

ESCOLA TÉCNICA CURSO NOBRE



AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

INTRODUÇÃO

A competitividade do mercado mundial imposta pela globalização tem obrigado as empresas a uma constante busca pela qualidade e produtividade. Isto leva a procura por soluções tecnológicas com o objetivo de melhorar qualitativamente e quantitativamente a produção.

É neste contexto que a automação surge como uma das principais soluções.

Hoje tornou-se parte da rotina industrial, máquinas automáticas que não só substituem a força muscular do homem como possuem a capacidade de decidir e corrigir seus erros.

Dentre os argumentos em favor da automação podemos citar:

- a substituição do ser humano em tarefas de alto risco e sujeitas a intoxicações, radiações e etc..;
- a substituição do ser humano em tarefas repetitivas e cansativas por longos períodos que levam à fadiga física e psicológica;
- a garantia da qualidade principalmente em operações complexas e de alta precisão;
- a fácil modificação das seqüências de operações através da utilização de programas.

AUTOMAÇÃO é um sistema de equipamentos eletrônicos e/ou mecânicos que controlam seu próprio funcionamento, quase sem a intervenção do homem.

Automação é diferente de mecanização. A mecanização consiste simplesmente no uso de máquinas para realizar um trabalho, substituindo assim o esforço físico do homem. Já a automação possibilita fazer um trabalho por meio de máquinas controladas automaticamente.

Automação é o conjunto das técnicas baseadas em máquinas e programas com objetivo de executar tarefas previamente programadas pelo homem e de controlar seqüências de operações sem a intervenção humana.

Um pouco de história

As primeiras iniciativas do homem para mecanizar atividades manuais ocorreram na pré-história. Invenções como a roda, o moinho movido por vento ou força animal e as rodas d'água demonstram a criatividade do homem para poupar esforço.

Porém, a automação só ganhou destaque na sociedade quando o sistema de produção agrário e artesanal transformou-se em industrial, a partir da segunda metade do século XVIII, inicialmente na Inglaterra.

Os sistemas inteiramente automáticos surgiram no início do século XX. Entretanto, bem antes disso foram inventados dispositivos simples e semiautomáticos.

Por volta de 1788, James Watt desenvolveu um mecanismo de regulação do fluxo de vapor em máquinas. Isto pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação.

O regulador consistia num eixo vertical com dois braços próximos ao topo, tendo em cada extremidade uma esfera pesada. Quando a rotação aumentava, a força centrífuga atuando sobre as esferas forçava a haste para baixo restringindo a passagem de vapor reduzindo a velocidade. Com isso, a máquina funcionava de modo a regular-se sozinha, automaticamente, por meio de um laço de realimentação.

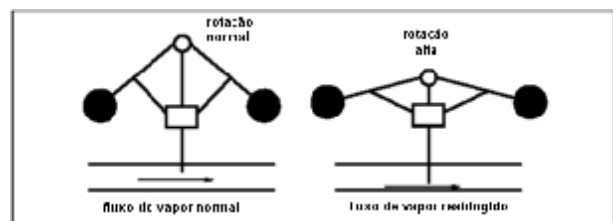


Figura 1: mecanismo de Watt

Uma das primeiras máquinas-ferramentas que se conhece é o Torno de abrir roscas, inventado em 1568, pelo engenheiro francês Jacques Benson. Mesmo sendo primitivo abria roscas com razoável precisão.

A máquina-ferramenta foi aprimorada até a concepção do comando numérico - CN. As máquinas comandadas numericamente viabilizam a fabricação de peças com geometria complexa por meio do recurso de programação eletrônica das seqüências de usinagem.

Com o advento dos microprocessadores o CN evoluiu para o Comando Numérico Computadorizado - CNC.

Simultaneamente às máquinas de controle numérico, foram desenvolvidos os robôs¹, que possuem o mesmo princípio de controle das máquinas-ferramentas CNC, mas sua estrutura mecânica é bastante diferente.

O uso dos computadores

A tecnologia da automação passou a contar com computadores, servomecanismos e controladores programáveis a partir do século XX. Atualmente, os

¹Do tcheco *robotta* que significa escravo, trabalho forçado

computadores são o alicerce de toda a tecnologia da automação. A origem do computador está relacionada à necessidade de automatizar cálculos, evidenciado inicialmente no uso de ábacos pelos babilônios, entre 2000 e 3000 a.C.

Em seguida veio a régua de cálculo e, posteriormente, a máquina aritmética, que efetuava somas e subtrações por transmissões de engrenagens.

George Boole desenvolveu a álgebra booleana, que contém os princípios binários, posteriormente aplicados às operações internas de computadores.

Em 1880, Herman Hollerith criou um novo método, baseado na utilização de cartões perfurados, para automatizar algumas tarefas de tabulação do censo norte-americano. Os resultados do censo, que antes demoravam mais de dez anos para serem tabulados, foram obtidos em apenas seis semanas! O êxito intensificou o uso desta máquina que, por sua vez, norteou a criação da máquina IBM, bastante parecida com o computador.

Em 1946, foi desenvolvido o primeiro computador de grande porte, completamente eletrônico. O Eniac, como foi chamado, ocupava mais de 180 m² e pesava 30 toneladas. Funcionava com válvulas e relês que consumiam 150.000 watts de potência para realizar cerca de 5.000 cálculos aritméticos por segundo. Esta invenção caracterizou o que seria a primeira geração de computadores, que utilizava tecnologia de válvulas eletrônicas.

A segunda geração de computadores é marcada pelo uso de transistores(1952). Estes componentes não precisam se aquecer para funcionar, consomem menos energia e são mais confiáveis. Seu tamanho era cem vezes menor que o de uma válvula, permitindo que os computadores ocupassem muito menos espaço.

Com o desenvolvimento tecnológico, foi possível colocar milhares de transistores numa pastilha de silício de 1 cm², o que resultou no circuito integrado (CI). Os CIs deram origem à terceira geração de computadores, com redução significativa de tamanho e aumento da capacidade de processamento.

Em 1975, surgiram os circuitos integrados em escala muito grande (VLSI). Os chamados chips constituíram a quarta geração de computadores. Foram então criados os computadores pessoais, de tamanho reduzido e baixo custo de fabricação.

CAD/CAE/CAM

Nos anos 50, surge a idéia da computação gráfica interativa: forma de entrada de dados por meio de símbolos gráficos com respostas em tempo real.

O MIT(Instituto Tecnológico de Massachusetts) produziu figuras simples por meio da interface de tubo de raios catódicos (idêntico ao tubo de imagem de um televisor) com um computador. Em 1959, a GM começou a explorar a computação gráfica.

A década de 60 foi o período mais crítico das pesquisas na área de computação gráfica interativa. Na época, o grande passo da pesquisa foi o desenvolvimento do sistema sketchpad, que tornou possível criar desenhos e alterações de objetos de maneira interativa, num tubo de raios catódicos.

No início dos anos 60, o termo CAD (do inglês Computer Aided Design ou “Projeto Auxiliado por Computador”) começou a ser utilizado para indicar os sistemas gráficos orientados para projetos.

Nos anos 70, as pesquisas desenvolvidas na década anterior começaram a dar frutos. Setores governamentais e industriais passaram a reconhecer a importância da computação gráfica como forma de aumentar a produtividade.

Na década de 80, as pesquisas visaram à integração e/ou automatização dos diversos elementos de projeto e manufatura com o objetivo de criar a fábrica do futuro. O foco das pesquisas foi expandir os sistemas CAD/CAM (Projeto e Manufatura Auxiliados por Computador). Desenvolveu-se também o modelamento geométrico tridimensional com mais aplicações de engenharia (CAE Ú Engenharia Auxiliada por Computador).

Alguns exemplos dessas aplicações são a análise e simulação de mecanismos, o projeto e análise de injeção de moldes e a aplicação do método dos elementos finitos.

Hoje, os conceitos de integração total do ambiente produtivo com o uso dos sistemas de comunicação de dados e novas técnicas de gerenciamento estão se disseminando rapidamente. O CIM (Manufatura Integrada por Computador) já é uma realidade.

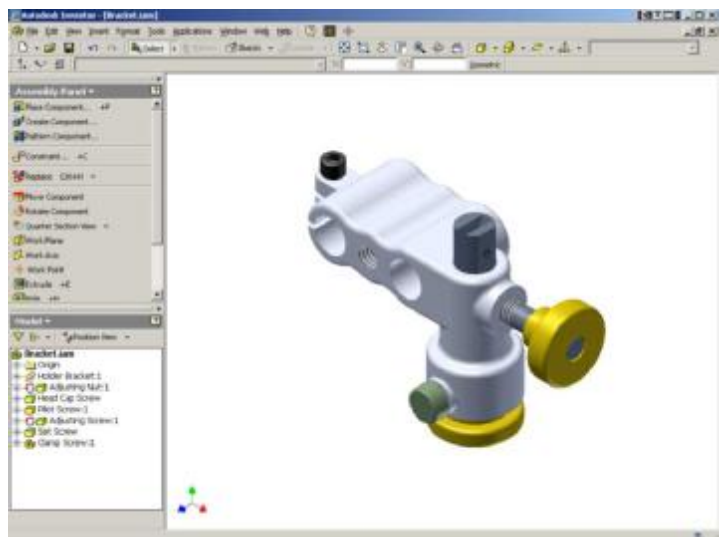


Figura 2: Autodesk Inventor R7

CAPÍTULO 1

CONCEITOS BÁSICOS DE AUTOMAÇÃO

Um sistema automático pode ser dividido em dois blocos principais: os elementos de comando e os atuadores.

Os atuadores são os componentes do sistema automático que transformam a energia em trabalho.

Os elementos de comando são os componentes que formam o comando propriamente dito.

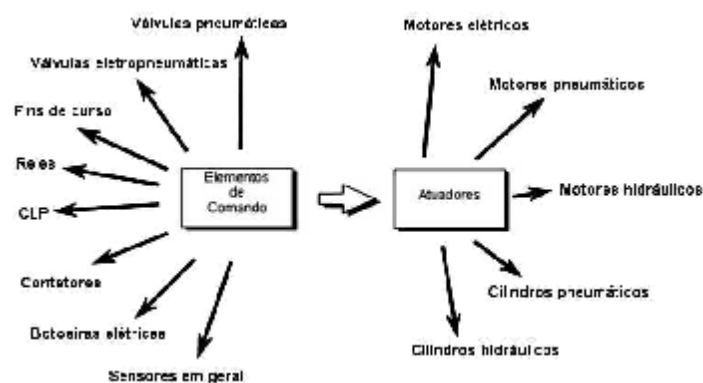


Figura 1.1: Sistema Automático.

1.1 Comando

O comando constitui um conjunto de componentes que recebe as informações de entrada, processa-as e envia-as como informações de saída.

Um comando pode ser realizado **em malha aberta**, onde as variáveis de entrada fornecem informações para o comando que as processa, segundo sua construção interna e libera informações de saída para os elementos comandados (atuadores). Neste tipo de comando se ocorrer uma perturbação que altere o compor-

tamento do sistema, este não teria como avaliar se a instrução foi executada corretamente. O comando continuaria a enviar as informações de saída baseado somente nas informações de entrada.



Figura 1.2: malha aberta

No comando em ***em malha fechada*** a variável controlada deve estar em torno de um valor previamente estabelecido. Neste tipo, as informações de saída não dependem só da construção interna do comando mas também das informações vindas do elemento comandado as quais são comparadas com as informações de entrada e se for necessário é feita a correção. Este tipo de comando é mais comum em controle de processos.



Figura 1.3: malha fechada

1.2 Sinais

Sinal pode ser definido como *a representação de informações em forma de um valor ou uma curva de valores de uma grandeza física.*

Assim, se a grandeza for a corrente elétrica teremos um sinal elétrico, se for a pressão de um fluido temos os sinais pneumáticos ou hidráulicos. Se for a luminosidade teremos um sinal óptico e etc..

O sinal pode ser classificado quanto a forma como essas informações são representadas. Assim temos:

- Sinal analógico;

O sinal analógico é aquele que representa de forma contínua uma determinada faixa de valores da grandeza física.

Exemplo: pressão, temperatura, força, etc..

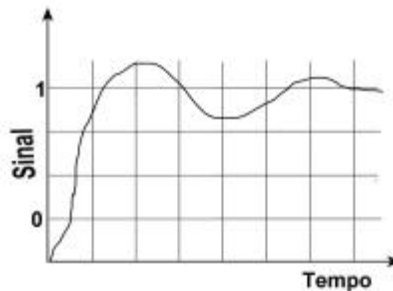


Figura 1.4: Sinal analógico.

- Sinal digital.

O sinal digital é aquele onde somente dois valores são representados. São designados genericamente de 0 e 1.

Exemplos: Embora as grandezas físicas não correspondam a este comportamento podemos ter algumas situações como a presença ou não de um objeto em determinado local ou um botão pressionado ou não, desligado ou ligado.

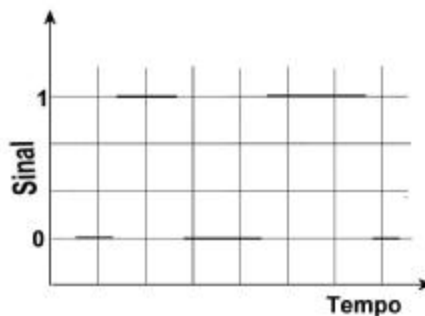


Figura 1.5: Sinal digital.

1.3 Elementos de comando



Figura 1.6:

O grupo dos elementos de comando formam a chamada cadeia de comando composta por:

- Elementos de entrada ou Emissores de Sinal;
 - Sensores em geral;
 - * válvulas acionadas por botão , pedal ou alavanca;
 - * botões e botoeiras de comando elétricas;
 - * fins de curso;
 - * sensores ópticos, capacitivos e indutivos.
 - Portadores de programa: fitas magnéticas, disquetes, etc.
 - Elementos de processamento de sinal;
 - válvulas pneumáticas e hidráulicas;
 - módulos eletrônicos;
 - contadores;
 - reles.
 - Elementos de conversão de sinal;
 - Amplificadores ou intensificadores;
 - válvulas eletromagnéticas pneumáticas ou hidráulicas;
 - contadores de acionamento pneumático ou hidráulico;
 - pressostatos, termostatos e transdutores em geral.
 - Elementos de saída.
 - válvulas hidráulicas e pneumáticas;
 - contadores de potência, reles, etc.
-

1.4 Atuadores

Os elementos comandados são os atuadores. Neste grupo, estão:

- atuadores com acionamento linear:
 - cilindros: pneumáticos, hidráulicos e elétricos;
 - motores lineares
- atuadores com acionamento rotativo:
 - motores:
 - * pneumáticos;
 - * hidráulicos;
 - * elétricos
 - cilindros giratórios

CAPÍTULO 2

TRANSDUTORES E SENSORES

Um *transdutor* é um dispositivo que recebe um sinal de entrada na forma de uma grandeza física e fornece um sinal de saída da mesma espécie ou diferente. Em geral, os transdutores transformam a informação da grandeza física, que corresponde ao sinal de entrada, em um sinal elétrico de saída. Por exemplo, um transdutor de pressão transforma a força exercida pela pressão numa tensão elétrica proporcional à pressão.

O sensor é a parte sensível do transdutor a qual, na maioria das vezes, se completa com um circuito eletrônico para a geração do sinal elétrico que depende do nível de energia da grandeza física que afeta o sensor. Ainda com relação ao exemplo do transdutor de pressão, o sensor seria apenas a membrana(diafragma) sobre a qual é exercida a pressão que se está monitorando.

Mas, o termo **Sensor** é usado como sendo o mesmo que **Transdutor**. Assim, adotaremos também esta postura no texto que se segue.

De acordo com o exposto, os sensores são como os órgãos dos sentidos dos sistemas de automação.

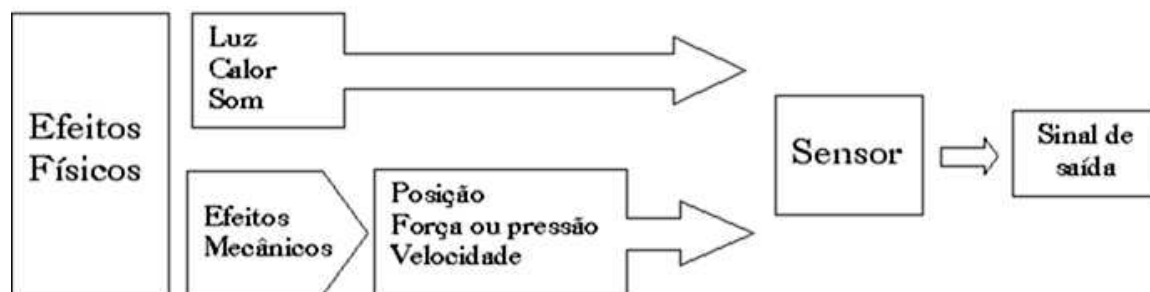


Figura 2.1: Os sensores transformam os efeitos físicos em sinais de saída.

Podemos classificar os diversos tipos de sensores de acordo com sua aplicação. Assim temos:

1. SENSORES DE PRESENÇA:

É comum, em sistemas automáticos, a necessidade de se saber a presença ou não de uma peça, de um componente de uma máquina ou de uma parte de um robot manipulador em determinada posição. Sensores de presença são digitais pois emitem apenas duas informações.

Podem ser:

(a) MECÂNICOS OU DE CONTATO FÍSICO:

São os mais simples e são acionados por botões, alavancas, pinos, roletes e etc..

Os acionados por botões ou pedais são empregados geralmente para iniciar ou terminar o funcionamento.

Os sensores mecânicos necessitam do contato físico com a peça ou componente para funcionar. Como já vimos anteriormente, a maioria dos sensores(transdutores) enviam um sinal elétrico de saída. O sensor mecânico que possui esta característica é o microruptor ou microswitch. Na verdade, são pequenas chaves elétricas que são acionadas por pinos, alavancas e/ou roletes. Quando usados para detectar a posição limite de um componente são chamados de *fim de curso* ¹.



Figura 2.2: Microswitches, válvula acionada por rolete, botões de comando.

(b) DE PROXIMIDADE OU SEM CONTATO FÍSICO:

Os sensores de presença de proximidade tem as seguintes vantagens em relação aos mecânicos:

- Não necessitam de energia mecânica para operar;
- Atuam por aproximação, sem contato físico com a peça;
- São totalmente vedados;
- Funcionam com altas velocidades de comutação;
- são imunes a vibrações e choques mecânicos.

Por não possuírem peças móveis estes sensores têm a grande vantagem de não sofrer desgaste mecânico.

i. SENSORES MAGNÉTICOS:

O tipo mais comum é o interruptor de lâminas ou reed-switch.

É constituído por lâminas dentro de um bulbo de vidro que contem gás inerte.

Quando um campo magnético de um ímã ou de um eletroímã atua sobre as lâminas, magnetizando-as, as lâminas são unidas fechando o circuito.

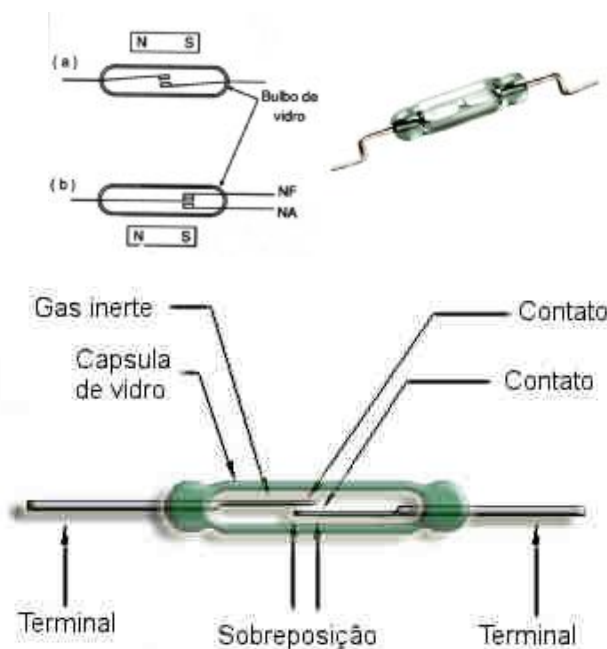


Figura 2.3: Sensor magnético (a)Tipo NA, (b) Tipo NA/NF

¹O termo *CURSO*, neste caso, significa trajeto ou caminho.

ii. **SENSORES CAPACITIVOS:**

O capacitor é um componente eletrônico composto de duas placas metálicas, colocadas uma sobre a outra e isoladas eletricamente, capaz de armazenar cargas elétricas. O isolante é chamado de dielétrico. A característica que define um capacitor é sua capacitância. A capacitância é diretamente proporcional à área das placas e da constante dielétrica do material isolante e inversamente proporcional à distância entre as placas.

O sensor capacitivo também possui duas placas mas estas ficam uma ao lado da outra e não uma sobre a outra como no capacitor. O dielétrico do sensor capacitivo é o ar cuja constante dielétrica é 1 (um). Quando um objeto, que possui constante dielétrica diferente, aproxima-se provoca a variação da sua capacitância.

Um circuito de controle detecta essa variação e processa essa informação.

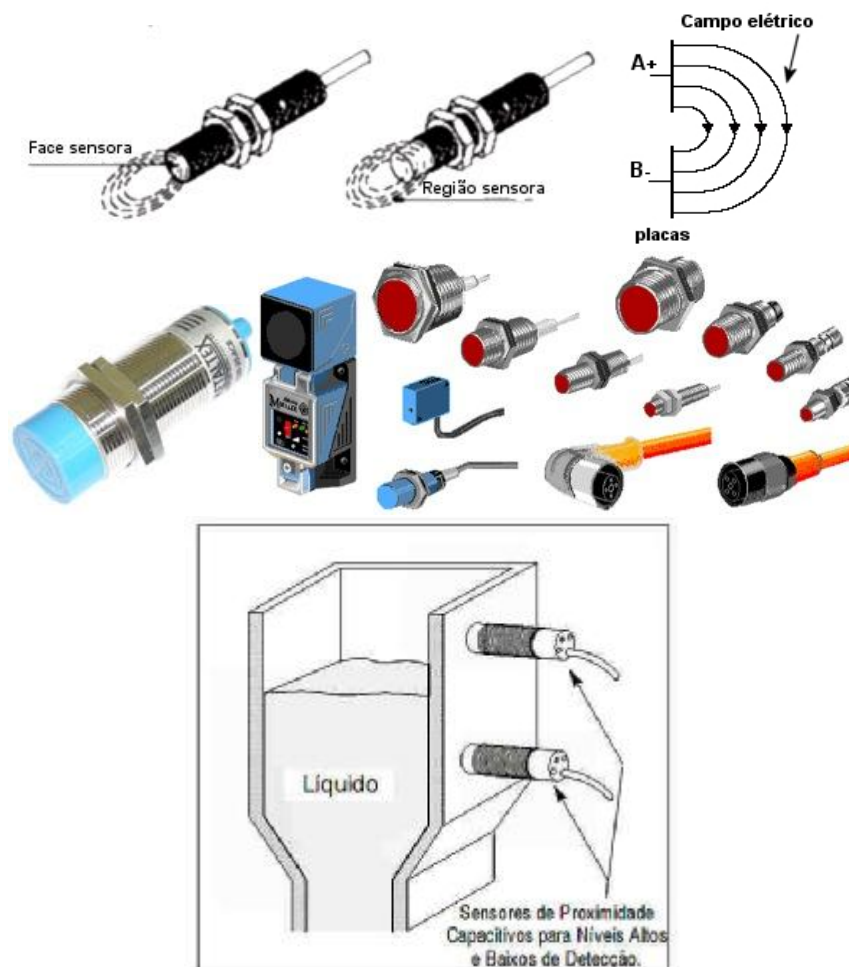


Figura 2.4: Sensor capacitivo

iii. SENSORES INDUTIVOS:

O sensor indutivo atua baseado na variação da indutância de um indutor. O indutor é um componente eletrônico composto de um núcleo envolto por uma bobina. Quando fazemos circular uma corrente pela bobina, um campo magnético forma-se no núcleo. Quando um objeto metálico aproxima-se deste campo, ele absorve parte deste campo provocando alteração na indutância. Um circuito de controle detecta essa variação.

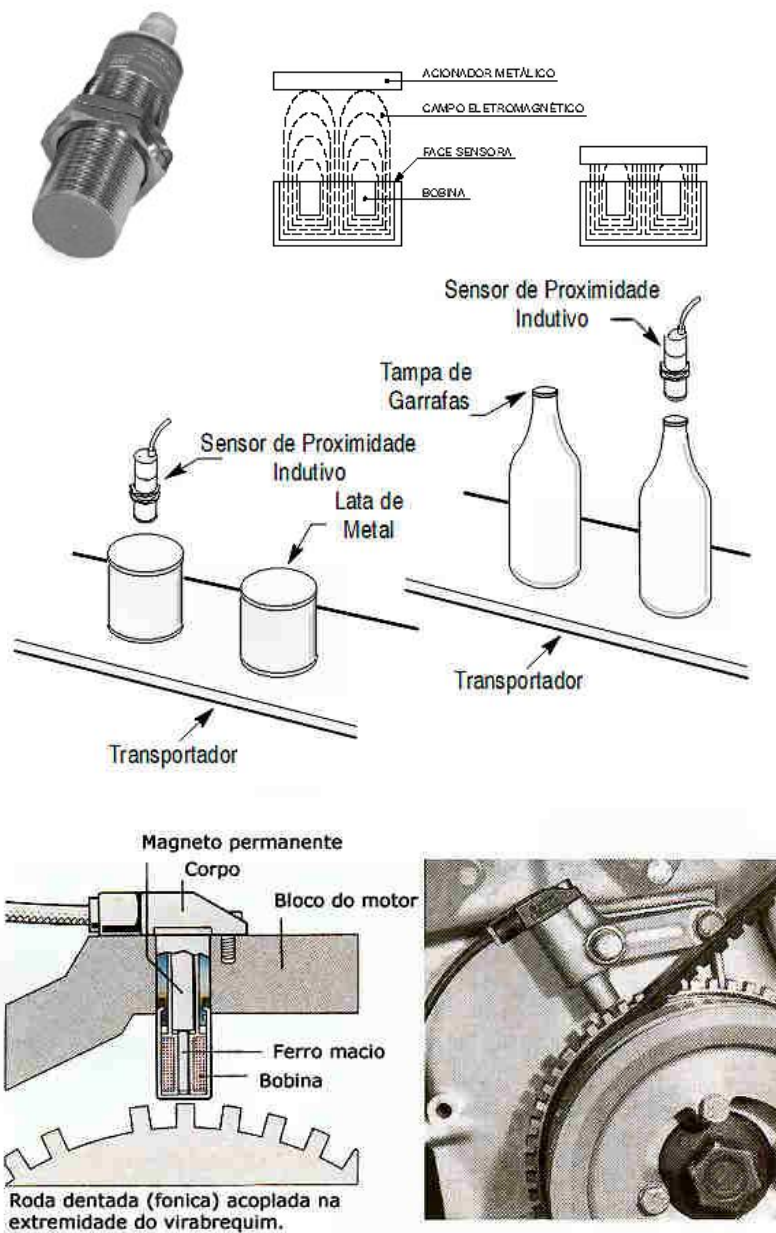


Figura 2.5: Sensor indutivo

iv. **SENSORES ÓPTICOS:**

Os sensores ópticos baseiam-se na emissão e recepção de luz que pode ser interrompida ou refletida pelo objeto a ser detectado. Existem três formas de operação:

A. **SENSOR ÓPTICO POR BARREIRA:**

O transmissor e o receptor estão em unidades distintas e devem ser dispostos um frente ao outro, de modo que o receptor possa constantemente receber a luz do transmissor. acionamento da saída ocorrerá quando o objeto a ser detectado interromper o feixe de luz.

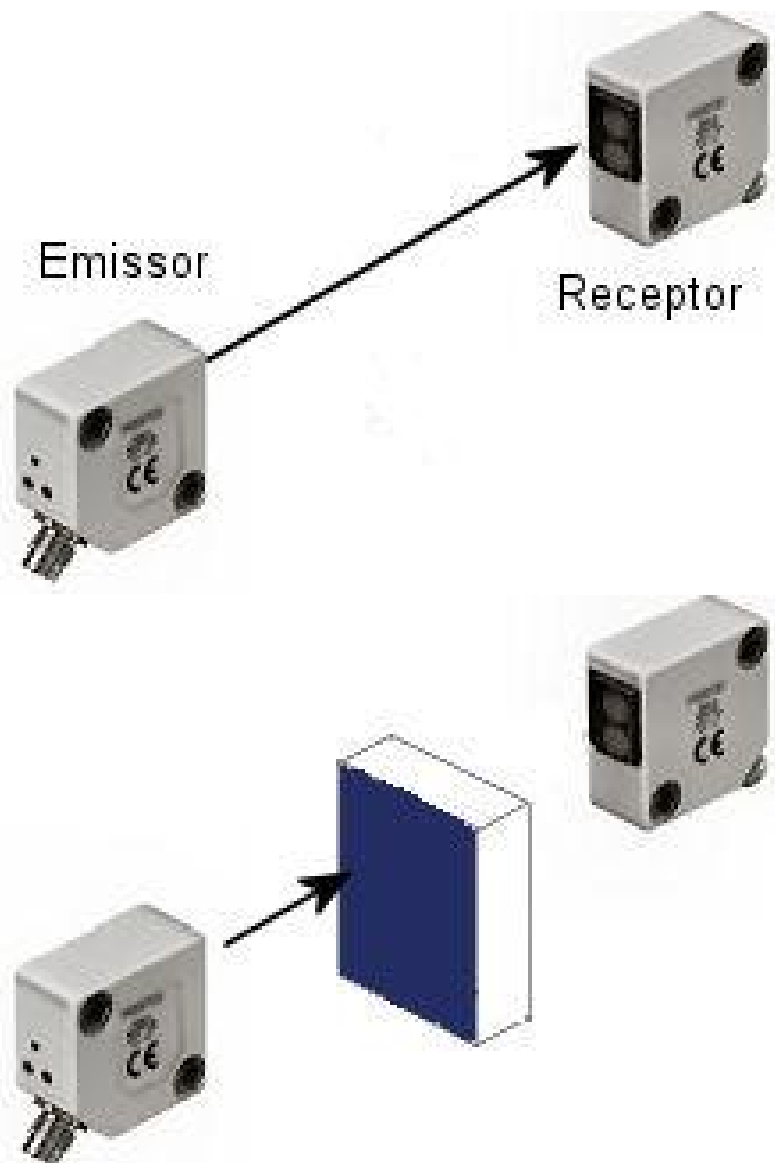


Figura 2.6: Sensor óptico por barreira.

B. SENSOR ÓPTICO POR DIFUSÃO:

Neste sistema o transmissor e o receptor são montados na mesma unidade. Sendo que o acionamento da saída ocorre quando o objeto a ser detectado entra na região de sensibilidade e reflete para o receptor o feixe de luz emitido pelo transmissor.

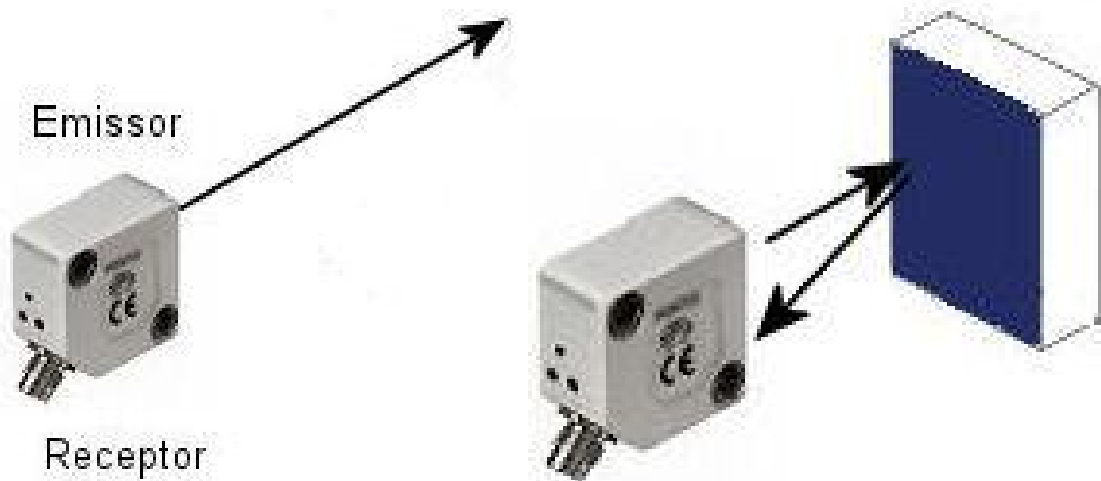


Figura 2.7: Sensor Óptico Por Difusão

C. SENSOR ÓPTICO POR RETRORREFLEXÃO OU POR REFLEXÃO:

Este sistema apresenta o transmissor e o receptor em uma única unidade. O feixe de luz chega ao receptor somente após ser refletido por um espelho prismático, e o acionamento da saída ocorrerá quando o objeto a ser detectado interromper este feixe.

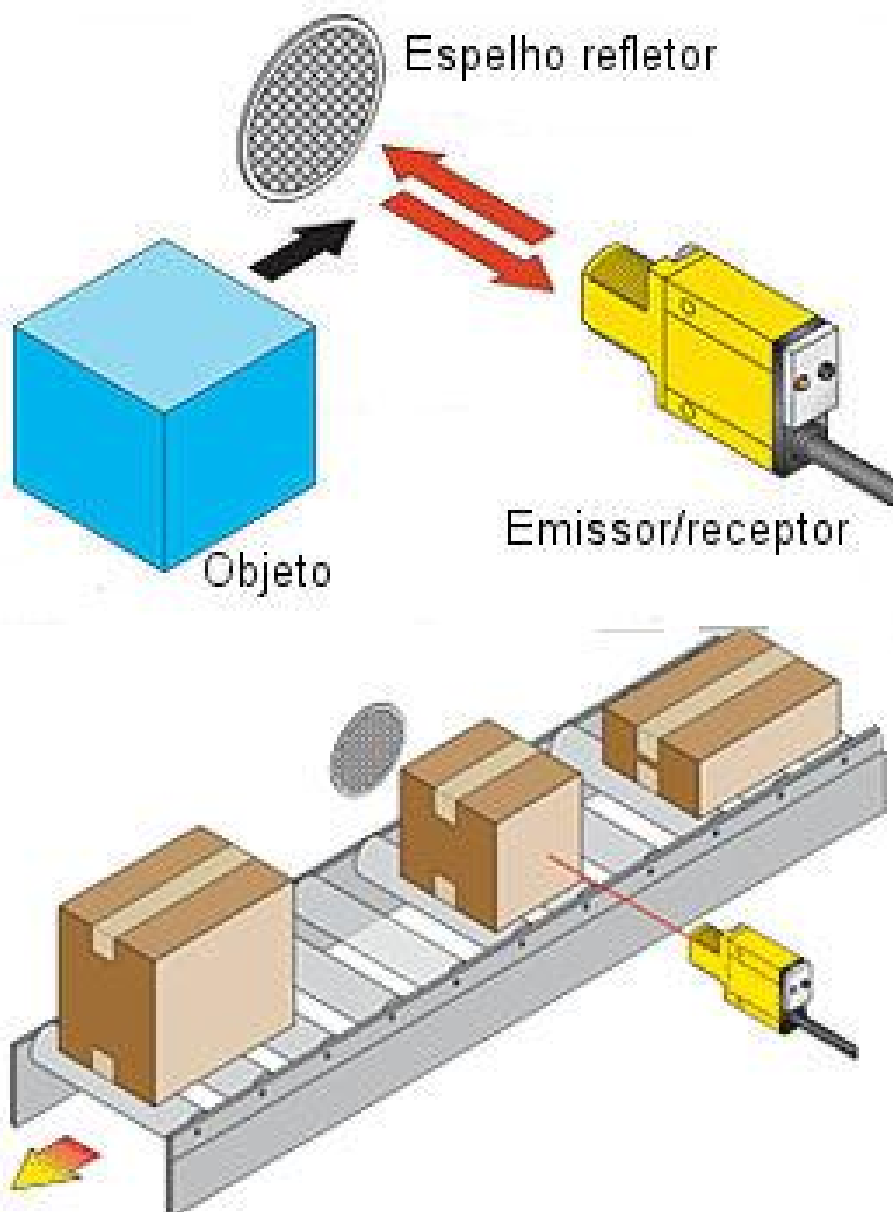


Figura 2.8: Sensor Óptico por Retroreflexão

2. SENSORES DE POSIÇÃO:

(a) ENCODERS:

Dentre os sensores que atuam por transmissão de luz, além dos já vistos, há os encoders (codificadores), que determinam a posição através de um disco(encoder rotativo) ou trilho(encoder linear) marcado.

Nos encoders rotativos, têm-se uma fonte de luz, um receptor e um disco perfurado, que irá modular a recepção da luz. Nos lineares, o disco é substituído por uma régua ou fita.

O disco é preso a um eixo, de forma a criar um movimento rotacional, enquanto que a fonte de luz e o receptor estão fixos. A rotação do disco cria uma série de pulsos pela interrupção ou não da luz emitida ao detector. Estes pulsos de luz são transformados pelo detector em uma série de pulsos elétricos.

A frequência do pulso é diretamente proporcional ao número de rotações no intervalo de tempo, e ao número de furos ao longo do disco.



Figura 2.9: Encoder rotativo.

Se dividem em:

- incrementais(ou relativos):

Nos quais a posição é demarcada por contagem de pulsos transmitidos, acumulados ao longo do tempo.

Os encoders óticos incrementais não fornecem informação sobre a localização absoluta do eixo de movimento no espaço. Mais precisamente, eles fornecem a quantidade de movimento executada pelo eixo, começando do momento em que o computador é ativado e o movimento começa. Se o sistema é desligado ou ocorre uma queda de energia, a informação da localização do eixo de movimento é perdida. Quando o sistema for religado, a posição inicial do eixo de ser fixada.

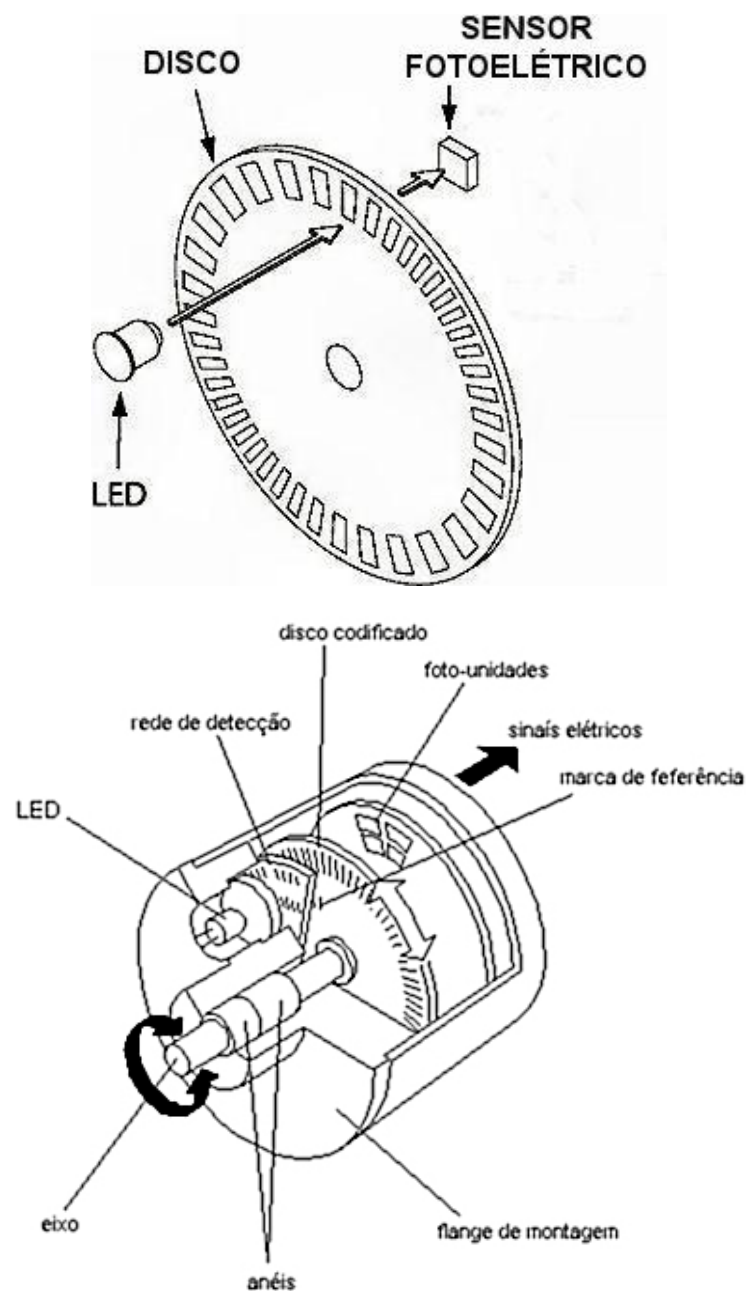


Figura 2.10: Encoder rotativo incremental.

- absolutos:

Os encoders óticos absolutos fornecem informações mais rigorosas que os encoders óticos incrementais. Encoders absolutos fornecem um valor numérico específico (valor codificado) para cada posição angular.

Possuem a capacidade de informar a posição física do eixo assim

que ele é ativado, sem a necessidade de fixação da posição inicial. Isto é possível porque o encoder transmite, para o controlador, um sinal diferente para cada posição do eixo. Os encoders absolutos rotativos podem ser:

- Giro simples: Fornecem a posição angular de apenas uma volta.

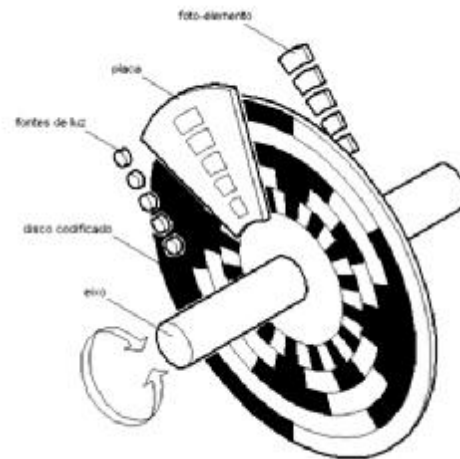


Figura 2.11: Encoder rotativo absoluto de giro simples.

- Giro múltiplo: Podem fornecer a posição após várias voltas(4096)

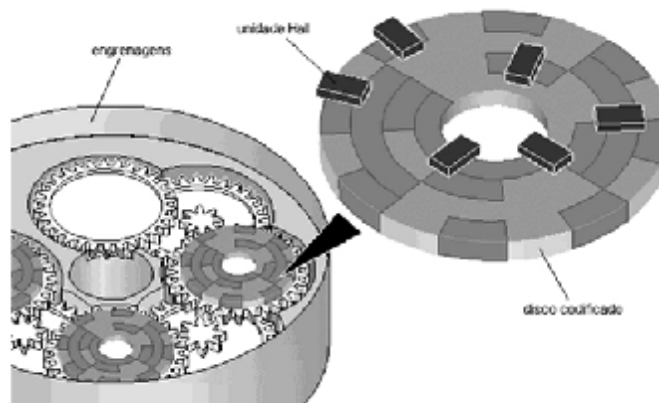


Figura 2.12: Encoder rotativo absoluto de giro múltiplo.

3. SENSORES DE TEMPERATURA:

(a) TERMISTORES

Os termistores são componentes eletrônicos sensíveis à temperatura, ou seja, variam a sua resistividade com a temperatura. Existem dois tipos o PTC(Positive Temperature Coefficient) e o NTC(Negative Temperature Coefficient).

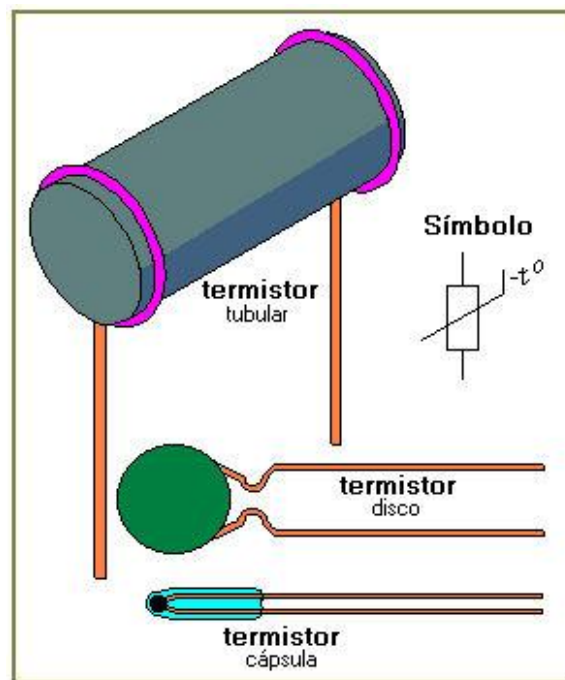


Figura 2.13: Termistores.

O NTC diminui sua resistência com o aumento da temperatura e o PTC aumenta sua resistência com o aumento da temperatura.

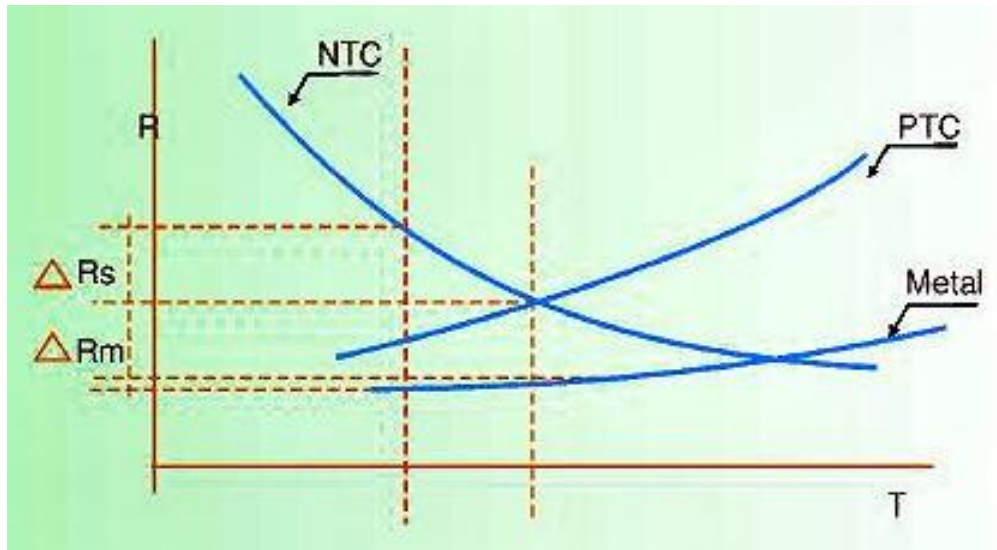


Figura 2.14: Gráfico do comportamento dos termistores.

Estes dispositivos são construídos a partir de misturas de cerâmicas de óxidos semicondutores, tais como titanato de bário($BaTiO_3$) para os PTCs, e óxidos de magnésio, níquel, cobalto, cobre, ferro e titânio para os NTCs.

Os termistores apresentam baixo custo e alta sensibilidade, mas sua precisão é baixa e trabalham com temperatura máxima em torno de $300^{\circ}C$.

O PTC é usado quando mudanças drásticas de temperatura devem ser detectadas tais como:

- Proteção de sobrecarga;
- proteção contra superaquecimento;

O NTC é usado quando se necessita de detectar variações contínuas de temperatura, tais como:

- Medida de temperatura;
- Variação de temperatura(em torno de $0,001^{\circ}C$);
- Controle de temperatura.

O sensor de temperatura do motor nos sistemas de injeção eletrônica são do tipo NTC, assim como o sensor de temperatura do ar admitido.

(b) TERMO-RESISTORES(RTD)

O RTD(Resistance Temperature Detectors), assim como os termistores, variam sua resistência com a variação de temperatura. São construídos

de fio enrolado revestido de uma película. Trabalham em uma larga escala de temperatura, -200°C a 850°C , com elevada precisão ($0,1^{\circ}\text{C}$ a $0,01^{\circ}\text{C}$). O metal mais utilizado é a Platina.



Figura 2.15: Termoresistor-RTD.

(c) TERMOPARES

Um termopar consiste de dois condutores metálicos, de natureza distinta, na forma de metais puros ou de ligas homogêneas. Os fios são soldados em um extremo ao qual se dá o nome de junta quente ou junta de medição. A outra extremidade dos fios é levada ao instrumento de medição de f.e.m. (força eletromotriz), fechando um circuito elétrico por onde flui a corrente.

O aquecimento da junção de dois metais gera o aparecimento de uma f.e.m.. Este princípio conhecido por efeito Seebeck.

$$V = KT$$

K é constante para cada par de metais. Na tabela abaixo encontramos as características de alguns termopares.

Tipo	(+)Metal-Metal(-)	Temperatura Máxima	FEM (mV)	Aplicações
T	Cobre-Constantan ²	-190 a 350°C	5,603 a 19,027	Criometria (baixas temperaturas), Indústrias de refrigeração, Pesquisas agrônômicas e ambientais, Química e Petroquímica.
J	Ferro-Constantan	-40 a 750°C	1,960 a 42,922	Centrais de energia, Metalúrgica, Química, Petroquímica, indústrias em geral.
R	87Pt13Ródio-Pt	0 a 1600°C	0 a 18,842	Siderúrgica, Fundição, Metalúrgica, Usina de Cimento, Cerâmica, Vidro e Pesquisa Científica.
S	90Pt10Ródio-Pt		0 a 16,771	

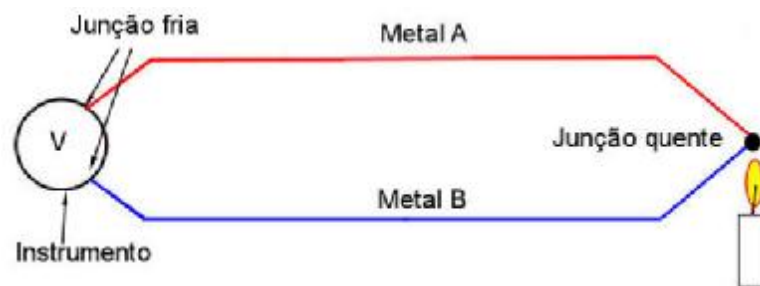


Figura 2.16: Efeito Seebeck.



Figura 2.17: Termopares.

O custo dos termopares é elevado, exceto com relação aos termoresistores, e são empregados em aplicações profissionais, onde se requer alta confiabilidade e precisão(aqui também perdem para os termoresistores).

²liga de cobre 60% e níquel 40%

CAPÍTULO 3

PNEUMÁTICA:

Nos tempos atuais o uso de sistemas pneumáticos é bastante comum nas indústrias. Isto se deve a sua simplicidade aliada a possibilidade de variar a velocidade e a força aplicada, como por exemplo, acionar uma prensa ou exercer uma leve pressão para segurar um ovo sem quebrá-lo. Além disso é uma ferramenta indispensável para a automação.

3.1 Vantagens:

1. A robustez inerente aos componentes pneumáticos torna-os relativamente insensíveis a vibrações e golpes, permitindo que ações mecânicas do próprio processo sirvam de sinal para as diversas seqüências de operação. São de fácil manutenção;
2. Facilidade de implantação: Pequenas modificações nas máquinas convencionais, aliadas à disponibilidade de ar comprimido, são os requisitos necessários para implantação dos controles pneumáticos;
3. Simplicidade de manipulação: Os controles pneumáticos não necessitam de operários especializados para sua manipulação;
4. O ar está disponível em qualquer parte;
5. Não há necessidade de tubulação de retorno;
6. A velocidade do fluxo do ar no interior das válvulas e da tubulação é alta;
7. O ar comprimido pode ser estocado e transportado dentro de reservatórios;
8. Limpeza, em caso de vazamentos.

3.2 Desvantagens:

1. O ar comprimido necessita de uma boa preparação para realizar o trabalho proposto:
remoção de impurezas, eliminação de umidade para evitar corrosão nos equipamentos e engates ou travamentos e maiores desgastes nas partes móveis do sistema;
2. Os componentes pneumáticos são normalmente projetados e utilizados a uma pressão máxima de 17bar¹. Logo o tamanho dos atuadores são maiores quando deve-se vencer grandes forças;
3. Velocidades muito baixas são difíceis de ser obtidas com o ar comprimido devido às suas propriedades físicas. Neste caso, recorre-se a sistemas mistos(hidráulicos e pneumáticos);
4. O ar é um fluido altamente compressível, portanto, é difícil se obterem paradas intermediárias e velocidades uniformes.
5. O escape para a atmosfera gera muito ruído. O problema pode ser reduzido como uso de silenciadores nos orifícios de escape;
6. Os vazamentos são muito caros devido a constante perda de energia(o compressor permanece muito tempo ligado).

3.3 Fundamentos físicos:

3.3.1 Fluidos:

Qualquer substância que é capaz de escoar e assumir a forma do recipiente que a contém é um fluido. O fluido pode ser líquido ou gasoso. A pneumática trata dos fluidos gasosos, especialmente o ar.

3.3.2 Força e pressão:

Podemos dizer que força é qualquer causa capaz de alterar o estado de equilíbrio de um corpo, podendo produzir ou alterar o movimento ou pode produzir deformações. Quando aplicamos uma força sobre uma superfície definimos uma pressão que é a força por unidade de área.

$$p = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

¹Na pneumática industrial a pressão de trabalho normalmente utilizada é de 6 a 10bar.

UNIDADES:

No Sistema Internacional (SI):

Força	N	newton
Área	m ²	metro quadrado
Pressão	Pa = $\frac{N}{m^2}$	Pascal
	bar	bar
		$1bar = 10^5 Pascal$
		$1bar = 1,02 \frac{kgf}{cm^2}$
		$1bar = 0,987 atm$
		$1bar = 14,5 psi$

No Sistema Inglês:

Força	lbf	libra-força
Área	pol ²	polegada quadrada
Pressão	psi = $\frac{lbf}{pol^2}$	libra-força por polegada quadrada

Outras unidades:

Força	kgf	quilograma-força
		$1kgf = 9,81N$
Área	cm ²	centímetro quadrado
Pressão	$\frac{kgf}{cm^2}$	quilograma-força por centímetro quadrado
		$1 \frac{kgf}{cm^2} = 0,981bar$
		$1 \frac{kgf}{cm^2} = 14,22psi$
	atm	atmosfera
		$1atm = 1,033 \frac{kgf}{cm^2}$
		$1atm = 1,013bar$
		$1atm = 14,7psi$

3.3.3 Propriedades do ar:

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

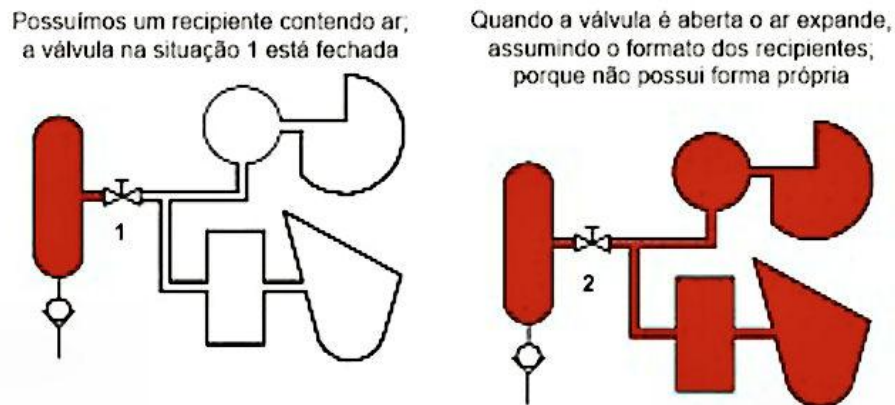


Figura 3.1: Expansibilidade do ar

Compressibilidade: O ar quando submetido a ação uma força reduz seu volume;

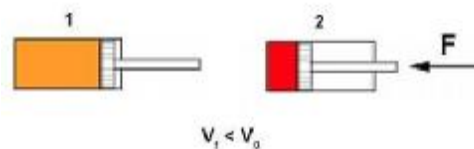


Figura 3.2: Compressibilidade do ar

Elasticidade: Devido a sua elasticidade, o ar volta ao seu volume inicial quando cessa a ação da força.

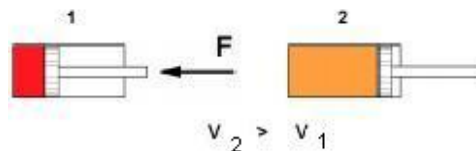


Figura 3.3: Elasticidade do ar

3.3.4 Efeitos do calor sobre o ar:

- O ar quando recebe calor(aumento de temperatura) o seu volume aumenta. Portanto, quando diminuimos sua temperatura o seu volume diminui.
- Quando o ar estiver em um recipiente fechado, o aumento de temperatura aumenta sua pressão. Portanto, quando diminuimos sua temperatura a pressão diminui.

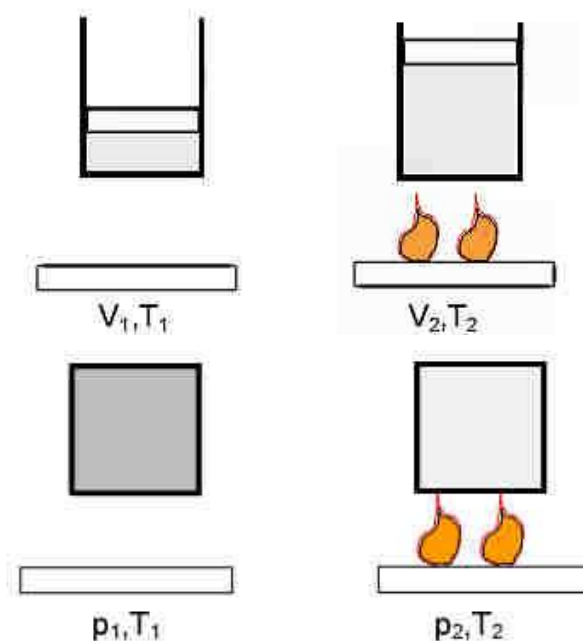


Figura 3.4: Efeito do calor sobre o ar

3.4 Transferência de energia para o fluido

A energia primária para utilização do fluido de trabalho, são os motores elétrico ou térmico.

Esses equipamentos convertem energia elétrica ou química da combustão em energia mecânica na forma de rotação e torque. A partir do acoplamento com o eixo dos compressores, os mesmos convertem essa "energia mecânica" em "energia fluidica".

3.4.1 Geração de pressão

Na indústria, de modo geral, o ar comprimido é produzido em local central(casa de máquinas) e é conduzido ao local da aplicação através de uma rede de tubulação.

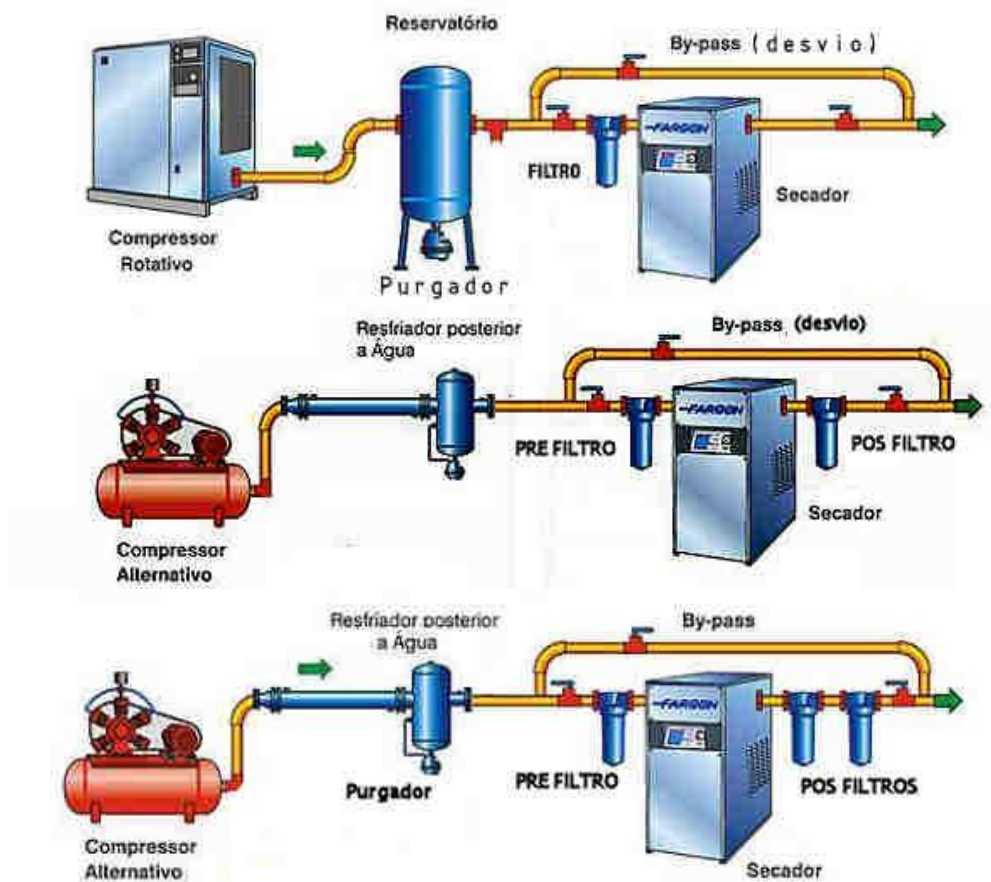


Figura 3.5: Produção de ar comprimido

3.4.1.1 Tipos de compressores:

- Compressores alternativos:
 - Pistão
 - * simples efeito
 - * duplo efeito
 - Diafragma
- Compressores rotativos:
 - Palhetas
 - Duplo parafuso
 - Lóbulos(Root)
 - Centrífugo

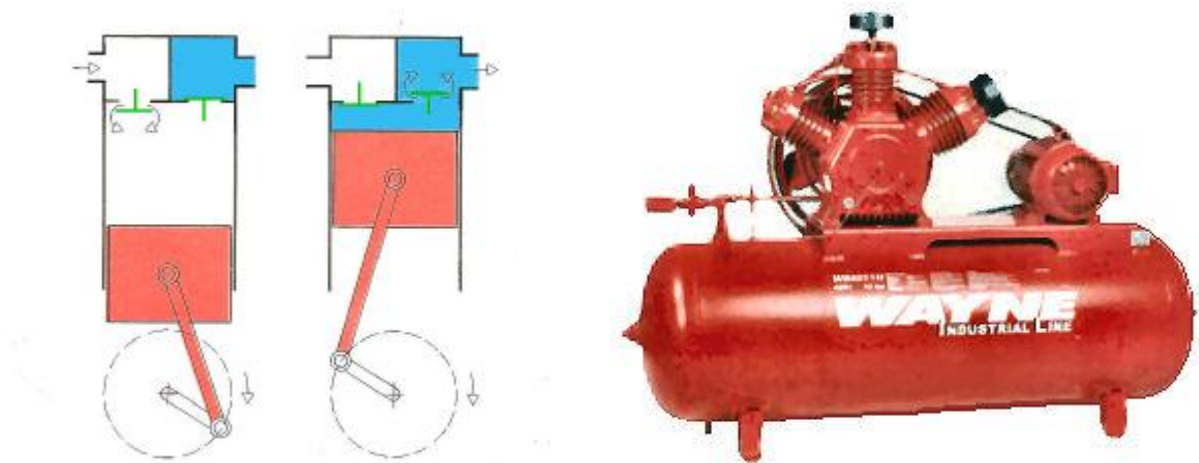


Figura 3.6: Compressor alternativo de pistões.

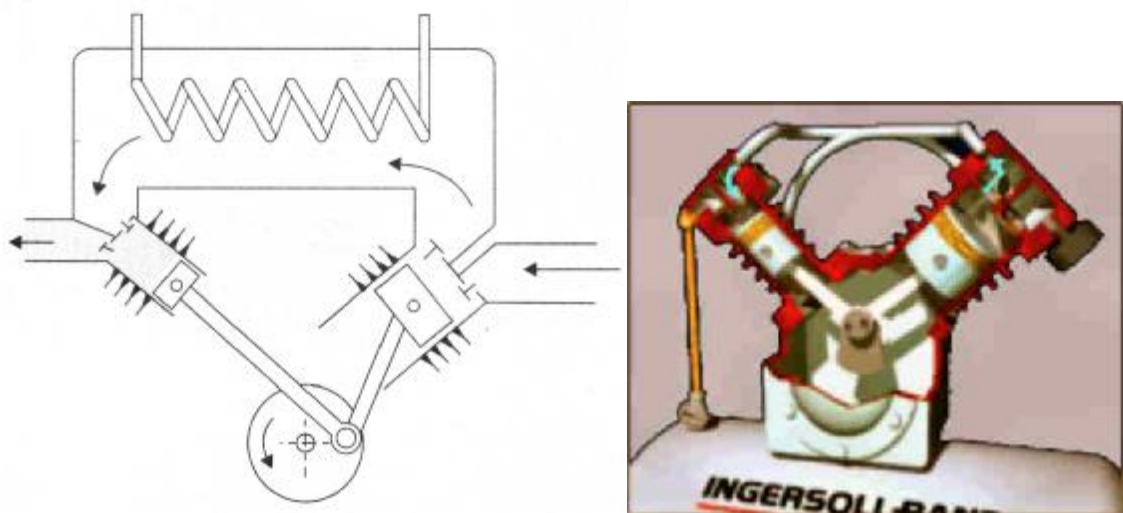


Figura 3.7: Compressor alternativo de pistões de dois estágios.

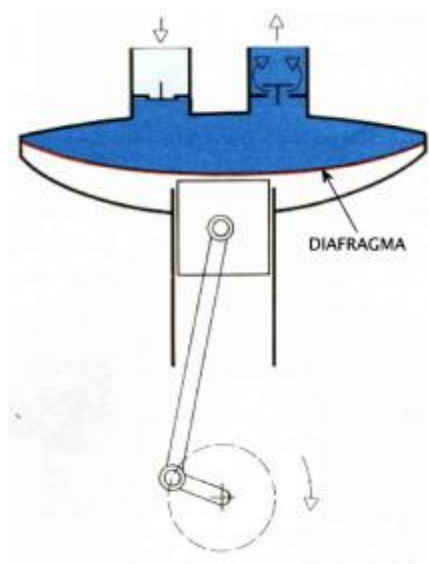


Figura 3.8: Compressor alternativo de diafragma.

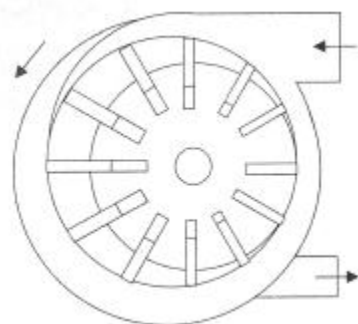


Figura 3.9: Compressor rotativo de palhetas.

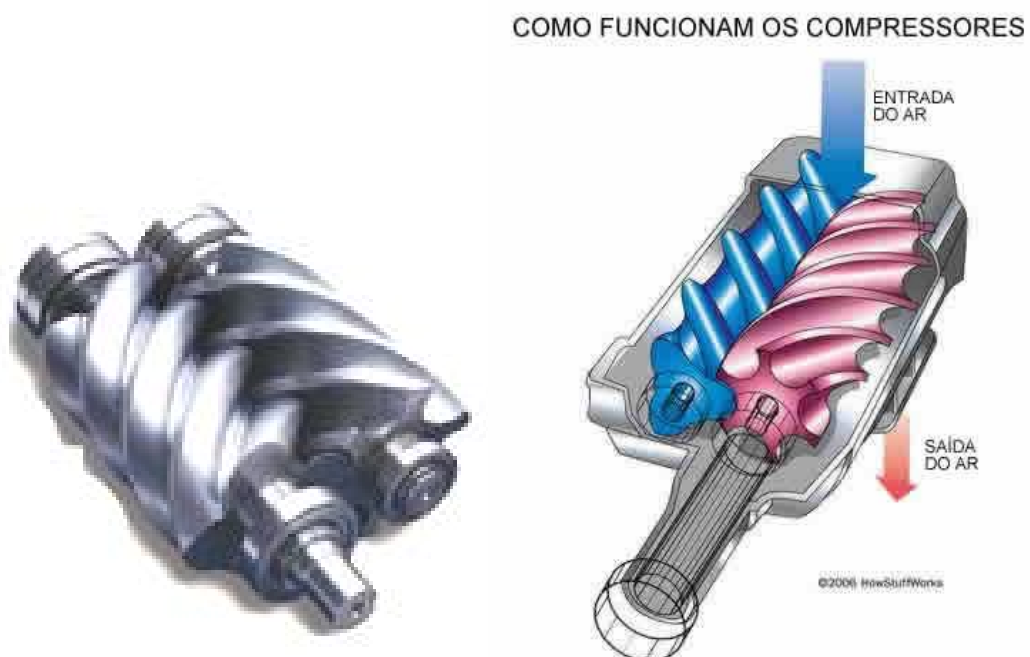


Figura 3.10: Compressor rotativo de duplo parafuso.

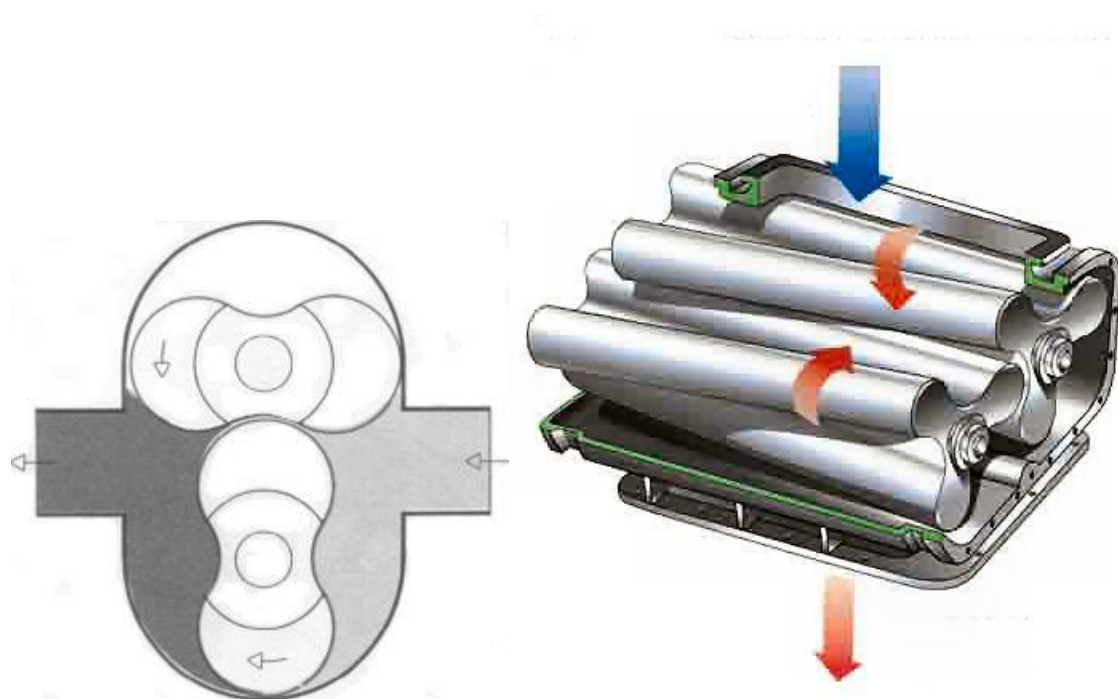


Figura 3.11: Compressor rotativo de lóbulos.

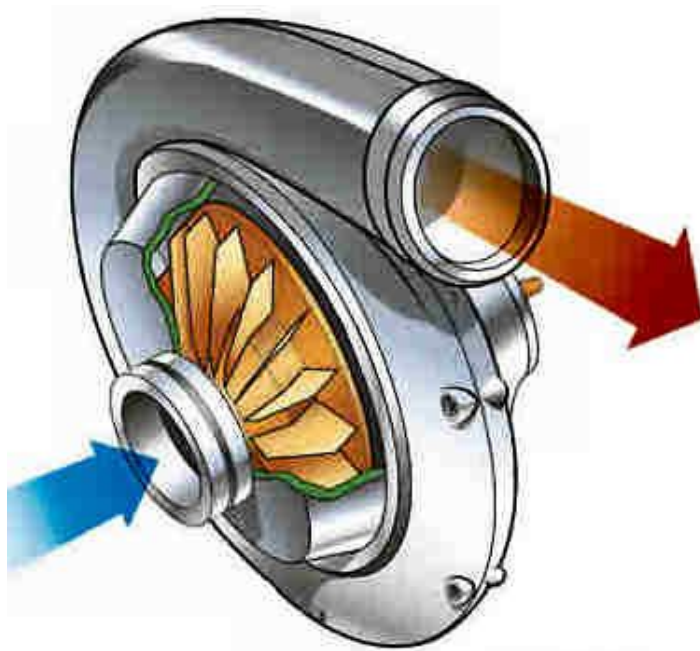


Figura 3.12: Compressor centrífugo radial.

3.4.1.2 Preparação do ar comprimido

A contaminação do ar comprimido é a soma da contaminação do ar ambiente com outras substâncias que são introduzidas durante o processo de compressão.

O ar ambiente é contaminado por partículas sólidas (poeira, microorganismos, etc.), vapor d'água (umidade relativa), vapores de hidrocarbonetos (fumaça de óleo diesel, etc.), dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido nitroso, dióxido de enxofre, etc.

Durante o processo de compressão, o ar comprimido também é contaminado pelo óleo lubrificante do compressor e por partículas sólidas provenientes do desgaste das peças móveis do mesmo. Na tubulação de distribuição, o ar comprimido ainda pode arrastar ferrugem e outras partículas.

A presença de partículas sólida é prejudicial porque é abrasiva, provocando desgastes nas peças móveis.

A presença da água condensada nas linhas de ar provoca:

- oxidação da tubulação e componentes pneumáticos;
- redução da vida útil das peças por remover a película lubrificante;
- avarias em válvulas e instrumentos, etc.

Para tanto, antes de fazer utilização do ar comprimido nas instalações deve-se prepará-lo através da unidade de condicionamento de ar, composta por(ver figura 3.5):

Resfriador-posterior Sua função é reduzir a temperatura do ar que deixa o compressor para níveis próximos da temperatura ambiente. Com isso, obtém-se uma grande condensação dos contaminantes gasosos, especialmente do vapor d'água. Em termos construtivos, o resfriador posterior é um trocador de calor convencional resfriado pelo ar ambiente ou por água.

Filtro de ar comprimido O filtro de ar comprimido aparece geralmente em três posições diferentes:

- antes do secador de ar comprimido;
- depois do secador de ar comprimido;
- e também junto ao ponto-de-uso.

A função do filtro instalado antes do secador (pré-filtro) é separar o restante da contaminação sólida e líquida não totalmente eliminada pelo separador de condensados do resfriador-posterior.

O filtro instalado após o secador (pós-filtro) deve ser responsável pela eliminação da umidade residual não removida pelo separador mecânico de condensados do secador, além da contenção dos sólidos não retidos no pré-filtro.

Secador de ar comprimido Sua função é eliminar a umidade (líquido e vapor) do fluxo de ar.

Um secador deve estar apto a fornecer o ar comprimido com o Ponto de Orvalho especificado pelo usuário.

Ponto de Orvalho é a temperatura na qual o vapor começa a condensar.

Há dois conceitos principais de secadores de ar comprimido:

por refrigeração (cujo Ponto de Orvalho padrão é $+3^{\circ}\text{C}$) e

por adsorção (com Ponto de Orvalho mais comum de -40°C).

Purgadores Os purgadores são pequenos aparelhos destinados a efetuar a drenagem dos contaminantes líquidos do sistema de ar comprimido para o meio-ambiente. Podem ser manuais ou automáticos.

Purgadores geralmente estão presentes no resfriador posterior, filtros e secadores. Também são colocados na rede de distribuição de ar comprimido para drenar a água condensada.

Além disso, nos pontos de utilização são colocadas unidades de conservação que são compostas de:

- filtro;
 - regulador de pressão;
 - lubrificador.
-



Figura 3.13: Unidade de conservação.

A norma internacional ISO-8573-1 é a referência central sobre a qualidade do ar comprimido para uso geral, não valendo para usos muito particulares, como ar medicinal, respiração humana e alguns outros. A tabela a seguir apresenta as classes de qualidade do ar comprimido em função dos seus três contaminantes típicos: água, óleo e partículas sólidas.

Tabela 3.1: ISO8573-1 Classes de qualidade

	Sólidos (μm)	Água ($^{\circ}C$)	Óleo (mg/m^3)
1	0,1	-70	0,01
2	1	-40	0,1
3	5	-20	1
4	15	+3	5
5	40	+7	25
6	-	+10	-
7	-	n espec.	-

Para a obtenção dos diferentes níveis de pureza do ar comprimido (classes de qualidade), a ISO-8573 recomenda a seguinte sequência padrão de equipamen-

tos:

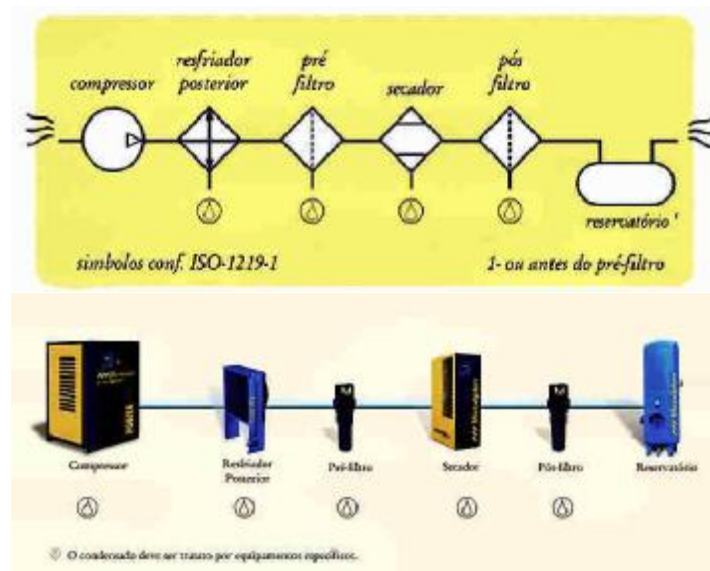


Figura 3.14: Sequência padrão de equipamentos(ISO8573).

3.4.2 Tubulação:

É importante dimensionar o diâmetro da rede de ar comprimido de forma tal que não ocorra uma perda de pressão maior que 0,1 bar. Para evitar transtornos futuros é também recomendável que seja prevista uma ampliação, pois uma substituição posterior da rede é demasiadamente cara. Para o dimensionamento do diâmetro da rede deve-se levar em consideração:

- Vazão;
- Comprimento da rede;
- Queda de pressão admissível;
- Pressão de trabalho;
- Pontos de estrangulamento.

Devemos lembrar que a tubulação de ar comprimido requer manutenção periódica, sendo portanto necessário deixá-la exposta, evitando passagens estreitas. As tubulações devem ser montadas com um declive de 1 a 2% na direção do fluxo.

As tomadas de ar devem sair pela parte de cima da tubulação principal.

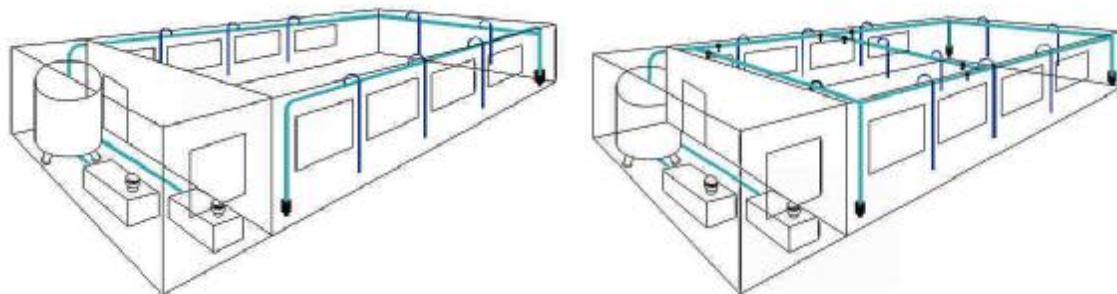


Figura 3.15: Rede de distribuição de ar comprimido.

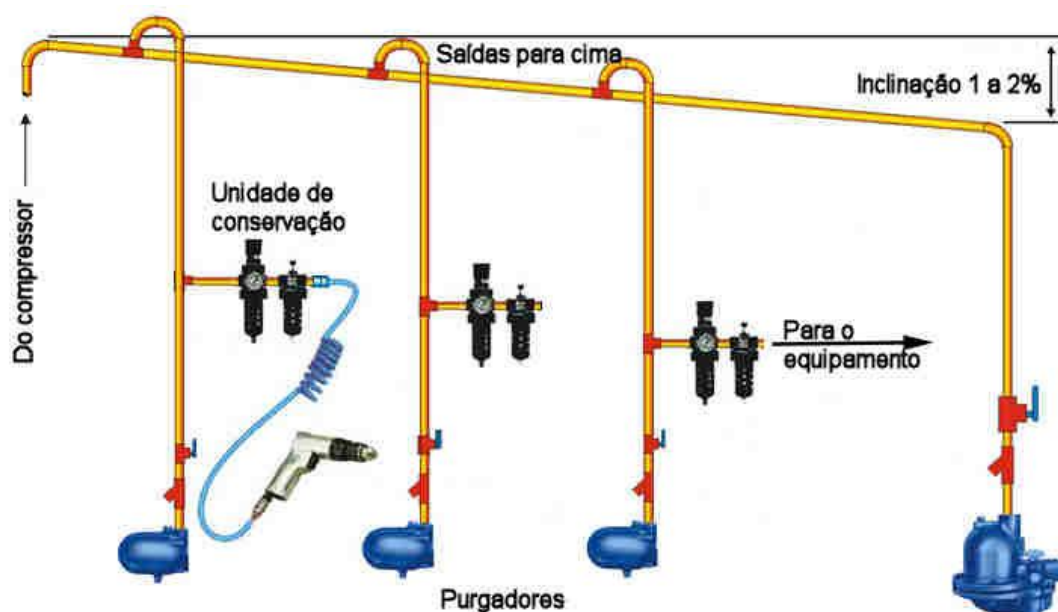


Figura 3.16: Rede de distribuição de ar comprimido.

3.5 Atuadores:

A função dos atuadores é executar a conversão da energia fluídica em energia mecânica. Num circuito qualquer, o atuador é ligado mecanicamente à carga. Assim, ao sofrer a ação do fluido, sua energia é convertida em trabalho. Os atuadores podem ser divididos em dois grupos:

- Atuador linear:
 - Cilindro de simples ação;
 - Cilindro de dupla ação.
 - Atuador rotativo:
 - limitado - cilindro de movimento giratório;
 - contínuo - motor.
-

3.5.1 Atuador Linear:

Convertem a energia fluídica em energia mecânica na forma de força e velocidade linear. São popularmente conhecidos por cilindros.



Figura 3.17: Cilindro pneumático.

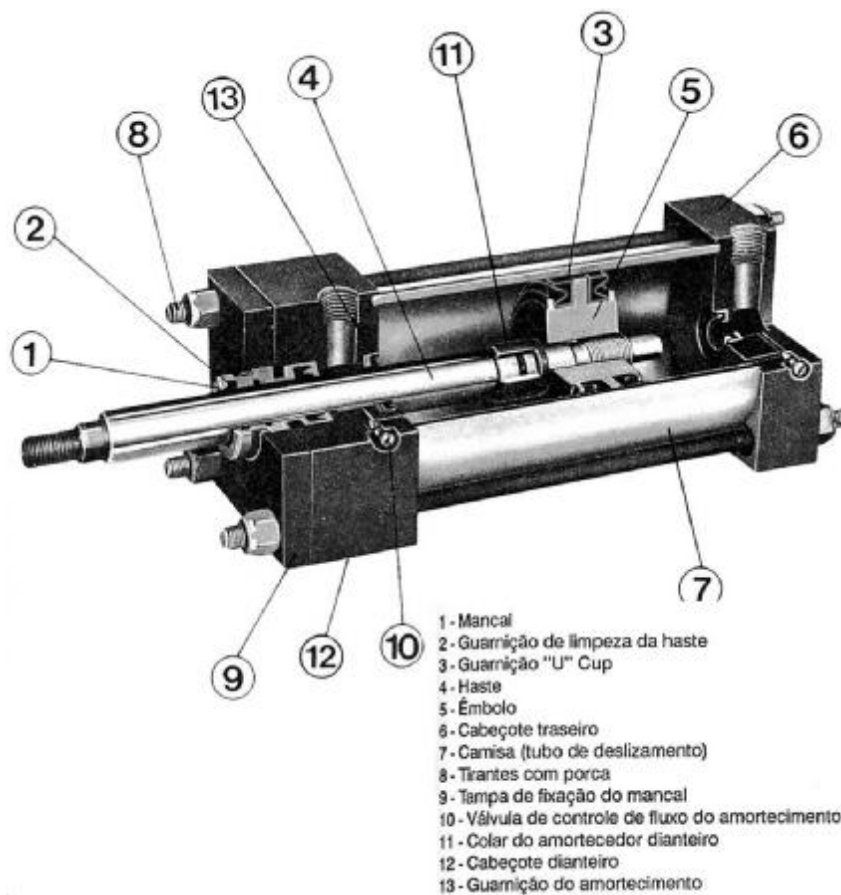


Figura 3.18: Cilindro pneumático-Detalhes internos.

Os cilindros podem ser classificados:

- Pelo acionamento:

- Simples ação:

São assim chamados porque utilizam a energia do fluido para produzir trabalho em um único sentido de movimento, no avanço ou no retorno, sendo o primeiro mais comum.

Estes cilindros possuem apenas um orifício para entrada e saída do fluido. No lado oposto existe outro orifício que serve apenas para respiro, para impedir a formação de contra-pressão.

Nos cilindros de simples ação o movimento não realizado pelo fluido é feito geralmente por ação de uma mola. Porém, pode ser também realizado por ação de uma força externa, a gravidade, por exemplo (caçamba de caminhão).

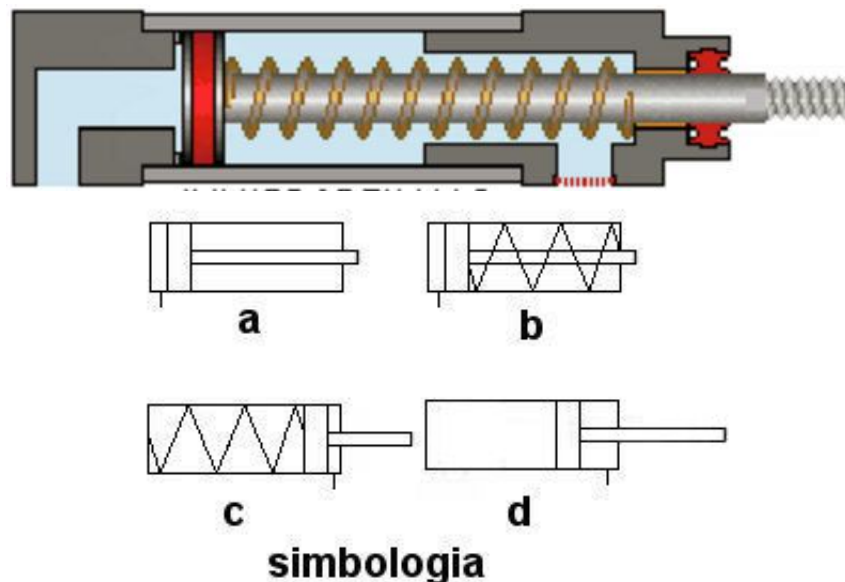


Figura 3.19: Cilindro de simples ação. Simbologia: a) Cilindro de simples ação com retorno por força não definida b) Cilindro de simples ação com retorno por mola c) cilindro de simples ação com avanço por mola d) cilindro de simples ação com avanço por força não definida.

- Dupla ação:

São aqueles que utilizam a energia do fluido para produzir trabalho em ambos os sentidos: avanço e retorno. Estes possuem dois orifícios por onde, alternadamente, entra e sai o fluido.

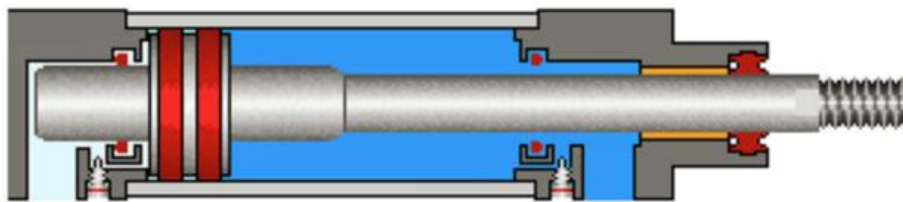


Figura 3.20: Cilindro de dupla ação.

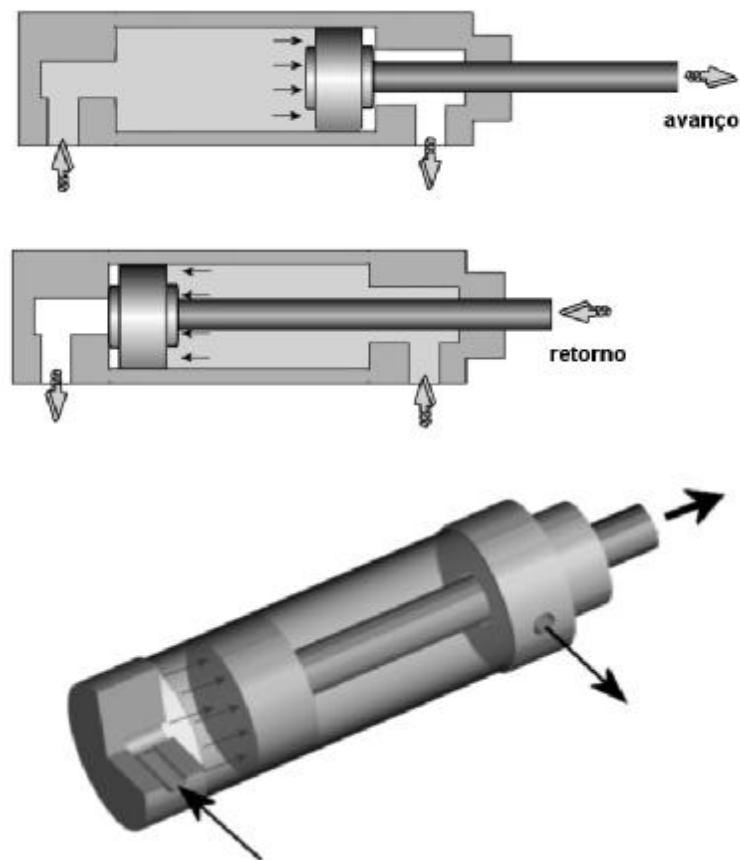


Figura 3.21: Cilindro de dupla ação. No avanço o ar entra pelo orifício traseiro, empurrando o êmbolo, e sai pelo orifício dianteiro. No retorno o sentido é invertido.

- Pela configuração da haste:
 - cilindro sem haste;
 - cilindro com uma haste (comum);
 - cilindro com duas hastes ou haste passante;
 - cilindro sem haste tipo almofada.
-



Figura 3.22: Cilindro sem haste: com acoplamento mecânico, com acoplamento magnético.



Figura 3.23: Cilindro pneumático com uma haste.



Figura 3.24: Cilindro pneumático com haste passante.



Figura 3.25: Cilindro pneumático tipo almofada.

3.5.2 Atuador rotativo:

Convertem a energia fluídica em energia mecânica na forma de momento de torção.

Podem ser:

Limitados: Os atuadores rotativos limitados são aqueles que produzem movimentos oscilatórios, ou seja, giram em um sentido até alcançar o fim de curso e precisam retornar girando no sentido oposto. Dependendo de sua construção, podem ser limitados a apenas uma volta ou a algumas voltas. O tipo pinhão e cremalheira, na figura abaixo, possuem uma haste dentada(cremalheira). Esta cremalheira aciona uma engrenagem, transformando o movimento linear em movimento rotativo. Nos de aleta giratória só é possível um movimento angular de no máximo 300°.

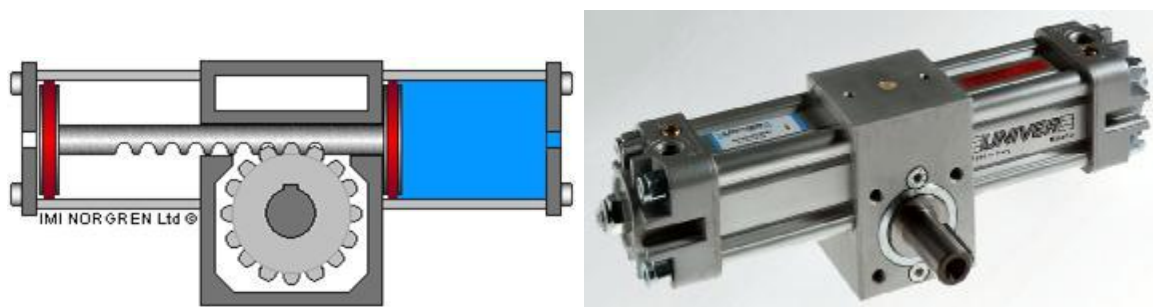


Figura 3.26: Cilindro giratório de pinhão e cremalheira.



Figura 3.27: Cilindro giratório de aleta.

Contínuos:

Os atuadores rotativos contínuos, também chamados de motores, podem realizar um número infinito de voltas. Os motores pneumáticos são similares aos compressores quanto à sua construção. Existem motores de engrenagens, de palhetas, de pistões radiais, de pistões axiais e turbo-motores(turbinas).

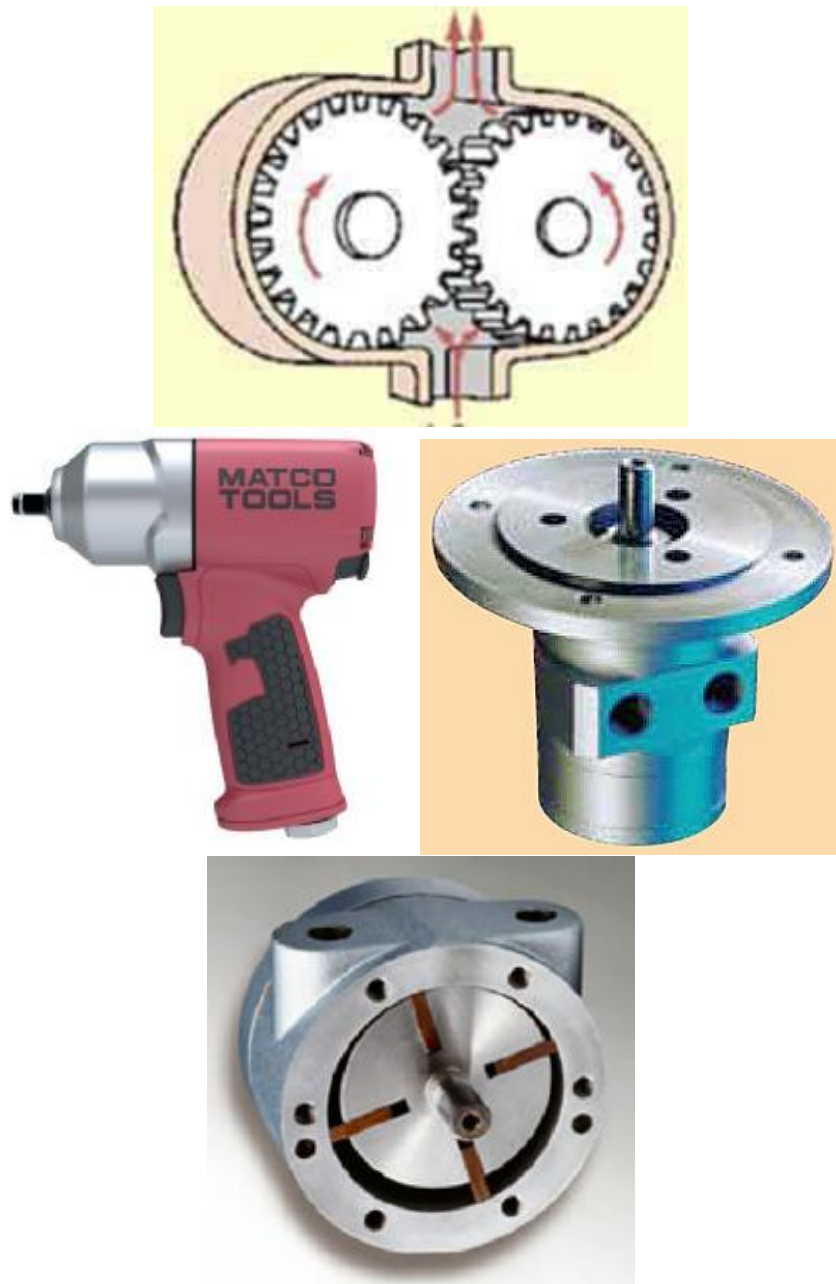


Figura 3.28: Motores pneumáticos de engrenagens e de palhetas.

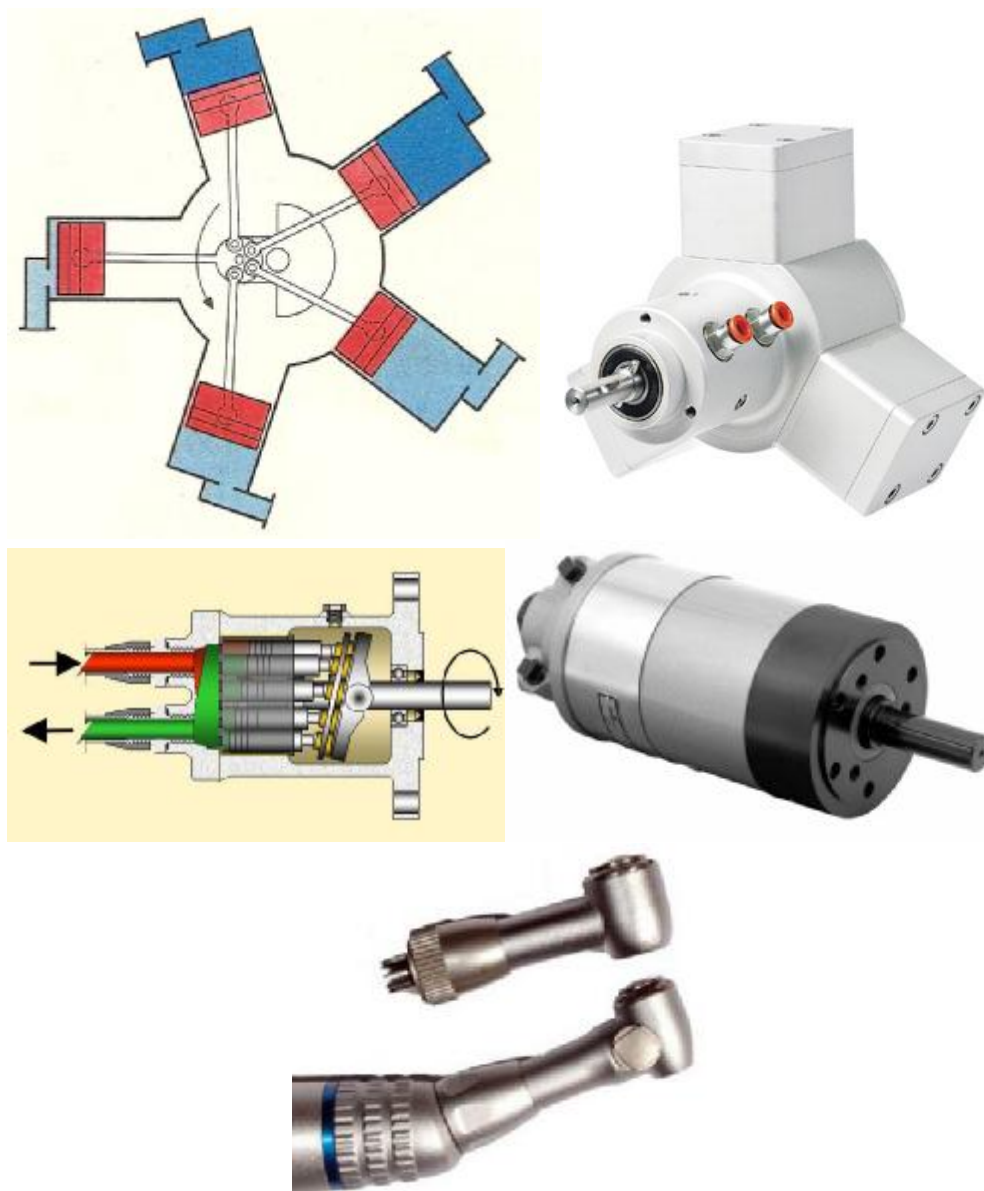


Figura 3.29: Motores pneumáticos de pistões radiais, de pistões axiais e turbo motor.

3.6 Válvulas

As válvulas são componentes dos sistemas pneumáticos, responsáveis pela distribuição e regulação do fluido transmitido do compressor até os atuadores. A regulação consiste em limitar os níveis de pressão e vazão para garantir a disponibilidade de força e velocidade, respectivamente.

- **Válvulas direcionais:**

São válvulas que influenciam no trajeto do fluxo do fluido;

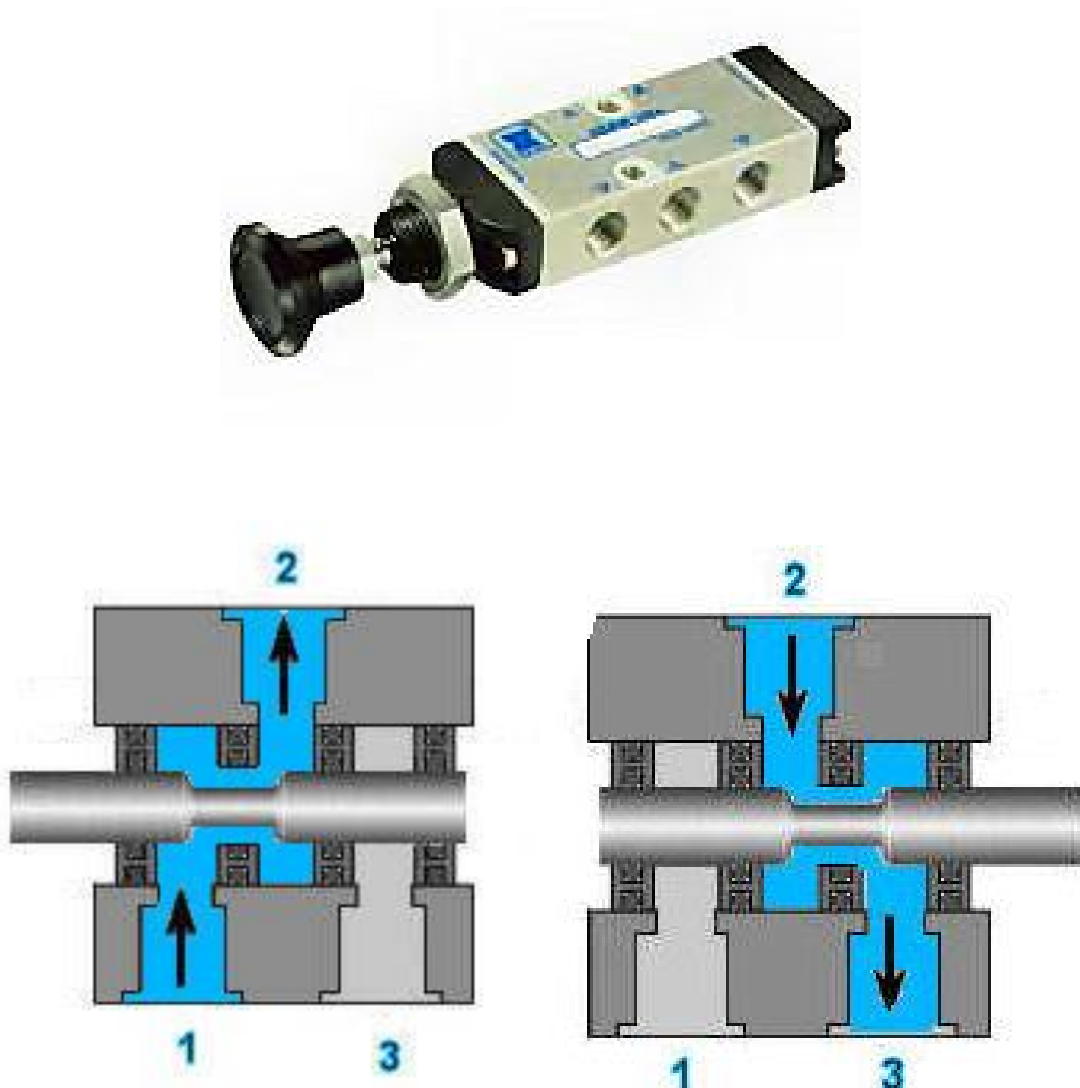


Figura 3.30: Válvula direcional botão/mola.

- **Válvulas de bloqueio:**

- **Válvula de retenção:**

São válvulas que bloqueiam completamente a passagem do fluido em um sentido. No outro sentido o fluido passa com a mínima perda de pressão;

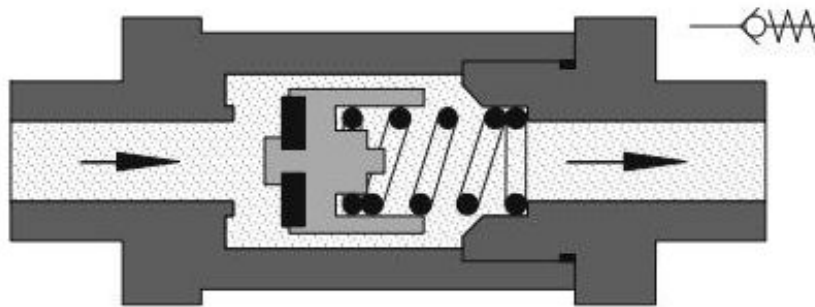


Figura 3.31: Válvula de retenção.

- **Válvula alternadora(elemento OU):**

Esta válvula possui duas entradas, X e Y, e uma saída A. Quando o fluido entra em X a esfera bloqueia a entrada em Y. Quando o fluido entra por Y a esfera bloqueia a entrada X.

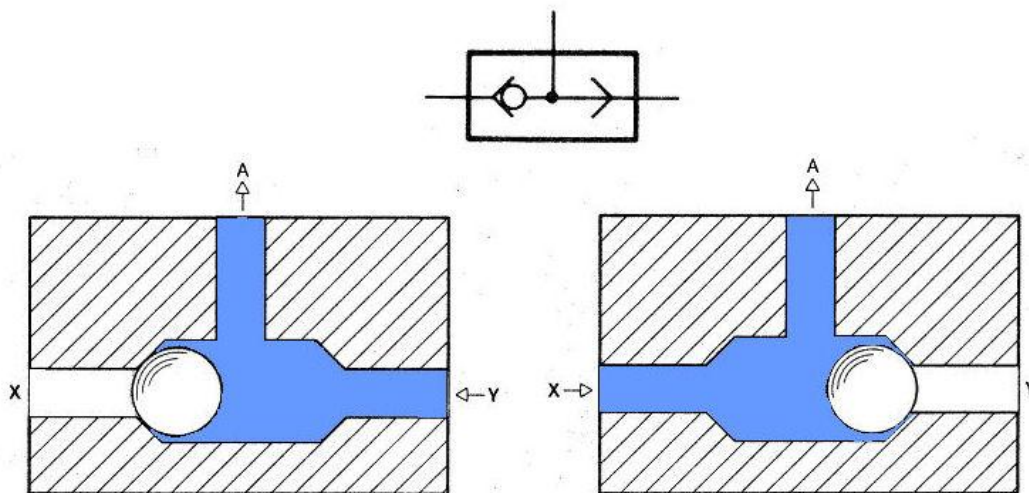


Figura 3.32: Válvula alternadora.

- **Válvula de simultaneidade(elemento E):** Esta válvula também possui

duas entradas, X e Y, e uma saída A.

O fluido só passa quando houver pressão em ambas as entradas, x e y. Um sinal apenas em X ou em Y fica impedido de passar para A porque ele atua sobre a peça móvel fechando a passagem. Quando dois sinais

iguais chegam em tempos diferentes, o último passa para A.
Quando os sinais são de pressões diferentes, o de pressão maior fica bloqueado o de pressão menor passa para A.

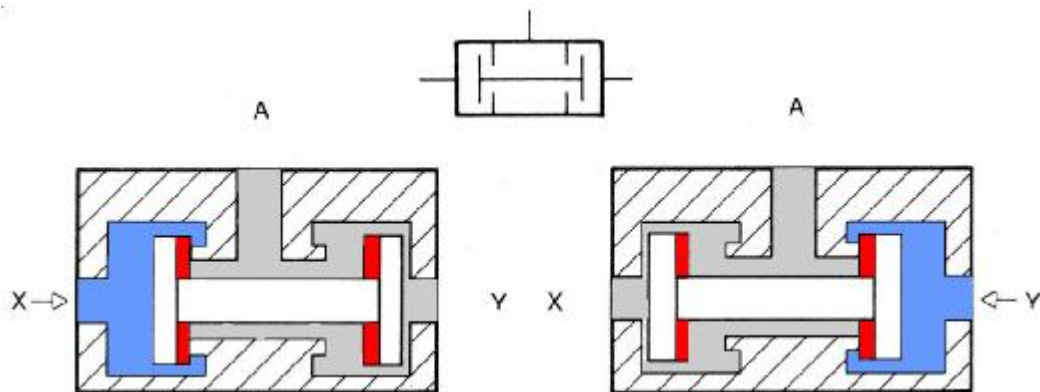


Figura 3.33: Válvula de simultaneidade.

- **Válvulas controladoras(reguladoras) de fluxo:** São válvulas que ao reduzirem a seção de passagem do fluido influenciam o valor da vazão na linhas de ligação com os atuadores. Essa regulação da vazão está relacionada com a variação da pressão nas tomadas de entrada e saída da válvula. Dessa forma, para uma melhor precisão, devem trabalhar em conjunto com válvulas que regulam os níveis de pressão no sistema;

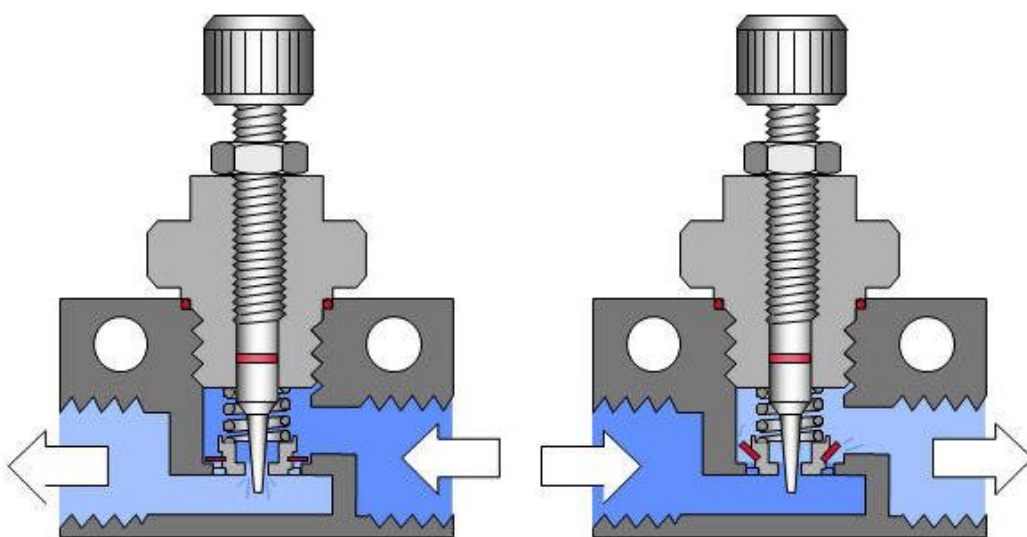


Figura 3.34: Válvula controladora de fluxo unidirecional.

-
- **Válvulas controladoras de pressão:** São válvulas que agem sobre a pressão do sistema.

As válvulas controladoras de pressão podem ser utilizadas como:

- **Limitadoras de pressão (de segurança ou de alívio):** A pressão máxima do sistema pode ser controlada com o uso de uma válvula de pressão normalmente fechada. Com a via primária da válvula conectada à pressão do sistema e a via secundária conectada ao tanque(hidráulica) ou atmosfera(pneumática), a válvula é acionada por um nível predeterminado de pressão, e neste ponto as vias primárias e secundárias são conectadas e o fluxo é desviado para o tanque ou para a atmosfera. Esse tipo de controle de pressão normalmente fechado é conhecido como válvula limitadora de pressão.

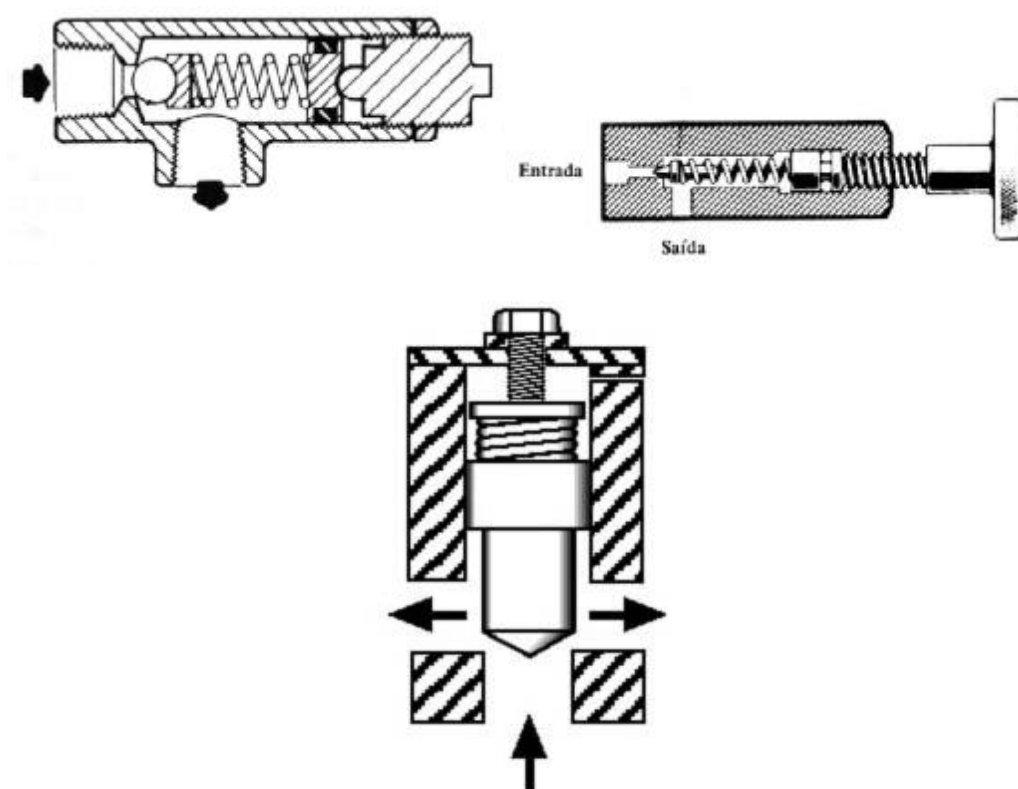


Figura 3.35: Válvula controladora de pressão.

- **Sequencia:** Uma válvula de controle de pressão normalmente fechada, que faz com que uma operação ocorra antes da outra, é conhecida como válvula de sequencia.
-

-
- **Reguladora de pressão:** São válvulas usadas para manter a pressão de trabalho(secundária) do sistema, pre-regulada e indicada no manômetro, em um nível uniforme independente da pressão da rede(primária) e do consumo do ar.

A pressão primária tem que ser sempre maior que a secundária.

A pressão é controlada por meio de uma membrana. Uma das faces da membrana fica submetida à pressão de trabalho. Do outro lado atua uma mola que pode ser ajustada por meio de um parafuso de regulação.

O ar vindo da entrada(primário) aumenta a pressão do lado secundário(trabalho) e provoca o movimento da membrana contra a força da mola. Com isto, a passagem do ar primário sofre restrição ou fecha totalmente quando a pressão do lado secundário atingir o valor regulado vencendo totalmente a força da mola. Com o consumo de ar durante o trabalho a pressão diminui e a mola reabre a válvula.

Fica claro então que a pressão é regulada pela vazão do consumo.

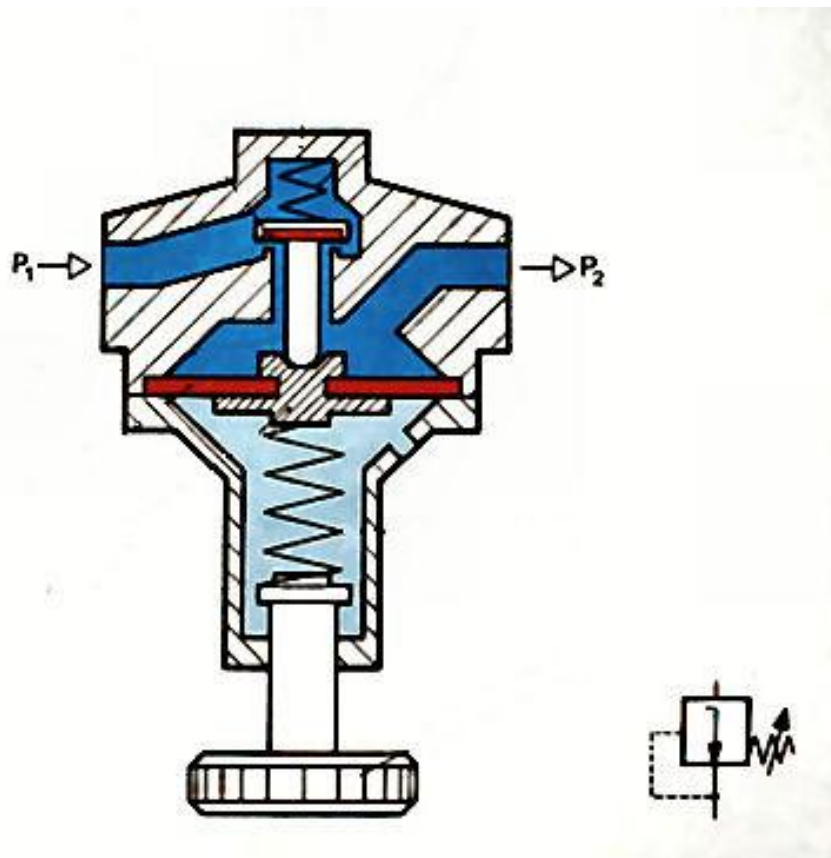


Figura 3.36: Válvula reguladora de pressão.

CAPÍTULO 4

CIRCUITOS PNEUMÁTICOS

Quando unimos várias válvulas e atuadores por meio de tubulações, a fim de realizar determinada tarefa, damos ao conjunto o nome de *circuito*. É circuito pneumático ou circuito hidráulico, conforme o caso.

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.

4.1 Simbologia

4.1.1 Válvulas direcionais

Um dos símbolos mais importantes é aquele usado para representar válvulas e, principalmente, as válvulas direcionais. Uma válvula pode assumir várias posições, dependendo do estado em que se encontra: não acionada, acionada para a direita, acionada para a esquerda etc.

As válvulas direcionais são classificadas de acordo com o número de vias ou orifícios para passagem do fluxo de ar ou óleo e pelo número de posições que ela pode assumir. As vias de comando ou pilotagem não são consideradas.

Cada posição da válvula é simbolizada por um quadrado e o número de quadrados indica o número de posições ou estados que ela pode assumir.



Figura 4.1: Válvula direcional: 1 posição, 2 posições e três posições.

No interior do quadrado, representam-se as passagens que estão abertas, permitindo o fluxo de fluido, e as que estão fechadas. Quando uma via ou orifício da válvula se comunica com outro, permitindo a passagem de fluido, essa passagem é representada por uma seta. As vias quando são fechadas são indicadas por um traço horizontal. As vias são indicadas externamente por traços verticais curtos.

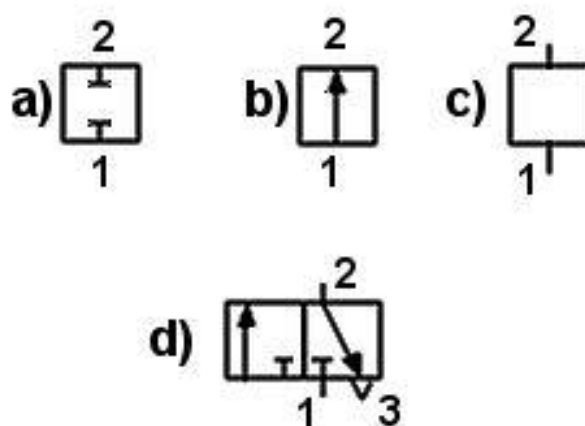


Figura 4.2: a)Vias fechadas; b)vias em comunicação; c)Ligações externas com as vias; d)válvula com duas posições e três vias.O orifício 1 está bloqueado e o orifício 2 está em comunicação com o orifício 3.

As vias são identificadas por letras maiúsculas ou por números:

TIPOS DE VIAS (ORIFÍCIOS)	IDENTIFICAÇÃO	
	Letras	Numeros
Trabalho ou Saída:	A,B,C,D	2,4,6
Entrada ou pressão:	P	1
Escape:	R,S,T	3,5,7
Comando ou pilotagem:	X,Y,Z	10,12,14

Posição de repouso: é aquela que a válvula assume quando não é acionada. Nem toda válvula possui posição de repouso. Somente aquelas que possuem mola outro dispositivo que force a válvula a retornar a posição anterior após o seu desacionamento¹.

Posição de partida: é aquela que a válvula assume quando montada no sistema e recebe a pressão da rede e ainda , se houver, a ligação elétrica.

¹Apesar de não ser uma válvula, o botão de campainha tem uma posição de repouso. Após retirarmos a pressão sobre o botão, este desliga automaticamente devido a ação de uma mola interna.

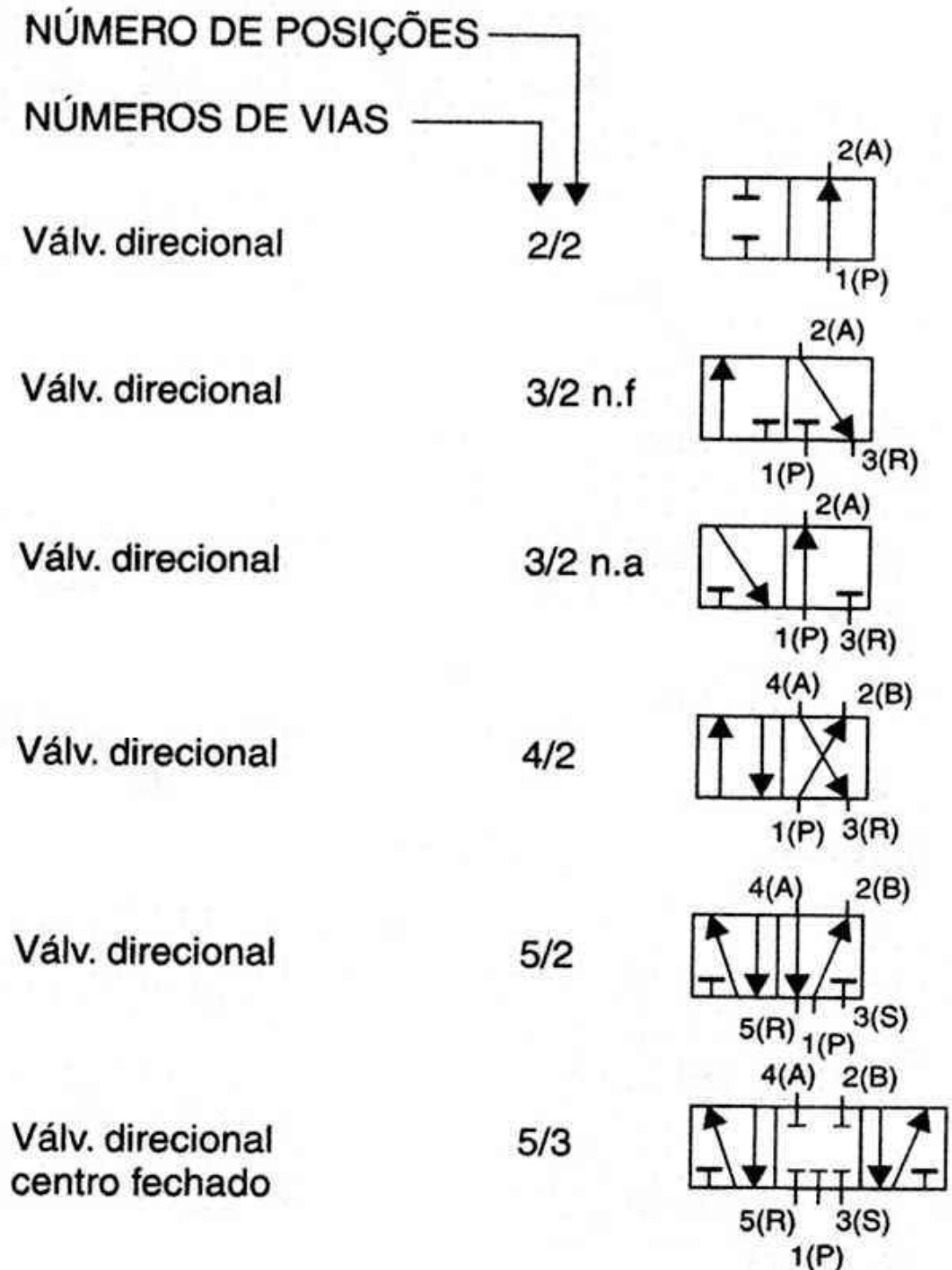


Figura 4.3: Algumas configurações de válvulas direcionais.

A figura abaixo ilustra como funciona uma válvula com o tipo de construção de carretel.

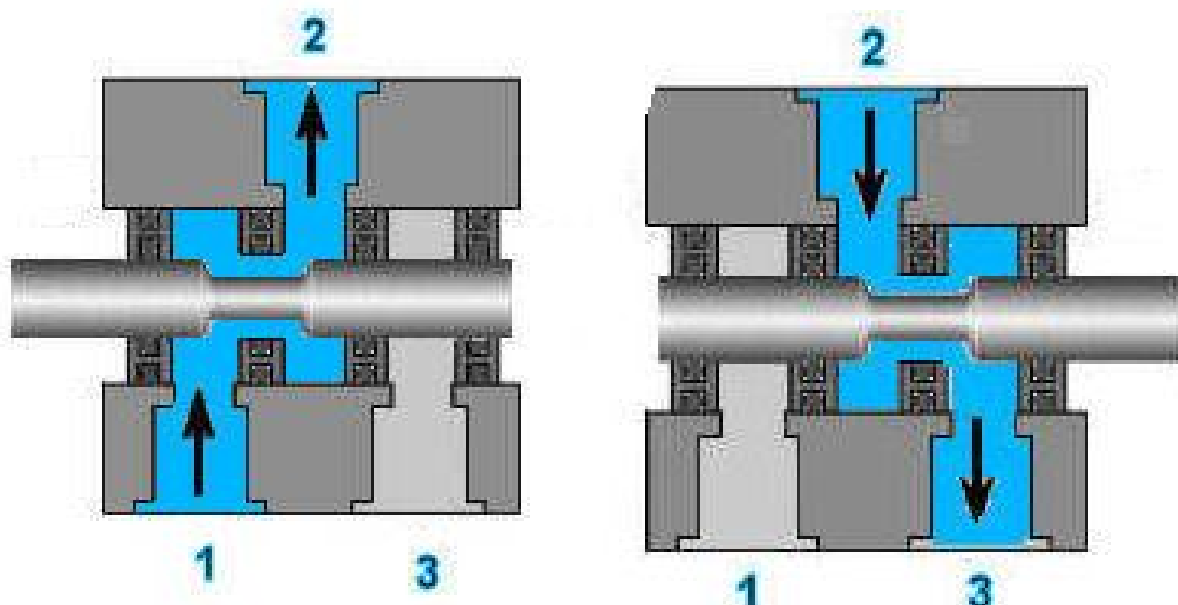


Figura 4.4: Válvula de 2 posições e 3 vias tipo carretel. A primeira figura mostra o carretel posicionado de tal forma a conectar a via de pressão 1 com a via de utilização 2. Ao comutarmos o carretel, a via de pressão 1 fica bloqueada e a via de utilização 2 fica conectada à via de escape 3.

4.1.1.1 Acionamentos

A mudança de posição da válvula pode ser feita por acionamento mecânico, elétrico ou por ar comprimido. Os símbolos dos elementos de acionamento são desenhados adjacentes aos quadrados.

4.1.2 Fonte de pressão

Como na indústria, de modo geral, o ar comprimido é produzido em local central (casa de máquinas) e é conduzido ao local da aplicação através de uma rede de tubulação, os símbolos do compressor e dos elementos de condicionamento do ar tais como secador, filtros etc. geralmente não aparece nos circuitos de automação pneumática. Usamos um símbolo para indicar a fonte de pressão.

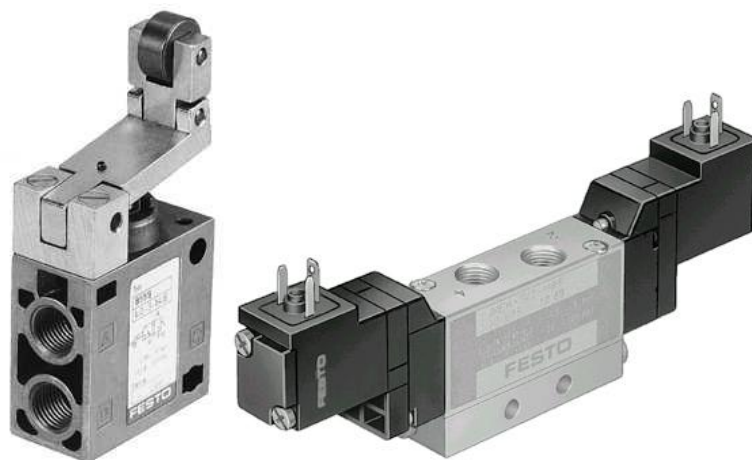


Figura 4.5: válvulas direcionais: à esquerda com acionamento mecânico tipo rolete, à direita com duplo acionamento elétrico, duplo solenóide.



Figura 4.6: válvulas direcionais: à esquerda com acionamento por botão e à direita por alavanca.

4.2 Comandos pneumáticos básicos

4.2.1 Comando de um cilindro de simples ação (comando direto)

Para comandarmos um cilindro de simples ação basta uma válvula direcional de três vias, duas posições normal fechada. Nesta solução usamos uma válvula com acionamento por botão e retorno por mola. Ao apertarmos o botão, empurramos o carretel da válvula e o ar passa de 1 para 2, enchendo a câmara traseira do cilindro. A pressão que antes estava equilibrada com a pressão atmosférica aumenta até o valor da pressão de trabalho ajustada na unidade de conservação. A pressão atuando sobre a área do êmbolo produz uma força que empurra o

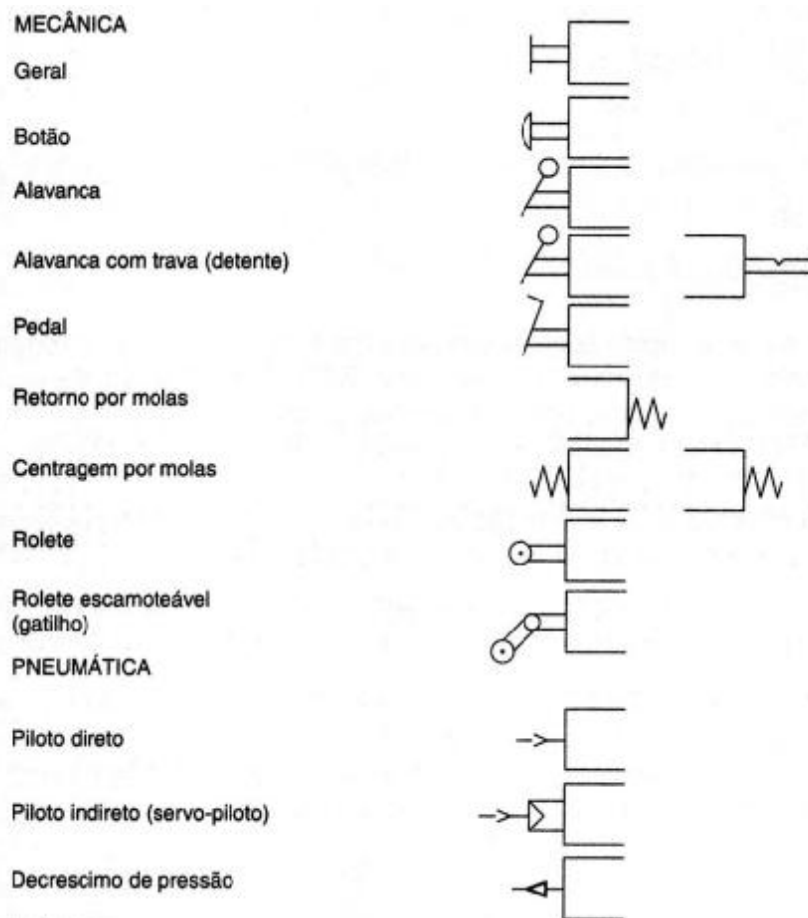


Figura 4.7: Simbologia dos acionamentos de válvulas.



Figura 4.8: Fonte de pressão.

êmbolo e este avança comprimindo a mola até atingir o fim da câmara dianteira. Ao aliviarmos o botão a mola retrocede o carretel da válvula fazendo com que o ar passe de 2 para 3, esvaziando a câmara traseira do cilindro. Assim, a pressão torna a cair para o valor da pressão atmosférica eliminando a força produzida pela pressão de trabalho e o êmbolo retorna pela ação da mola. Observe que esta válvula possui uma mola que provoca o retorno do carretel. Deste modo, o êmbolo do cilindro só avança enquanto o botão estiver acionado, pois se aliviarmos o botão o êmbolo retornará imediatamente.

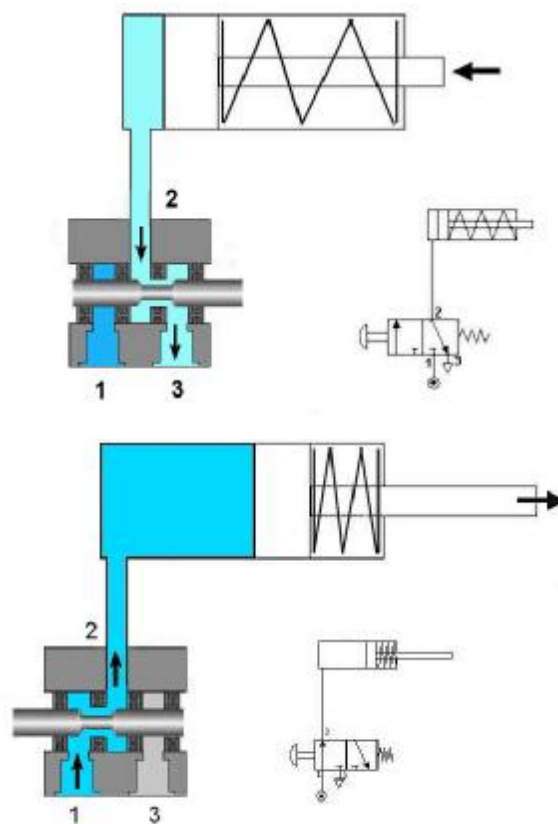


Figura 4.9: Circuito de comando de um cilindro de simples ação.

4.2.1.1 Comando alternativo(direto)

Com a utilização de uma válvula alternadora podemos comandar um cilindro de simples ação em dois pontos diferentes. Ao apertarmos o botão de uma das válvulas o ar passa de 1 para 2 e, através da válvula alternadora chega até o cilindro.

Caso não houvesse a válvula alternadora o ar sairia pelo escape da outra válvula.

4.2.1.2 Comando simultâneo(direto)

Quando precisarmos que um cilindro seja acionado somente quando haja a ação simultânea de duas válvulas podemos utilizar uma válvula de simultaneidade ou elemento "E" ou então colocarmos as duas válvulas em série. Este comando também é conhecido por *comando bimanual*.

4.2.2 Comando de um cilindro de dupla ação(comando direto)

Para comandarmos um cilindro de dupla ação podemos usar uma válvula direcional de duas posições, de quatro ou cinco vias. Ao acionarmos o botão, o ar passa de 1 para 2 fazendo com que o êmbolo avance. O ar que se encontra

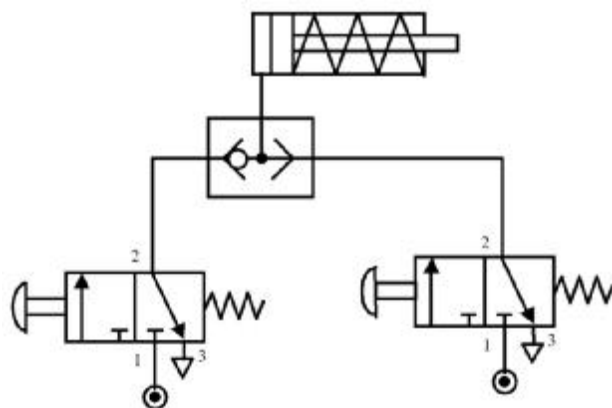


Figura 4.10: Circuito de comando de um cilindro de simples ação com uso do elemento OU.

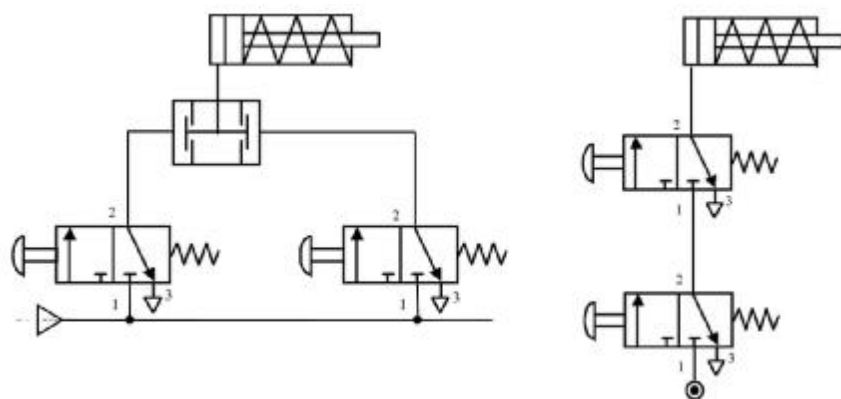


Figura 4.11: Comando de um cilindro através do acionamento simultâneo de duas válvulas.

na outra câmara passa para 3 ou de 4 para 5 escapando para a atmosfera. Ao retirarmos a pressão do botão a mola retrocede a válvula fazendo com que ar passe de 1 para 4 retornando o êmbolo. O ar que se encontra na outra câmara passa de 2 para 3 escapando para a atmosfera.

4.3 Comando indireto

As vezes para comandar cilindros de grandes dimensões, que exigem válvulas de grande passagem de ar, usamos uma válvula menor para comandar a válvula principal. Ao acionarmos o botão da a1 ar passa de 1 para 2 e aciona a válvula principal a_o através do orifício piloto 12. O ar então passa de 1 para 2 e avança o êmbolo do cilindro.

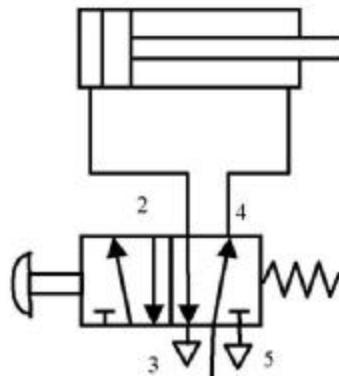


Figura 4.12: Circuito de comando de um cilindro de dupla ação.

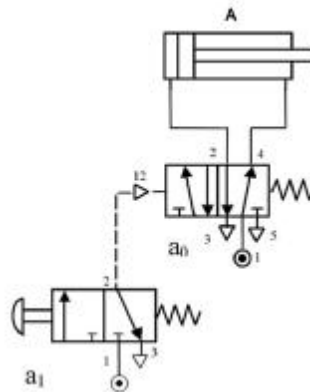


Figura 4.13: Comando de um cilindro através do acionamento indireto.

4.4 Controle de velocidade

4.4.1 Cilindros de simples ação:

Os cilindros de simples ação podem ter a velocidade de avanço controlada pela regulagem da entrada do ar. Para regular a velocidade de retorno, basta regular a saída do ar.

4.4.2 Cilindros de dupla ação

Os cilindros de dupla ação permitem o controle da velocidade de avanço tanto pela regulagem do ar que entra como pela regulagem do ar que sai. Da mesma forma a regulagem da velocidade de retorno. Existem válvulas de regulagem de velocidade combinadas com silenciadores as quais são montadas nos orifícios de escape.

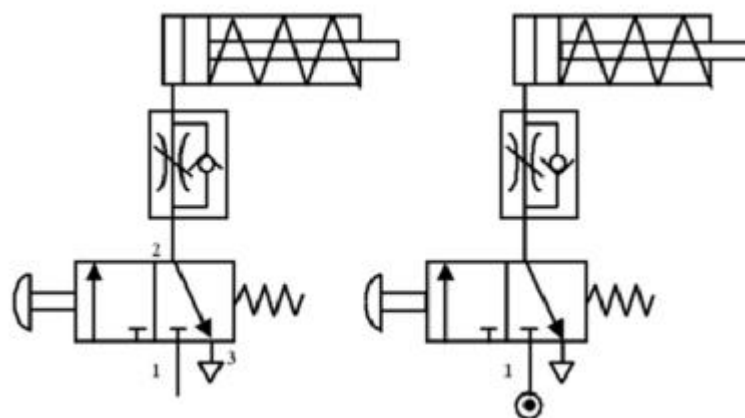


Figura 4.14: Controle de velocidade um cilindro de simples ação.

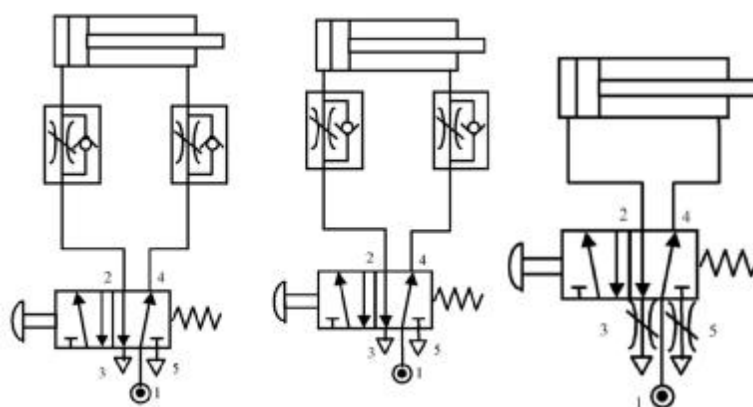


Figura 4.15: Controle de velocidade um cilindro de dupla ação.

CAPÍTULO 5

ELETROPNEUMÁTICA

A eletropneumática é uma técnica de automação industrial que combina a energia pneumática com a energia elétrica. Na eletropneumática usamos atuadores pneumáticos e os elementos de comando são elétricos. Assim temos, em geral, a seguinte distribuição:

- elementos de entrada de sinal: componentes elétricos;
- elementos de processamento de sinal: componentes elétricos e eletropneumáticos;
- elementos de saída: componentes eletropneumáticos.

5.1 Elementos de entrada de sinal

Os componentes de entrada de sinais elétricos são aqueles que emitem informações ao circuito por meio de um sinal elétrico, proveniente de uma ação muscular, mecânica, elétrica, eletrônica ou combinação entre elas. Entre os elementos de entrada de sinais podemos citar as botões de comando, as chaves fim de curso, os sensores de proximidade e os pressostatos entre outros, todos destinados à emitir sinais para energização ou desenergização do circuito ou parte dele.

5.1.1 Botões de comando:

Os botões de comando são chaves elétricas acionadas manualmente que podem ter um contato aberto(NA) ou um contato fechado(NF) ou os dois. De acordo com o tipo de sinal a ser enviado ao comando elétrico, os botões são caracterizados como pulsadores ou com trava.

Os **botões pulsadores** quando acionados invertem a condição dos seus contatos e, devida a ação de uma mola, retornam a condição inicial quando cessa o acionamento.

Os **botões com trava** também invertem a condição dos seus contatos quando acionados, porém, ao contrário dos botões pulsadores, permanecem acionados e travados mesmo depois de cessado o acionamento.

Botões de comando podem ser redondos, quadrados, cogumelo e etc.. O acionamento pode ser feito pela pressão do dedo ou por movimento giratório.



Figura 5.1: Botões de comando.

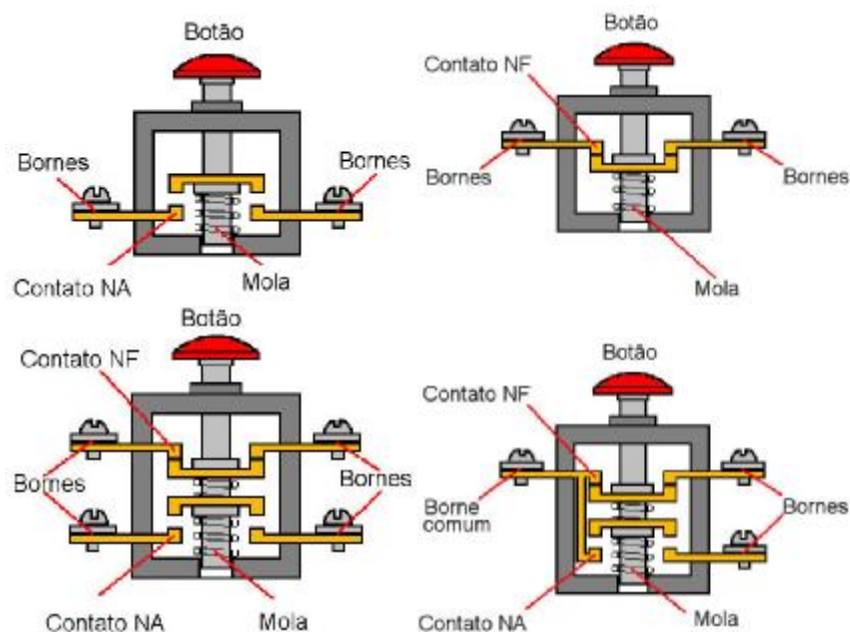


Figura 5.2: Botão pulsador NA, botão pulsador NF, botão pulsador NA+NF e botão pulsador comutador.

5.2 Elementos de processamento de sinal

5.2.1 Relés

São dispositivos eletromecânicos que abrem, fecham ou comutam contatos. Os relés são utilizados para o processamento de sinais elétricos ou para monitorar circuitos de correntes mais elevadas. A bobina ao receber uma tensão nos seus terminais será percorrida por uma corrente elétrica a qual produz um campo magnético. Este campo magnético imanta o núcleo que atrai a armadura. Nesta atração os contatos se movimentam podendo ser abertos, fechados ou comutados dependendo da sua posição e da construção do relé. Quando cessar a tensão nos terminais da bobina, cessará também o campo magnético e a armadura retorna pela força da mola. Na figura: 5.3 vemos um relé com contatos comutadores.

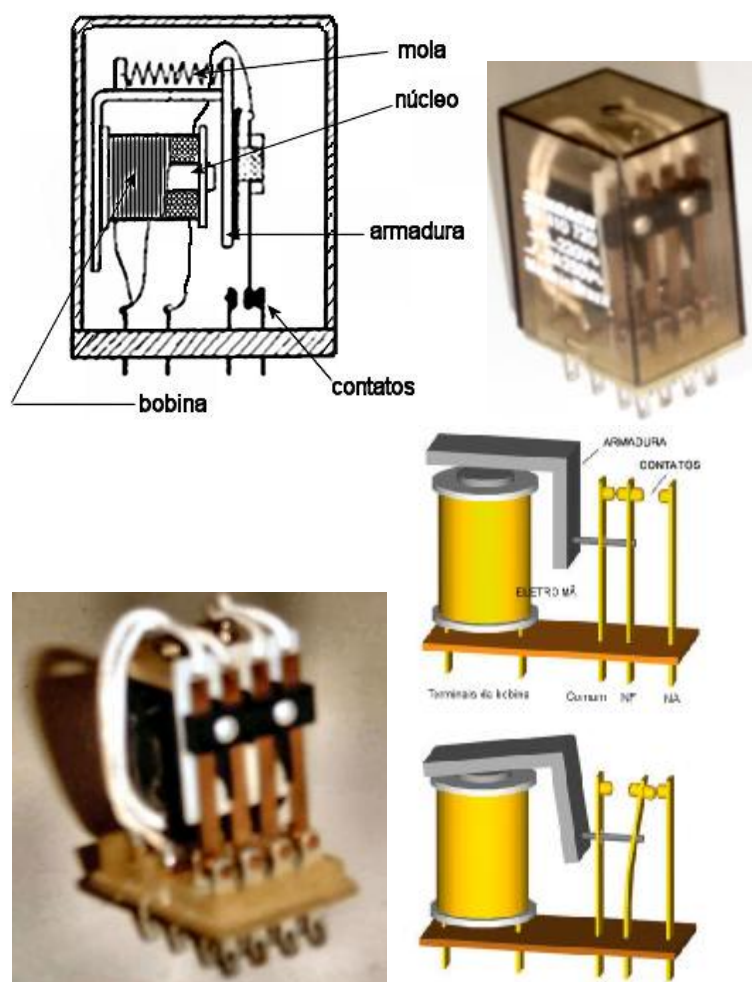


Figura 5.3: Relé com contatos comutadores 4NA+4NF e relé comutador com 1NA+1NF.



Figura 5.4: Relé com 1 contato NA.

Outro tipo é o relé temporizador. O relé temporizador tem como característica o fato de que após a energização da bobina, podem ocorrer duas situações:

- relé temporizador com retardo no ligamento: Neste tipo, após os terminais da bobina serem energizados, levará um tempo pré ajustado para que circule a corrente na bobina retardando assim o acionamento dos contatos.
- relé temporizador com retardo no desligamento: Neste tipo, a bobina é energizada e os contatos são acionados e quando houver o corte de energia nos terminais da bobina, levará um tempo pré ajustado para que os contatos retornem a condição anterior.

5.2.2 Válvulas direcionais acionamento elétrico

A operação das válvulas é efetuada por meio de sinais elétricos, provenientes de chaves fim de curso, pressostatos, temporizadores, etc.

São de grande utilização onde a rapidez dos sinais de comando é o fator importante, quando os circuitos são complicados e as distâncias são longas entre o local emissor e o receptor.

Embora as válvulas de grande porte possam ser acionadas diretamente por solenóide, a tendência é fazer válvulas de pequeno porte, acionadas por solenóide e que servem de pré-comando (válvulas piloto), pois emitem ar comprimido para acionamento de válvulas maiores (válvulas principais). As válvulas possuem um enrolamento que circunda uma capa de material magnético, contendo em seu interior um induzido, confeccionado de um material especial, para evitar magnetismo remanescente. O induzido possui vedações de material sintético em ambas as extremidades, no caso da válvula de 3 vias, e em uma extremidade, quando de 2 vias. É mantido contra uma sede pela ação de uma mola. Sendo a válvula N.F., a pressão de alimentação fica retida pelo induzido no orifício de entrada e tende a deslocá-lo. Por este motivo, há uma relação entre o tamanho do orifício interno de passagem e a pressão de alimentação.

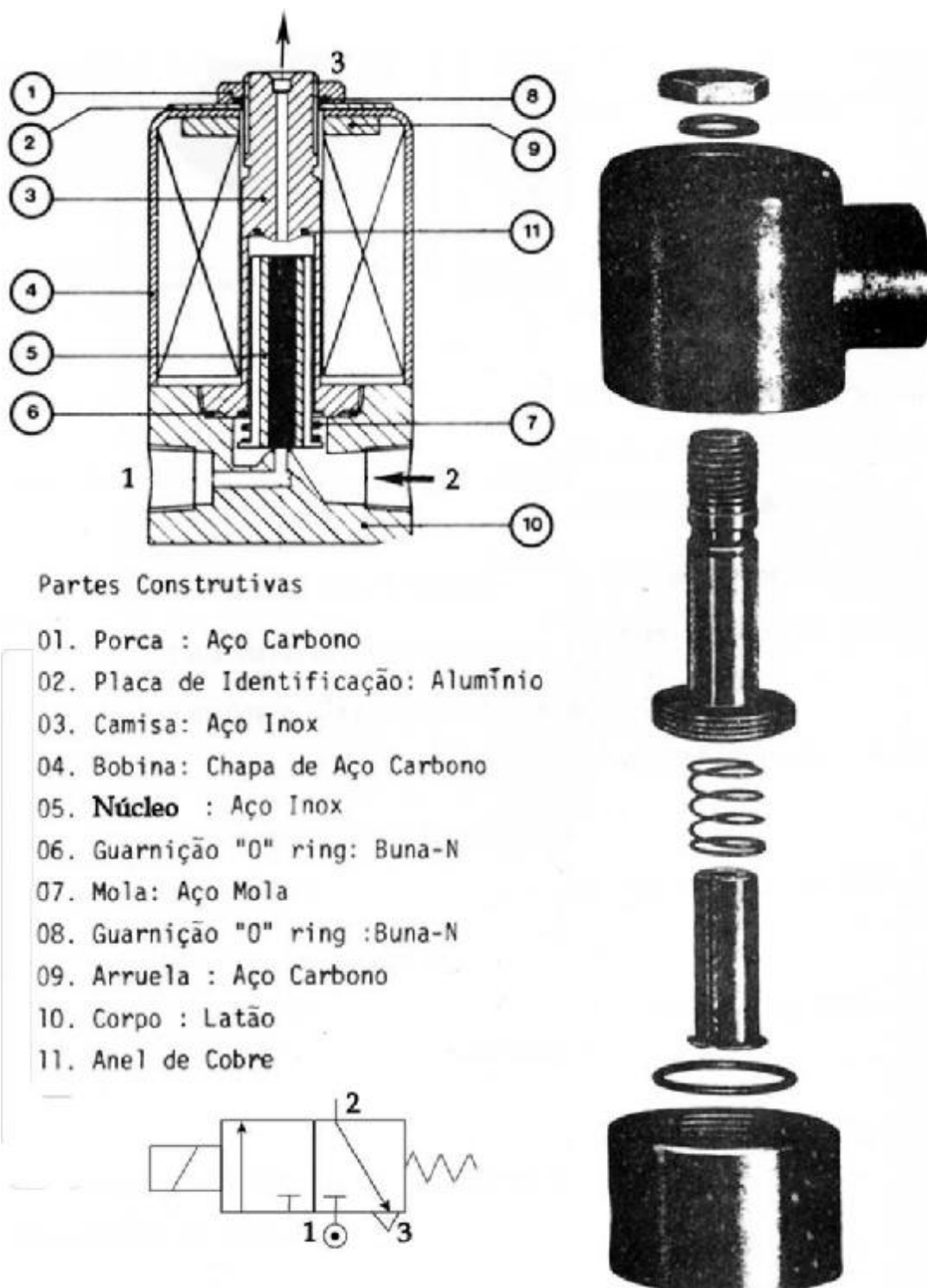


Figura 5.5: Acionamento por meio de solenóide.

A bobina é energizada pelo campo magnético criado e o induzido é deslocado para cima, ligando a pressão(1) com o ponto de utilização(2), vedando o escape(3).

Desenergizando-se a bobina, o induzido retoma à posição inicial e o ar emitido para a utilização tem condições de ser expulso para a atmosfera.

Esta válvula é freqüentemente incorporada em outras, de modo que ela (válvula piloto) e a principal formem uma só unidade.

Com as trocas das funções de seus orifícios, pode ser utilizada como N.A.

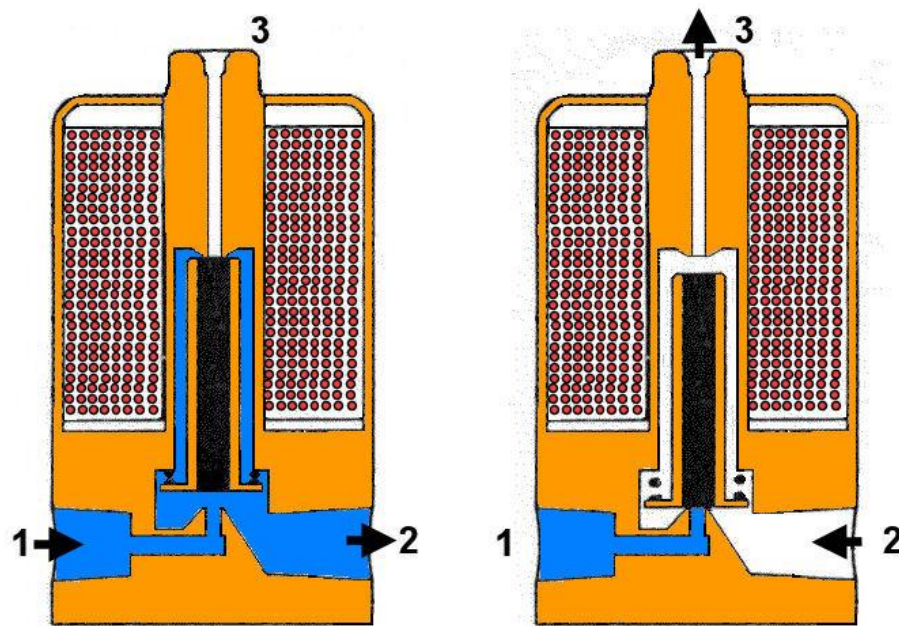


Figura 5.6: Acionamento por meio de solenóide.

V



Figura 5.7: Válvula direcional duplosolenóide.

5.3 Comandos eletropneumáticos básicos

5.3.1 Comando de um cilindro de simples ação

Ao acionarmos um botão de comando, a haste de um cilindro de simples ação com retorno por mola deve avançar. Enquanto mantivermos o botão acionado, a haste deverá permanecer avançada. Ao soltarmos o botão, o cilindro deve retornar à sua posição inicial.

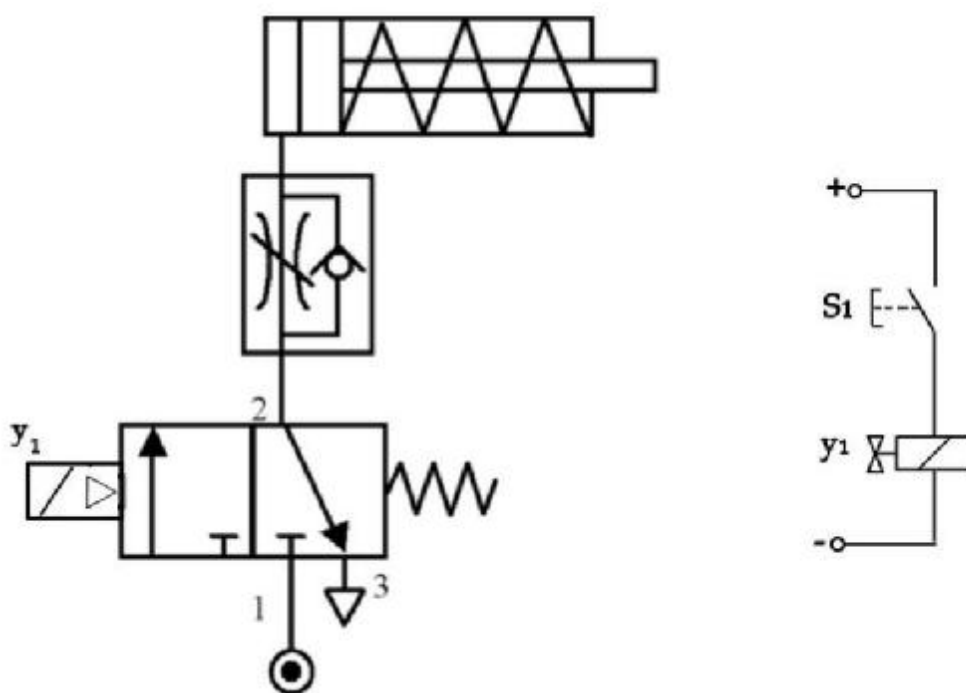


Figura 5.8: Comando de um cilindro de simples ação.

5.3.2 Comando de um cilindro de dupla ação

Ao acionarmos um botão de comando, a haste de um cilindro de dupla ação deve avançar. Enquanto mantivermos o botão acionado, a haste deverá permanecer avançada. Ao soltarmos o botão, o cilindro deve retornar à sua posição inicial.

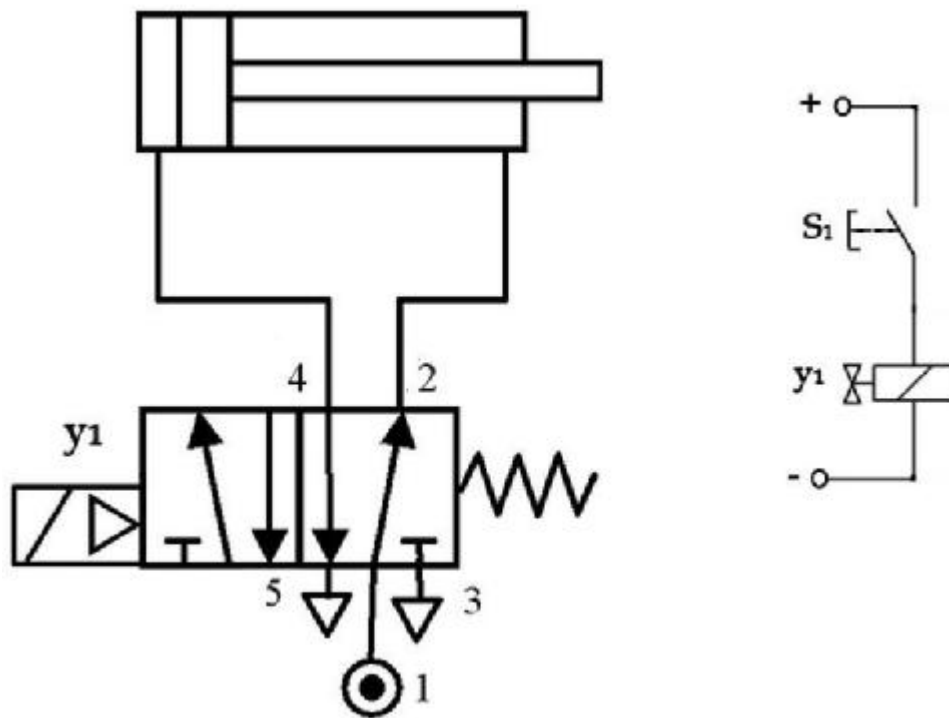


Figura 5.9: Comando de um cilindro de dupla ação.

Um cilindro de ação dupla deve ser acionado por dois botões. Acionando-se o primeiro botão o cilindro deve avançar e permanecer avançado mesmo que o botão seja desacionado. O retorno deve ser comandado por meio de um pulso no segundo botão.

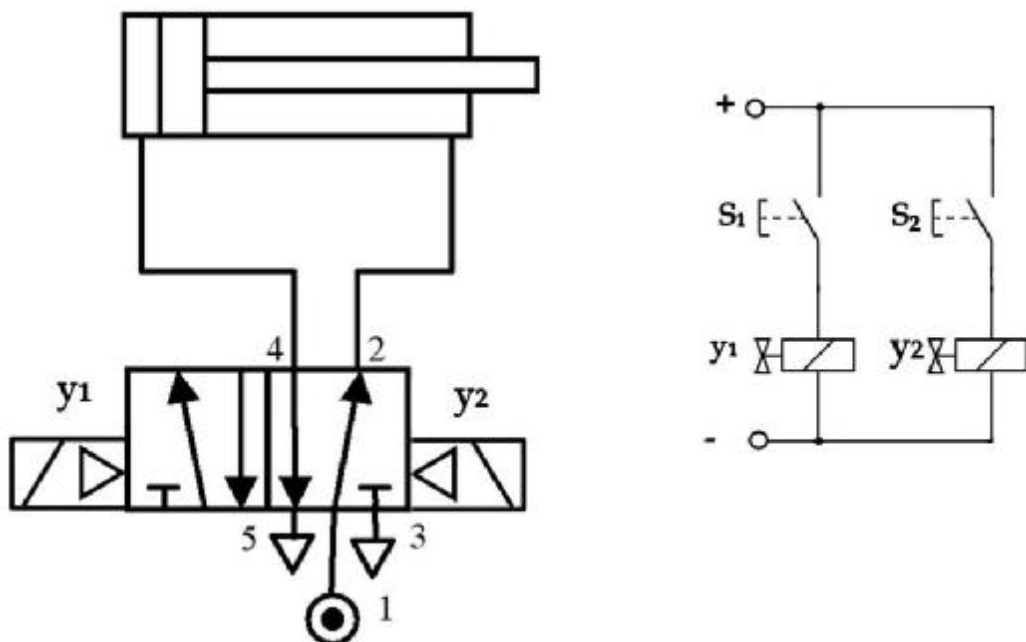


Figura 5.10: Comando de um cilindro de dupla ação.
