos, considerar o contexto, etc.

Provocar realimentação ou retro-informação (*feedback*)

O *feedback* é muito importante no processo de comunicação, pois indica o nível de compreensão que o receptor teve da mensagem recebida.

Exprimir-se

Existem alguns cuidados a serem tomados para que uma pessoa possa exprimir o que deseja a outra pessoa:

VOZ: Precisa estar ajustada ao local e ao número de pessoas a quem deseja comunicar-se.

GESTOS: As pessoas não se comunicam apenas pela voz ou pela escrita. Por isso, ao se comunicar para um grupo, convém cuidar também dos gestos, para que a comunicação seja harmoniosa.

SILÊNCIO: Um breve período de silêncio poderá auxiliar o receptor a refletir sobre o que ouviu e exprimir-se, caso ache necessário.

LINGUAGEM: Utilizar termos claros e precisos.

Algumas dicas para facilitar a comunicação interpessoal

• Ouvir atenta e ativamente o outro, lembrando-se que ouvir é mais que escutar;

• Demonstrar respeito e aceitação, mesmo que haja dificuldades entre o emissor e o receptor. É essencial para a comunicação que haja um objetivo comum entre ambos;

• Empatia: colocar-se no lugar do outro (tendência para sentir o que sentiria caso estivesse na situação ou circunstâncias experimentadas ou vividas por outra pessoa).

• Formular boas perguntas: elas ajudam a dar *feedback* ao emissor;

• Centrar-se na comunicação, evitando emitir julgamentos ou juízos precipitados.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Dez razões porque falhamos em nos comunicar

PRÉ-JULGAMENTO: Essa é a tendência de tirar conclusões antecipadas e de achar que o orador, devido à sua aparência ou ao modo como inicia sua fala, realmente nada tem a dizer.

CONCLUSÕES PRECIPITADAS: Nós já decidimos que o material é muito vulgar, muito difícil ou muito "qualquer outra coisa" e desligamos nossa audição e apenas estamos sentados lá.

SUPOSIÇÃO: Nós supomos que as outras pessoas pensam, sentem e falam da mesma maneira que nós.

MENTE FECHADA: Quando se supõe que a resposta já é conhecida ou que se o que o orador irá dizer, a mente se fecha para ouvir eficazmente.

FALTA DE ATENÇÃO: A maioria das pessoas fala a uma velocidade de 125 palavras por minuto, enquanto a maioria de nós ouve ou pensa entre 500 a 1000 palavras por minuto. Nós utilizamos "o tempo de sobra" para pensar em outras coisas.

OUVIR O QUE DESEJAMOS: Nós ouvimos o que queremos ouvir e interpretamos como melhor se ajusta aos nossos desejos ou necessidades.

SIGNIFICADOS DIFERENTES: As palavras nem sempre têm o mesmo significado para pessoas diferentes.

FALAR MUITO: É difícil aprender alguma coisa quando é só você que fala.

FALTA DE EMPATIA: Não conseguimos ver as coisas do ponto de vista de outras pessoas.

TEMOR: A outra pessoa pode estar certa e nós podemos estar errados.

Mais alguns erros de comunicação

- O hábito de interromper ou falar ao mesmo tempo que a outra pessoa.
- A preocupação de mostrar que se tem cultura.
- A vontade de querer dominar a conversa e o assunto.
- A falta de seqüência na conversação.
- O vício de querer fazer graça.
- O espírito de contradição.
- A falta de calma na apresentação dos argumentos.
- Trazer à baila assuntos pessoais em detrimento dos de ordem geral.
- Falar alto demais.
- Falar baixo demais, dificultando a recepção.
- Falar depressa demais a ponto de cansar rapidamente o ouvinte.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

- Falar aos arrancos, num vaivém de palavras.

- Falar fazendo pausas enormes.

- Falar iniciando ou terminando a frase pela palavra NÃO.

- Falar sem fazer pausa, perdendo o fôlego ou tornando incompletas certas palavras por falta de respiração.

- Falar trocando o "L pelo R". Ex: 'framengo', 'fruminense', 'Cráudio'.

- Falar, não terminando as frases ou mutilando as palavras. As idéias ficam sem sentido.

- Falar sem tornar claros os encontros consonantais ou omitindo um de seus componentes. Ex.: 'pograma', 'poblema'.

- Falar sem qualquer modulação na voz, mantendo-se numa só tonalidade (tom monocórdio), produzindo monotonia.

- Falar anasaladamente.

- Falar com voz estridente.

- Falar segurando canetas ou óculos, procurando um derivativo para encobrir a própria intranqüilidade.

- Falar sem saber o que fazer com as mãos.

- Falar usando cacoetes contínuos: piscar continuamente, endireitar a gravata com gesto brusco, roer ou tirar o esmalte da unha com os dentes.

- Falar repetindo redundantemente: 'Entendeu?', 'Né?', 'Compreendeu?' (vícios de linguagem)

- Falar, falar e não conseguir dizer nada.

- Falar cuspindo.

- Falar segurando o paletó ou batendo leve e alternadamente nos braços das pessoas.

- Falar encostando-se próximo ao rosto de quem ouve, forçando-o a dar contínuos passos para trás, enquanto o transmissor continua nessa caminhada pouco agradável.

VALORES E ATITUDES

O traço característico que diferencia o ser humano dos outros animais é sua capacidade de fazer perguntas sobre o mundo que o cerca: filosofar, pesquisar, buscar respostas... O ser humano funda sua própria imagem sobre a realidade em que vive, a partir dos valores que, em cada época, alcança ou consegue abarcar. Das relações entre os homens, surgem os valores em escala e o sentido do que chamamos de Ética.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Normalmente não nos damos conta, mas estamos sempre dentro dos valores. Não existe ação humana que não esteja envolvida numa questão de valor. Toda a ação é dirigida por um valor. Movemo-nos pela falta, por querer despertar atenção, por atribuir importância a algo, por valorizar determinada ação em detrimento de outra. Podemos admitir que valores correspondem à subordinação de ações a parâmetros.

O valor intrínseco de um dado objeto ou bem é totalmente relativo. Do que vale uma mala pesada, cheia de moedas do mais puro ouro, se estamos perdidos há dias num deserto e morrendo de fome e de sede? Mais vale um simples copo d'água...

MOTIVAÇÃO: O SEGREDO DO SUCESSO

Atributo inato do homem, que gera características próprias e individuais em níveis diferentes em cada pessoa, a motivação é um conjunto de fatores psicológicos que impulsiona os seres humanos a agirem de determinada maneira na conquista de objetivos e realização de ideais.

Manifestando-se em qualquer situação da vida, seja no campo pessoal, profissional ou espiritual, ela é estimulada de acordo com as prioridades internas de cada um e depende desse conteúdo particular, durando enquanto a necessidade interior não for suprida.

No âmbito profissional, essa força está relacionada às necessidades de trabalho, de reconhecimento, de crescimento e valorização das habilidades voltadas para a empresa, o que, quando concretizadas, proporciona uma sensação de satisfação e segurança nos indivíduos.

Para o psicólogo Abraham Maslow (1908-1970), "os indivíduos apresentam uma hierarquia de necessidades básicas que precisam ser satisfeitas e que se dividem em fisiológicas, segurança, aceitação social, auto-estima e auto-realização". Segundo Maslow, "essas necessidades estão ligadas entre si numa escala de valores ascendente que, quando satisfeitas, surtem no indivíduo uma grande sensação de bem-estar".

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Mas por que é necessário estar motivado? Segundo teóricos motivacionais, o homem que vive em sociedade precisa e depende de outras pessoas para sobreviver, o que gera nele um conjunto de necessidades. Ou seja, quanto mais motivado estiver o grupo de convívio, planejando caminhos e traçando metas para o desenvolvimento próprio ou da empresa, mais motivadas ficarão as pessoas que trabalham diretamente com esse grupo. Motivação chama motivação.

A realização de uma atividade da qual o profissional gosta é um dos caminhos para esse sucesso interior. Há muito, acreditava-se que trabalho e felicidade eram coisas incompatíveis. Hoje, especialistas no assunto afirmam que quando as pessoas fazem as atividades de que gostam são mais felizes e trabalham mais motivadas, o que resulta em autoconhecimento, melhoria da qualidade de vida e dos serviços e aumento da produtividade.

O ambiente em que vivemos interfere na motivação, pois é através dele que se torna possível satisfazer grandes necessidades. Porém é importante compreender que o desenvolvimento de atitudes positivas, a melhora da auto-estima, autoconhecimento, controle de sentimentos e emoções, o cuidado com o corpo, o desenvolvimento de relacionamentos motivadores, assumir responsabilidades, procurar solucionar problemas, definir prioridades, planejar, atingir metas e objetivos, aceitar desafios, ter iniciativa, ser otimista e estar aberto a mudanças, são grandes passos para uma vida motivada e valorizada que, segundo especialistas, pode ser a chave do sucesso.

TRABALHO EM EQUIPE

Forma especial de organização, que visa, principalmente, à ajuda mútua entre profissionais de uma mesma companhia ou departamento, o trabalho em equipe pode ser descrito como um conjunto ou grupo de pessoas que se dedica a realizar uma tarefa ou um determinado trabalho.

Valorizando cada indivíduo e permitindo que todos façam parte de uma mesma ação, seja no campo escolar, profissional ou, até mesmo, em atividades cotidianas, o Trabalho em Equipe, além de possibilitar a troca de conhecimento é determinante nas relações humanas, pois motiva o grupo a buscar de forma coesa os objetivos traçados.

Na visão do psicólogo Abraham Maslow, profissional que deu início à Psicologia Transpessoal (área da psicologia que estuda a consciência nos seus diferentes níveis e a sua relação com os aspectos evolutivos do ser), o trabalho em equipe possibilita dar e receber, por parte de cada um de seus membros, afeição, aceitação e sentimento de importância. Para Maslow, “isso faz com que o indivíduo cresça, tornando o trabalho determinante, pois o objetivo a ser alcançado depende, exclusivamente, da satisfação psicológica do indivíduo bem como das relações humanas”.

A necessidade de desenvolvimento do trabalho em equipe passa por diversos fatores de importância para a evolução profissional, como a definição de prioridades, o ajuste de metas, otimismo e o estar aberto a mudanças. Todas essas qualidades, quando são acrescidas ao ser

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

individual (si próprio), podem significar o sucesso nas relações pessoais, o que forma um círculo virtuoso, propiciando assim as tarefas conjuntas.

É importante perceber que, quando se fala em trabalhar em equipe, fala-se em maior volume de atividades, mais e maior responsabilidade, comprometimento, flexibilidade, colaboração e esforço pessoal, detalhes que acabam sendo descobertos a cada novo dia de trabalho. Entretanto, como benefício, um grupo coeso faz aflorar muitas características que até então passavam despercebidas no individual, como a criatividade, a participação, visão de futuro, questionamento de posições e colocações e senso crítico.

Segundo a Psicóloga Solange B. R. Cremasco, a motivação é um fator substancial que deve estar ligado ao trabalho em equipe. De acordo com ela, esse atributo individual do ser humano representa o comprometimento e a "chave para o sucesso que está ao alcance de todos". "Quanto maior for o grau de responsabilidade, quanto maior for o universo de aprendizado e as perspectivas de evolução, muito mais eles (os profissionais) se envolvem com as atividades que lhes são atribuídas e, conseqüentemente, a motivação sempre se encontrará no topo", concluiu.

Trabalhar em equipe significa compartilhar uma direção comum. Além disso, atividades desenvolvidas em conjunto encorajam o grupo, o que aumenta o desempenho na hora de realizar atividades, transmitindo autoconfiança, habilidade e união, características primordiais para o sucesso.

MARKETING INTERPESSOAL PARA ADMINISTRAR RELACIONAMENTOS

Por Nelson Botter Junior*

Muita gente não sabe, mas relacionar-se bem com os colegas de trabalho é um dos principais fatores de sucesso. Pois é, de nada adianta você ser um profissional competente se não sabe trabalhar em equipe e criar harmonia no ambiente de trabalho.

Um estudo da Harvard mostra que 2/3 das demissões nas empresas são causadas por dificuldades de relacionamento com os colegas. Isso explica porque pessoas altamente profissionais e competentes no que fazem acabam sendo demitidas e outras - nem tão competentes assim - permanecem, atingindo promoções e melhores oportunidades de carreira. Logo, podemos concluir que competência técnica não é tudo e que aquelas pessoas que não têm uma boa habilidade para criar relacionamentos acabam tendo menores chances de sucesso.

Existem diversas causas para a dificuldade nos relacionamentos humanos: rabugice, antipatia, arrogância, timidez etc., mas a causa mais comum é o despreparo. A grande maioria das pessoas não sabe que cuidar das relações não é apenas uma questão de sociabilidade, mas de progresso profissional.

As relações humanas são baseadas numa palavrinha: comportamento. Com isso, as pessoas que têm um bom comportamento, automaticamente, cuidam melhor de suas relações humanas.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Essa é uma das competências relacionadas à inteligência emocional (QE - Quociente Emocional), que há muito tempo vem sendo valorizada demais nas empresas. De nada adianta um profissional possuir um QI (Quociente de Inteligência) alto se o seu QE for baixo. Ele estará fadado a ter sérios problemas na carreira e na vida particular.

O *marketing* interpessoal é uma ótima ferramenta de orientação na busca por um comportamento adequado para o sucesso, sendo desenvolvido tanto para uma melhor produtividade do indivíduo como de toda uma equipe, produzindo, conseqüentemente, melhores resultados para as empresas.

Aqui vão 10 regras básicas para se fazer um bom *marketing* interpessoal. Utilize-as e sinta a diferença:

1) Respeite os outros, não fazendo com eles o que você não quer que eles façam com você. Isso é ter empatia (colocar-se no lugar do outro).

2) Cultive amizades. Mantenha contato com as pessoas sempre que puder (dentro e fora do ambiente de trabalho) e não somente quando precisar delas. Mostre que você se importa realmente com elas. Faça seu *Networking* (rede de relacionamentos) ficar cada vez maior.

3) Aprenda a ouvir mais que falar. Lembre-se: temos dois ouvidos e uma boca!

4) Seja sempre educado e evite ser rude. Cumprimente a todos, mesmo aquelas pessoas que você não conhece direito.

5) Faça elogios verdadeiros às pessoas. Aprenda a enxergar os pontos positivos de cada um e enalteça-os. Lembre-se que elogiar não é bajular!

6) Atenção à teimosia: saiba mudar sua opinião se outra pessoa lhe mostrar argumentos concretos e críveis.

7) Atenção a choque direto com os outros: tenha paciência e saiba conduzir uma conversa de forma tranqüila e amigável, mostrando seus argumentos com exemplos práticos. Assim, você conseguirá convencer de maneira simpática e eficiente.

8) Procure sorrir mais e contagiar as pessoas com positivismo. Torne sua presença agradável.

9) Esteja sempre à disposição para ajudar. Evite o "isso não é comigo" e procure soluções para seus colegas, mesmo quando o assunto não lhe diz respeito.

10) Procure se informar sobre diferentes culturas e seus respectivos tipos de comportamento. Isso demonstra conhecimento e ajuda a evitar gafes desagradáveis.

**Nelson Botter Junior é escritor e especialista em marketing de serviços pela FGV e international business pela ILSC - Canadá. Atua como consultor da Botter & Associados, diretor do portal de saúde Brasilmedicina e administra os* cursos da área de saúde *da Manager Online.*

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

A POSTURA ADEQUADA PARA UM PROFISSIONAL

Por José Antônio Rosa*

"*High profile*" quer dizer "aparecer muito", divulgar-se, atingir alta exposição, alta popularidade; *low profile* quer dizer manter-se menos visível, às vezes até escondido. No mundo do marketing, algumas organizações buscam manter um *high profile*, alta visibilidade na mídia, forte *recall* (lembrança) entre clientes, clientes potenciais, agentes de mercado. Outras, pelo contrário, tentam se manter menos expostas, até porque a divulgação não lhes favorece muito, como é o caso de uma empresa de segurança pessoal, algumas seguradoras, bancos ou hotéis com enfoque em clientela que paga para não aparecer.

E você, qual é a melhor escolha? Tentar manter um *high profile* ou um *low profile* no meio em que vive? Na maioria das vezes nenhum desses extremos ajuda a atingir o sucesso na carreira. O ideal é o *right profile* - perfil certo de visibilidade.

Considere:

- Quem aparece mais que seu cargo ou realizações permitem, será visto como "exibido" e granjeará para si reações negativas;

- Quem aparece de menos, fecha-se na toca à procura de ser descoberto por Papai Noel que venha trazer oportunidade, provavelmente ficará esperando, pois Papai Noel não existe;

- O certo é mostrar interesse, participar, envolver-se, expressar-se, dizer seus objetivos ao chefe, mas desde que dentro dos limites da função, das tarefas, dos interesses da equipe ou da organização.

Em síntese, não se esconda e nem seja um exibido. *Right profile* é a postura mais adequada para um profissional.

**José Antônio Rosa é professor de pós-graduação em Administração no Instituto Nacional de Pós-Graduação, jornalista, editor e consultor da Manager Assessoria em Recursos Humanos.*

A CRIATIVIDADE NO TRABALHO

Por Maira Cezaretto*

Ser considerado um profissional criativo no mercado de trabalho de hoje é como ganhar o prêmio Nobel ou como ganhar na Mega Sena acumulada umas duas ou três vezes na vida. Que fatores nos tornam profissionais criativos ou como podemos desenvolver uma política criativa em empresas?

A sociedade é feita de rótulos, de moldes pré-estabelecidos de manifestação e existência de todos que dela participam, necessariamente tem de estar em alguma das formas existentes de

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

gente por aí. Ao mesmo tempo não existe lugar para quem não tem diferencial. Isso é uma realidade em grande parte das empresas hoje.

Podem ser enumerados vários requisitos de capacidade criativa que tornam um profissional não só mais competente, mas também mais preparado para as situações limites, que exigem um equilíbrio emocional profundo para continuar criando. Ou seja, uma pessoa que realmente se conhece, sabe suas limitações, suas qualidades, as aptidões a serem exploradas. Se o chefe ou o superior não contabiliza o que você manifesta e aplica na empresa dele, o seu talento ainda assim é necessidade de sobrevivência para o mercado.

As normas das empresas atuais incentivam a criatividade dos colaboradores que não são pagos para serem criadores?

A partir desse questionamento, alguns profissionais de diversas áreas foram entrevistados com a intenção de analisar se existe incentivo à capacidade criativa nas empresas. Um de nossos entrevistados trabalha no departamento de tecnologia da agência de publicidade Mcann Ericsson, e, segundo ele, apesar de ser uma empresa multinacional, o investimento em recursos humanos é muito baixo, os colaboradores que não trabalham na criação não têm a possibilidade de criar em suas próprias áreas e que os criadores têm pouca ligação com o restante da agência. O departamento de tecnologia incentiva os colaboradores a serem criativos, pois a empresa não pode parar por problemas com máquinas, e a agilidade tem de ser grande, então todos são incentivados a serem auto-suficientes, porque nem sempre existe tempo de recorrer a um superior.

Outro entrevistado foi um professor de História do ensino fundamental e médio, e a análise desse educador foi que a metodologia proporcionada aos alunos para aprendizagem não abrange os limites de criação, a maneira em que são feitas as avaliações não priorizam esse desenvolvimento.

A conclusão a que chegamos é que as empresas necessitam de pessoas que tenham a capacidade de se sair bem de qualquer situação difícil, criativos, autoconfiantes. Porém, poucas companhias sabem cobrar essas características de seus trabalhadores, além da questão de que são raras as empresas que vêem benefícios em investir em colaboradores, pois existe sempre a dúvida de que o trabalhador poderá deixar a empresa a qualquer momento porque terá uma qualificação melhor. Isso sem levar em consideração os processos internos que não estimulam a criatividade.

Pelo ângulo do profissional, existe uma cobrança que vai muito mais para o lado emocional que o de capacitação teórica. A questão criativa começa no quanto hábil o trabalhador se considera e tem a liberdade para manifestar-se, um ponto muito mais psicológico, portanto, tudo o mais que acontece na vida de uma pessoa influencia seu rendimento profissional.

Maíra Cezaretto é publicitária formada pelo Mackenzie e pós-graduanda em Moda da Universidade Anhembi Morumbi.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

CIDADANIA E ÉTICA NO TRABALHO

A ciência afirma que o homem existe há seis milhões de anos e que desde sua existência é um ser eminentemente social, que o sendo, onde quer que esteja, estará cercado por outras pessoas, tendo portanto que conviver em grupo, em sociedade.

Falar de cidadania e ética no trabalho é falar de valores, atitudes e comportamentos dos indivíduos, valores esses que são conceitos de vida apreendidos e que carregamos para a vida adulta na missão de praticar ou não a cidadania. Mas afinal, o que determina o nosso comportamento? Até que ponto estamos implicados em construir algo de melhor para a sociedade? Você está satisfeito com a vida que leva socialmente? Será que existe algo que se possa fazer individualmente? Quais as atitudes que favorecem a prática da cidadania? Estamos envolvidos em fazer algo pelo social? E nas empresas, o que é ser cidadão? O que ser ético?

Todos esses questionamentos levam as empresas, o homem, a sociedade, o indivíduo a pensar e refletir sobre a questão da cidadania voltada à educação de valores fazendo-nos abandonar a "postura passiva" para abraçar uma atitude construtiva de respeito a si próprio, ao outro e a própria vida. É preciso que cada indivíduo aprenda a respeitar a si próprio, respeitar o outro e principalmente respeitar a vida.

Na organização atual, a cidadania e a ética são ações de comportamento humano, que vão além do conhecimento da legislação de trânsito, das normas e práticas padrões estabelecidas pela empresa. Ou seja, é um processo formado na dinâmica das relações, em que um convívio de harmonia com os colegas e pares transforma o ambiente de trabalho num local realmente positivo.

Queremos construir indivíduos, cidadãos do mundo, pessoas que tenham respeito absoluto ao ser humano, construindo, nas organizações ambientes de trabalho mais saudáveis, que favoreçam a conquista de resultados individuais e organizacionais. O importante é que esses novos valores e emoções vão exigir que os indivíduos repensem acerca das suas próprias condutas, quebrando paradigmas e preconceitos para melhor conviver em sociedade. Façamos diferente e seremos diferentes, pois é infinito o potencial do ser humano.

A UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura - através do **Manifesto 2000**, inspira cada um de nós ao comprometimento diário com valores essenciais para a paz e uma convivência ecológica entre as pessoas:

- Respeitar a vida e a dignidade de cada pessoa, sem discriminação ou preconceito;
- Praticar a não-violência ativa, rejeitando a violência sob todas as suas formas: física, sexual, psicológica, econômica e social, em particular contra os grupos mais desprovidos e vulneráveis, como crianças e adolescentes;
- Compartilhar o meu tempo e meus recursos materiais em um espírito de generosidade visando ao fim da exclusão, da injustiça e da opressão política e econômica;

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

- Defender a liberdade de expressão e a diversidade cultural, dando sempre preferência ao diálogo e à escuta do que ao fanatismo, à difamação e à rejeição do outro;

- Promover um comportamento de consumo que seja responsável e práticas de desenvolvimento que respeitem todas as formas de vida e preservem o equilíbrio da natureza no planeta;

- Contribuir para o desenvolvimento da minha comunidade, com a ampla participação da mulher e o respeito pelos princípios democráticos, de modo a construir novas formas de solidariedade.

As informações acima certamente nos convidam a uma rica reflexão.

A CONSCIÊNCIA DA COOPERAÇÃO

Muitos estudos têm tratado de compreender a Cooperação e a Competição, desde as clássicas abordagens de Morton Deutsch (1949), no campo da psicologia social, e da antropóloga Margaret Mead (1961), até as concepções mais atuais, apresentadas por Khon (1986), Saraydarian (1990), Combs (1992), Kagan (1994) e Henderson (1998).

Apesar disso, esses estudos não têm evitado a polêmica que surge sempre quando se toca no assunto Competição e Cooperação.

O senso comum associa a competição ao Jogo, como se esses fossem sinônimos e como se um não pudesse existir sem o outro.

Também é comum encontrar afirmações sobre a cooperação, que se perpetuaram no tempo e no espaço da cultura popular:

- "Cooperação não tem graça".

- "Que vantagem a gente leva, se todo mundo ganha?".

- "Cooperar? Isso é uma utopia! É pra outro mundo!".

- "E tem mais, a competição faz parte da natureza humana, a gente nasce competindo!".

Afinal, jogo e jompetição são diferentes, ou competição é sinônimo de jogo, e vice-versa?

Entre competição e cooperação, o que é melhor?

É possível cooperar numa sociedade competitiva?

Competição e coperação são processos sociais e valores humanos presentes no jogo e na vida. São características, aspectos mais ou menos manifestados durante o jogo e no cotidiano. Porém, não são o jogo e a vida, são partes constitutivas dessas Totalidades.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Somente o melhor conhecimento desse processo pode oferecer condições para dosar competição e cooperação nos diferentes contextos nos quais se manifestam.

Sintetizando diversas descrições, conceituações e definições sobre o assunto, sinalizamos para a seguinte compreensão:

- **Cooperação** é um processo de interação social, em que os objetivos são comuns, as ações são compartilhadas e os benefícios são distribuídos para todos.
- **Competição** é um processo de interação social, em que os objetivos são mutuamente exclusivos, as ações são isoladas ou em oposição umas as outras, e os benefícios são concentrados somente para alguns.

Cooperação e competição são dinâmicas distintas, porém não muito distantes. São aspectos de um mesmo espectro que não se opõem entre si, mas se compõem. As fronteiras entre elas são tênues, permitindo um certo intercâmbio de características, de maneira que podemos encontrar em algumas ocasiões uma competição-cooperativa e noutras uma cooperação-competitiva.

Como seres humanos, individual ou coletivamente falando, somos capazes de atos de extrema violência, ou contra os outros ou contra nós mesmos. Do mesmo modo, porém em direção oposta, somos extraordinariamente aptos para doar-nos incondicionalmente aos outros, mesmo que, ao fazê-lo, aparentemente nos prejudiquemos.

Seria possível imaginar um ponto de encontro entre competição e cooperação?

Parece não existir uma "natureza" definida e muito menos definitiva, que determine nossas atitudes. Não podemos explicar nossos atos como reflexos de uma pseudo-natureza, competitiva nem cooperativa.

Competir ou cooperar são possibilidades de agir e de ser no mundo. Enquanto possibilidades, dependem da consciência, da vontade, do discernimento e da responsabilidade pessoal e coletiva, para se concretizarem na realidade.

Somos educados e/ou condicionados para cooperar ou competir.

Cabe assumirmos a responsabilidade por nossas escolhas, mesmo que a escolha seja não escolher ou deixar-se escolher por outros. Do contrário, arriscamos perpetuar *"a ilusão de separatividade"* (Weil, 1987), que durante tanto tempo sustentou o mito da competitividade como única condição para a existência e evolução.

Fiquemos atentos, porque:

"se nossa qualidade de vida futura, e talvez até nossa sobrevivência, depender da cooperação, todos pereceremos se não estivermos aptos a cooperar, a ajudar uns aos outros, a sermos abertos e honestos, a nos preocuparmos com os outros, com as nossas gerações futuras. (...)

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

devemos nos afastar da competição cruel e começar a enfatizar a cooperação e a preocupação com os outros." (Orlick, 1989, p. 182)

Desmistificar a competição e ritualizar a cooperação pode nos ajudar a enxergar com novos olhos as velhas paisagens. E desse modo, quem sabe, possamos descobrir novas passagens e sacar um jeito diferente de praticar o jogo da vida. A cooperação, solidariedade e interesse pelo bem-estar comum é um dos principais focos de atenção mundial nos dias atuais, como podemos observar na declaração de Tenzin Gyatso - o XIV Dalai Lama, quando de sua primeira visita ao Brasil:

"Creio que para enfrentar o desafio de nossos tempos, os seres humanos terão que desenvolver um maior sentido de responsabilidade universal. Cada um de nós terá de aprender a trabalhar não apenas para si, sua família ou país, mas em benefício de toda a humanidade. A responsabilidade universal é a verdadeira chave para a sobrevivência humana." (1992, p. 03)

O desenvolvimento da cooperação como um exercício de co-responsabilidade fundamental para o aprimoramento das relações humanas, em todas as suas dimensões e nos mais diversificados contextos, deixou de ser apenas uma tendência, passou a ser uma necessidade e, em muitos casos, já é um fato consumado. Porém, não é definitivo.

É preciso nutrir e sustentar, permanentemente, o processo de integração da cooperação no cotidiano pessoal, comunitário e planetário, reconhecendo-a como um estilo de vida, uma conduta ética vital, que esteve, consciente ou inconscientemente, sempre presente ao longo da história de nossa civilização.

Contrariando o mito da competição, como forma de garantir a sobrevivência e evolução da humanidade, existe um amplo conjunto de evidências indicando que homens e mulheres pré-históricos, "*viviam juntos, colhendo frutas e caçando, caracterizando-se pelo mínimo de destrutividade e o máximo de cooperação e de partilha dos seus bens*" (Orlick, 1989, p. 17).

Ainda hoje, podemos encontrar culturas cooperativas em várias sociedades ancestrais existentes no planeta. Isso sugere uma boa discussão sobre o mito da natureza competitiva do ser humano. Ora, se essa idéia fosse totalmente verdadeira, seria lógico encontrar nas comunidades ancestrais (representantes da porção mais natural da nossa espécie) traços de uma cultura predominantemente competitiva.

A antropóloga Margaret Mead (1961), depois de ter analisado diferentes sociedades, concluiu que competição e cooperação são determinadas pela estrutura social. Considerando a estrutura social como resultado das ações e relações dos membros de um grupo social, a cooperação e a competição são desdobramentos das nossas escolhas, decisões e atitudes praticadas na interação com outros indivíduos num pequeno grupo, comunidade, sociedade, país ou no ambiente das relações internacionais.

Somos socializados e socializamos os outros para a cooperação e competição através da educação, da cultura e da informação.

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

Tornar a sociedade cooperativa ou competitiva, é uma ação, uma escolha pessoal e coletiva, cujos reflexos podem resultar em melhores (ou menores) possibilidades para realizar um Mundo melhor para todos, sem exceções!

Nossa escolha é pela cooperação como via de construção e transformação da convivência humana. É um caminho em constante criação e permanente descoberta das (im)possibilidades de **jogar uns COM os outros e de venSer... juntos!**

SESC, 1999, pp. 9-12.

AS QUATRO ATITUDES

1 - Seja impecável com sua palavra. Diga apenas aquilo em que acredita. Use o poder de sua palavra na direção da verdade e do amor.

2 - Quando você é imune às opiniões e ações dos outros, você é livre de sofrimentos desnecessários.

3 - Comunique-se com os outros com clareza, sem conclusões apressadas, dramas ou mal entendidos. Somente com esse compromisso, você já pode transformar completamente a sua vida.

4 - Sempre dê o melhor de si. Em quaisquer circunstância, faça sempre o melhor que puder, e você evitará auto-sofrimento e arrependimento.

Mais apostilas, livros e programas em:

www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Digital Mix Produções Ltda
www.digitalmix.com.br

Direção Geral:

José Roberto Negrão

Redação:

Marcelo Dias

Diagramação:

Paulo Cezar Barbosa Mello / Reinaldo Fonseca

Ilustração:

Marcelo Coelho (Malusco) e Ana Paula Ricotta

Coordenação Pedagógica

Maria do Carmo Santos Nascimento

Mais apostilas, livros e programas em:
www.mecatronicadegaragem.blogspot.com

```
this._request.onreadystatechange = f
    _this._onData()};
        this._request.open("GET", th
        this._request.send(null); }

/***************Private Rendering AP
        //writes the top level div fo
                MessageLoader.

//styles should be in external CSS

                document.write

//renders the entire widget
        MessageLoader.prototype._re
        var content = document.getE
         content.appendChild(docume
```

Ministério do Trabalho e Emprego
BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL