

Pneumática aplicada

Introdução:

A palavra pneumática tem origem grega “*Pneuma*” que significa respiração, sopro e é definido como a parte da física que se ocupa dos fenômenos relacionados com os gases ou vácuos. Embora a pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade, somente na segunda metade do século XIX é que o ar comprimido adquiriu importância industrial.

O Ar comprimido na indústria

A utilização do ar comprimido é de grande interesse industrial, pois é considerada uma fonte de energia limpa e de simples utilização, mas como toda instalação industrial, a pneumática possui vantagens e desvantagens.

Vantagens

- ☺ **Redução de custos operacionais** ⇒ A rapidez nos movimentos pneumáticos e a libertação do operário (homem) de operações repetitivas possibilitam o aumento do ritmo de trabalho, aumento de produtividade e, portanto, um menor custo operacional.
- ☺ **Robustez dos componentes pneumáticos** ⇒ A robustez inerente aos controles 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.
- ☺ **Facilidade de implantação** ⇒ Pequenas modificações nas máquinas convencionais, aliadas à disponibilidade de ar comprimido, são os requisitos necessários para implantação dos controles pneumáticos.
- ☺ **Resistência a ambientes hostis** ⇒ Poeira, atmosfera corrosiva, oscilações de temperatura, umidade, submersão em líquidos, raramente prejudicam os componentes pneumáticos, quando projetados para essa finalidade.
- ☺ **Simplicidade de manipulação** ⇒ Os controles pneumáticos não necessitam de operários especializados para sua manipulação.
- ☺ **Segurança** ⇒ Como os equipamentos pneumáticos envolvem sempre pressões moderadas, tornam-se seguros contra possíveis acidentes, quer no pessoal, quer no próprio equipamento, além de evitarem problemas de explosão.

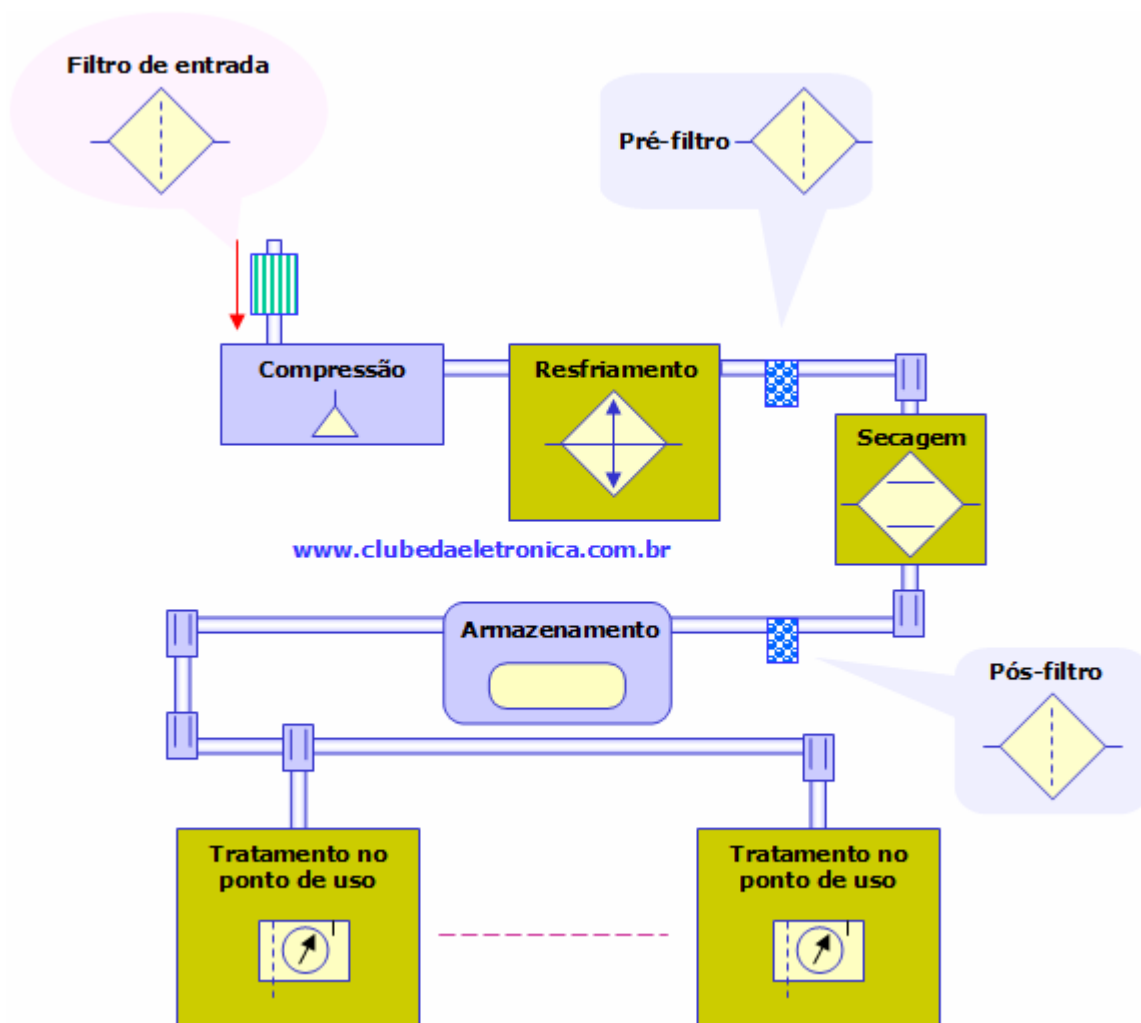
Desvantagens

- ☹ O ar comprimido necessita de uma boa preparação para realizar o trabalho proposto: remoção de impurezas, eliminação de umidade para evitar corrosão nos equipamentos, engates ou travamentos e maiores desgastes nas partes móveis do sistema.

- ⊗ Os componentes pneumáticos são normalmente projetados e utilizados a uma pressão máxima de 1723,6 kPa. Portanto, as forças envolvidas são pequenas se comparadas a outros sistemas. Assim, não é conveniente o uso de controles pneumáticos em operação de extrusão de metais.
- ⊗ 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).
- ⊗ O ar é um fluido altamente compressível, portanto, é difícil de obter parada intermediária e velocidades uniformes.
- ⊗ O ar comprimido é um poluidor sonoro quando são efetuadas exaustões para a atmosfera. Esta poluição pode ser evitada com o uso de silenciadores nos orifícios de escape.

Um sistema de ar comprimido

Um sistema de ar comprimido típico consiste na filtro de entrada, compressão, refrigeração, pré-filtro, secagem, pós-filtro, armazenamento, linhas de distribuição e pontos de uso. Uma ilustração básica pode ser observada na figura seguinte.



- ✓ **Filtro de entrada** → O ar drenado deve ser filtrado para remoção de poeira e outras impurezas contaminadoras.
- ✓ **Compressão** → O ar filtrado é comprimido por compressores que podem ser de deslocamento positivo ou dinâmico.
- ✓ **Refrigeração** → Uma importante etapa do processo é a refrigeração, pois durante o processo de compressão o ar tem sua temperatura elevada. Nessa etapa, ocorre a condensação secando o ar, tornando fácil o dreno da água pelo pré-filtro.
- ✓ **Secagem** → O ar refrigerado e pressurizado carrega ainda uma quantidade significativa de umidade e de lubrificantes do processo da compressão, que deve ser removido, pelo pós-filtro, antes que o ar possa ser usado.
- ✓ **Armazenamento** → Um tanque receptor tem a função de armazenar o ar comprimido a fim de, garantir uma reserva de ar que seja suficiente para manter a pressão da linha constante.

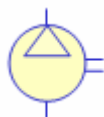
Importante: Alguns compressores, como o compressor de êmbolo, por exemplo, geram pulsos de pressão na compressão do ar. O reservatório evita que esses pulsos de pressão sejam transmitidos para linha pneumática da fábrica.

- ✓ **Distribuição** → Um sistema de tubulações e seus reguladores distribuem ar levando-os aos pontos de uso. A distribuição inclui várias válvulas de isolamento, filtros de impurezas, drenos de líquidos, receptores intermediários para armazenamento. As perdas da pressão na distribuição são compensadas tipicamente por uma pressão mais elevada na descarga do compressor.
- ✓ **Ponto do uso** → Uma tubulação guia o ar comprimido, do alimentador a uma válvula de isolamento final, um filtro, um regulador e finalmente às mangueiras que fornecem processos ou ferramentas pneumáticas.

ELEMENTOS DE ENERGIA – COMPRESSORES

Os compressores são máquinas destinadas a comprimir o ar até uma pressão de trabalho desejada.

Símbolo



Basicamente existem dois tipos de compressores, classificados de acordo com o processo de compressão do ar:

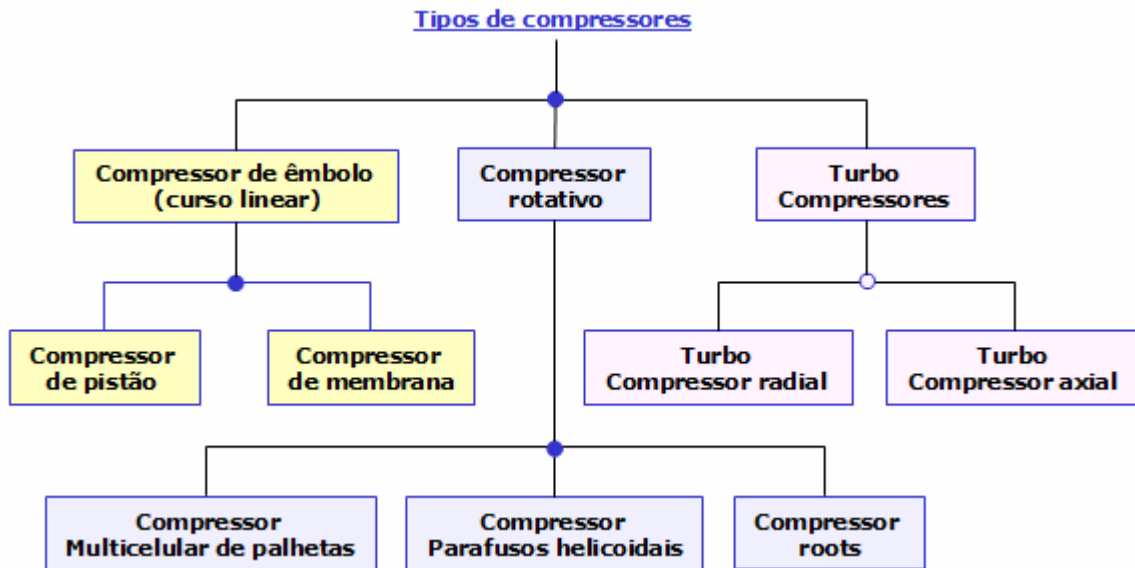
- **Deslocamento Positivo** ⇒ Baseia-se fundamentalmente na redução de volume.

Funcionamento: O ar é sugado para um ambiente hermeticamente fechado, onde seu volume é gradualmente diminuído, processando-se a compressão. Quando certa pressão é atingida, provoca a abertura de válvulas de descarga, liberando o ar.

- **Deslocamento dinâmico** ⇒ A elevação da pressão é obtida por meio de conversão de energia cinética em energia de pressão, durante a passagem do ar através do compressor.

Funcionamento: O ar é sugado e acelerado através turbinas dotadas de alta velocidade, seu escoamento é retardado por meio de dutos (difusores), que provocam a diminuição de velocidade, obrigando a uma elevação na pressão.

Tipos de compressores

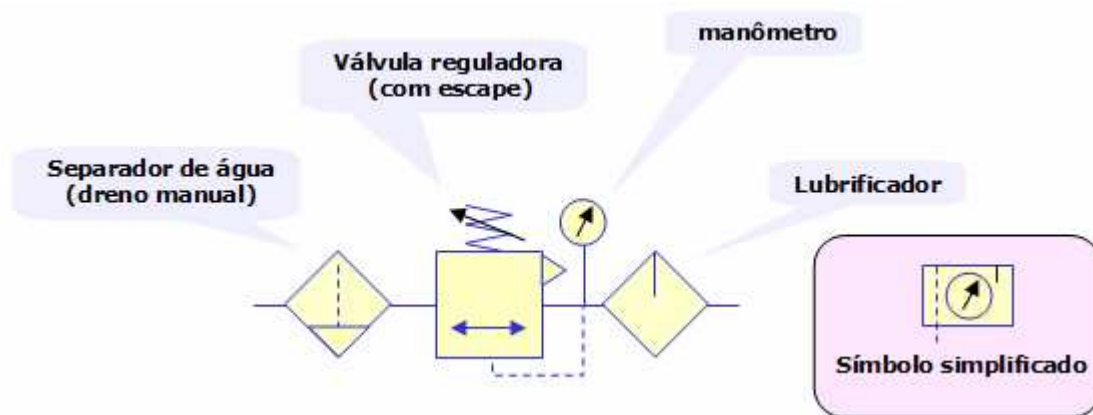


UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, VÁLVULA DE FECHAMENTO E DISTRIBUIDOR.

A unidade de conservação tem a finalidade de purificar o ar comprimido, ajustar uma pressão constante do ar e acrescentar uma fina neblina de óleo ao ar comprimido, para fins de lubrificação. Devido a isso, a unidade de conservação aumenta consideravelmente a segurança de funcionamento dos equipamentos pneumáticos.

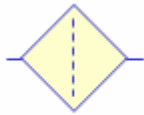


Simbologia completa e simples

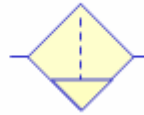
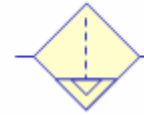


Na pneumática o **losango** representa os equipamentos de condicionamento, secador, resfriador, filtro, lubrificador, etc. Já o **quadrado** ou **retângulo** representam as válvulas de regulação e direcionais.

Vejamos alguns símbolos com losango:

**Filtro**

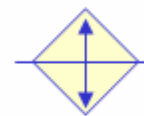
Representação geral, elimina as impurezas micrônicas e auxilia na remoção parcial da umidade contida no ar comprimido.

**Filtro separador de água (dreno manual)****Filtro separador de água (dreno automático)**

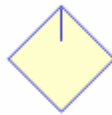
Além dos filtros, que aparecerão com bastante frequência nos circuitos pneumáticos, também temos:

**Secador**

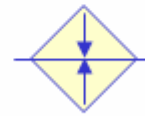
Equipamento que seca o ar comprimido, por refrigeração, absorção ou adsorção.

**Resfriador**

Aparelho que controla a temperatura do fluido, mantendo-a entre dois valores predeterminados. As setas indicam, simbolicamente a **dissipação do calor**.

**Lubrificador**

Pequena quantidade de óleo lubrificante é adicionada ao ar quando este passa pelo lubrificador. Evita o desgaste prematuro dos componentes.

**Aquecedor**

Aparelho que controla a temperatura do fluido, mantendo-a entre dois valores predeterminados. As setas indicam, simbolicamente a **introdução do calor**.

VÁLVULAS PNEUMÁTICAS

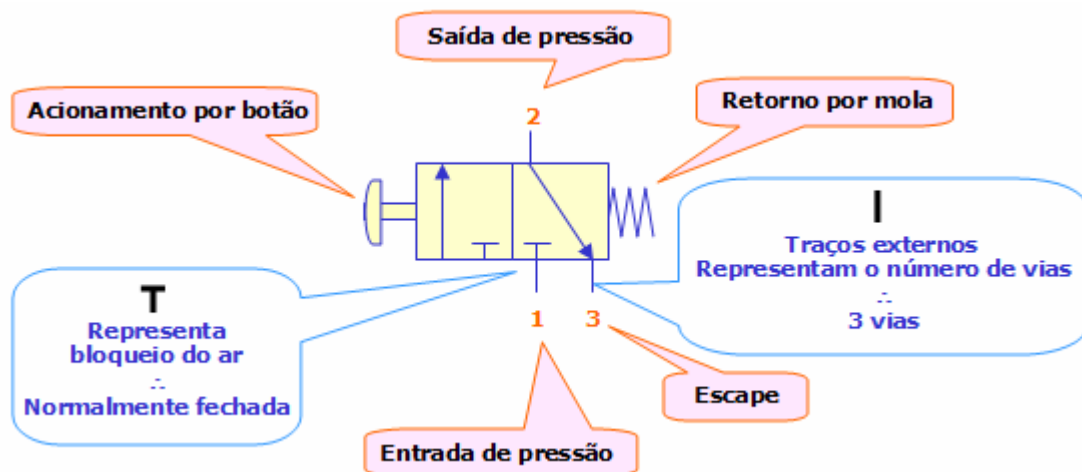
As válvulas servem para orientar os fluxos de ar, impor bloqueios, controlar suas intensidades de vazão ou pressão. Para facilidade de estudo, as válvulas pneumáticas foram classificadas nos seguintes grupos:

Válvulas de Controle Direcional → Têm por função orientar a direção que o fluxo de ar deve seguir, a fim de realizar um trabalho proposto.

As válvulas direcionais são representadas por um retângulo, estes divididos em quadrados, onde o número de quadrados corresponde ao número de posições da válvula. As setas indicam a interligação interna das conexões, mas não necessariamente o sentido de fluxo. Para um conhecimento perfeito de uma válvula direcional, deve-se identificar o tipo de válvula e as conexões:

Identificação das válvulas	Identificação das conexões		
▪ Número de Vias	Conexão	DIN ISO 5599	DIN ISO 1219
▪ Número de Posições	Pressão	1	P
▪ Tipo de acionamento	Exaustão / escape	3,5	R (3/2), R,S (5/2)
▪ Tipo de retorno	Saída	2,4	B,A
▪ Posição inicial	Piloto	14,12	Z,Y

Exemplo: Válvula: 3 vias, 2 posições, acionamento por botão e retorno por mola e NF.

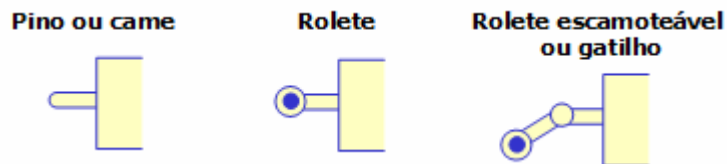


A válvula de controle direcional acima é acionada por botão, porém existem outros tipos de acionamentos, vejamos alguns:

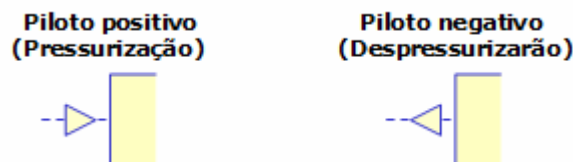
Acionamento muscular



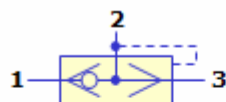
Acionamentos mecânicos



Acionamentos pneumáticos



Válvulas de Bloqueio → Impedem o fluxo de ar comprimido em um sentido determinado, possibilitando livre fluxo no sentido oposto. Estas podem ser:



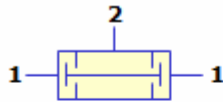
De Escape Rápido

Quando se necessita obter velocidade superior àquela normalmente desenvolvida por um pistão de cilindro, é utilizada a válvula de escape rápido.



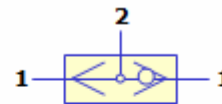
De retenção

Esta válvula impede completamente a passagem em uma direção; em direção contrária, o ar flui com a mínima queda de pressão.



De simultaneidade (Elemento E)

Esta válvula possui duas entradas pilotos (X e Y), e uma saída (A) e como o próprio nome diz executa a função lógica E.



De isolamento (Elemento OU)

Esta válvula possui duas entradas pilotos (X e Y), e uma saída (A) e como o próprio nome diz executa a função lógica OU.

Válvulas de Controle de Fluxo → Em alguns casos é necessária à diminuição da quantidade de ar que passa através de uma tubulação, o que é muito utilizado quando se necessita regular a velocidade de um cilindro ou formar condições de temporização pneumática.

Quando se necessita influenciar o fluxo de ar comprimido, este tipo de válvula é a solução ideal, podendo ser fixa ou variável, unidirecional ou bidirecional.



Controle bidirecional,

Restringe a passagem em ambas a direções (não indicado o controle).



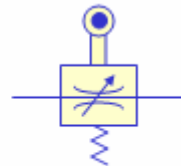
Controle unidirecional

Permite passagem livre numa direção e restringe na oposta.

Em muitos esquemas o tipo de controle pode ser indicado, vejamos:

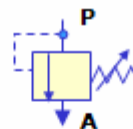


Controle manual



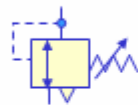
Controle mecânico (retorno por mola)

Válvulas de controle de Pressão → Têm por função influenciar ou serem influenciadas pela intensidade de pressão de um sistema. Estas podem ser redutoras, limitadoras e de seqüência.



Limitadora

Não permitem um aumento de pressão no sistema, acima da pressão máxima ajustada.



Reguladora ou redutora com escape

Mantém a pressão de trabalho constante independente da pressão de entrada.



Válvula de seqüência

Quando a pressão de entrada vence a força opositora de mola, a válvula é aberta, permitindo fluxo para o orifício de saída (utilização).

Atuadores pneumáticos

A função dos atuadores é transformar a energia pneumática em movimento e força. Esses movimentos podem ser lineares, rotativos ou oscilantes.



Lineares → São constituídos de componentes que convertem a energia pneumática em movimento linear ou angular. São representados pelos Cilindros Pneumáticos. Dependendo da natureza dos movimentos, velocidade, força, curso, haverá um mais adequado para a função.

✓ Cilindros de ação e simples com retorno por mola

Os cilindros de ação simples realizam trabalho recebendo ar comprimido em apenas um de seus lados. Em geral o movimento de avanço é o mais utilizado para a atuação com ar comprimido, sendo o movimento de retorno realizado através de mola ou por atuação de uma força externa devidamente aplicada.

Simbologia



✓ Cilindros de ação dupla

Os cilindros de ação dupla realizam trabalho recebendo ar comprimido em ambos os lados. Desta forma realizam trabalho tanto no movimento de avanço como no movimento de retorno. Um sistema de comando adequado permite ao ar comprimido atingir uma câmara de cada vez, exaurindo o ar retido na câmara oposta.

Simbologia



✓ Cilindros com haste passante

Com este cilindro trabalha-se em ambos os lados ao mesmo tempo. Pode-se também utilizar um dos lados somente para acionamento de elementos de Sinal. Um ponto positivo deste tipo de cilindro é, por possuir dois mancais de apoio para as hastes, suportar cargas laterais maiores. Porém, por possuir hastes em ambos os lados, têm sua capacidade de forças reduzidas em relação a cilindros convencionais com uma única haste.

Simbologia



✓ Cilindros de múltiplas posições

Consiste em dois ou mais cilindros de dupla ação, unida entre si, possuindo as entradas de ar independentes. Essa união possibilita a obtenção de três, quatro ou mais posições distintas.

As posições são obtidas em função da combinação entre as entradas de ar comprimido e os cursos correspondentes. É aplicado em circuitos de seleção, distribuição, posicionamento e comandos de dosagens e transportes de peças para operações sucessivas.

Simbologia



✓ **Cilindros de impacto**

O uso de cilindros normais para trabalho de deformação é limitado. O cilindro de impacto é utilizado para se obter energia cinética elevada.

Simbologia

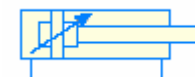


✓ **Cilindros com amortecimento**

Projetado para controlar movimentos de grandes massas e desacelerar o pistão nos fins de curso, tem a sua vida útil prolongada em relação aos tipos sem amortecimento.

Este amortecimento tem a finalidade de evitar as cargas de choque, transmitidas aos cabeçotes e ao pistão, no final de cada curso, absorvendo-as.

Simbologia



✓ **Cilindros sem haste**

O cilindro sem haste é constituído de um êmbolo que desliza livremente no interior da camisa do cilindro. No lado externo à camisa temos um cursor que desliza junto com o êmbolo. A força que faz com que o cursor externo deslize juntamente com o êmbolo é obtida através de um pacote de ímãs situados na face interna ao cursor.

Simbologia



Rotativos → Convertem energia pneumática em energia mecânica, através de momento torsor contínuo.

Simbologia



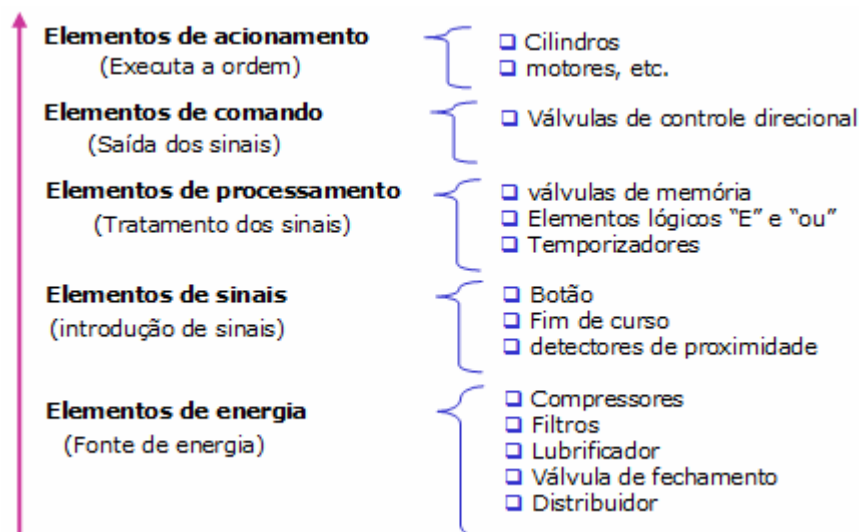
Oscilantes → Convertem energia pneumática em energia mecânica, através de momento torsor limitado por um determinado número de graus.

Simbologia



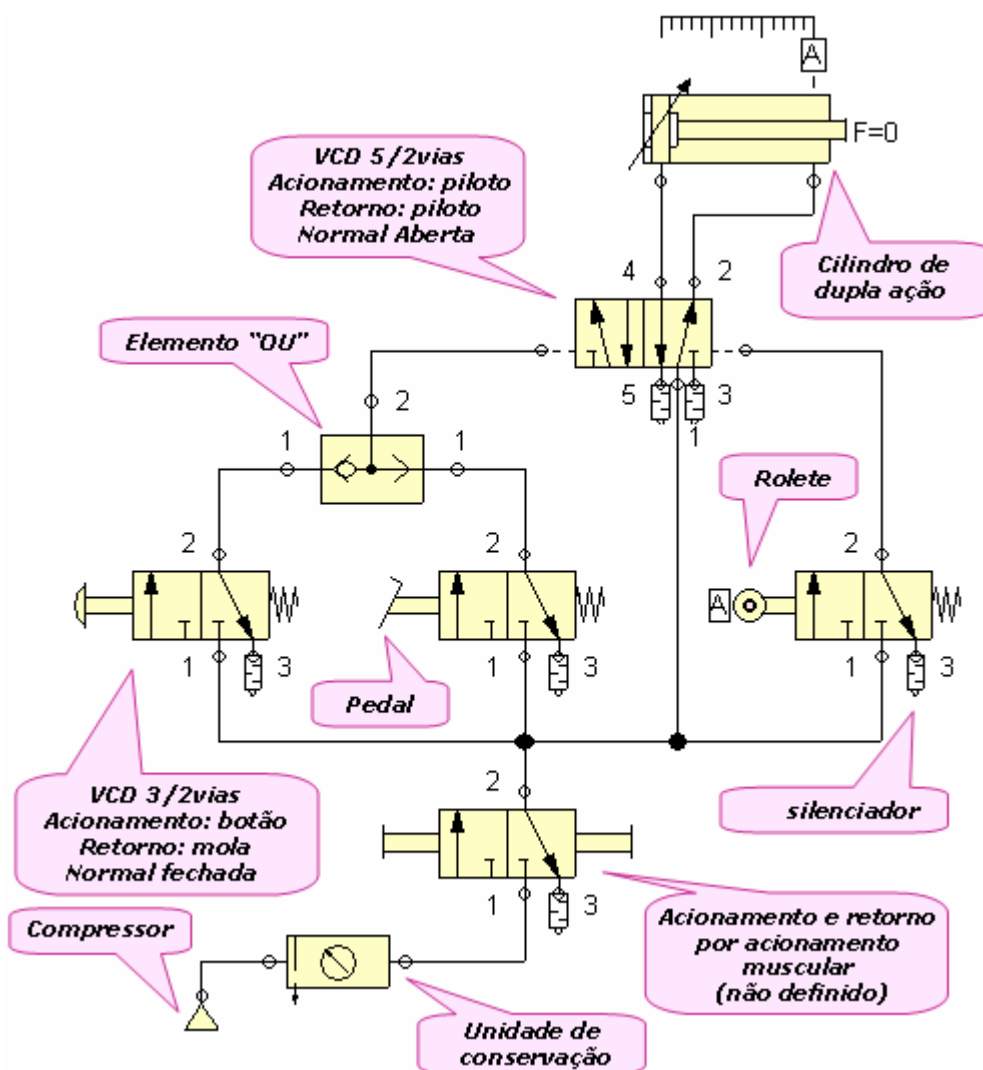
Cadeia de comando

Antes de iniciarmos os circuitos pneumáticos, devemos atentar à cadeia de comando, pois os circuitos pneumáticos não podem ser construídos de qualquer maneira. O fluxo de sinais é de baixo para cima, a alimentação é um fator importante e deve ser representado na parte inferior e, então distribuir a energia.



Exemplo de circuitos pneumáticos

Circuito 01



Descrição de funcionamento:

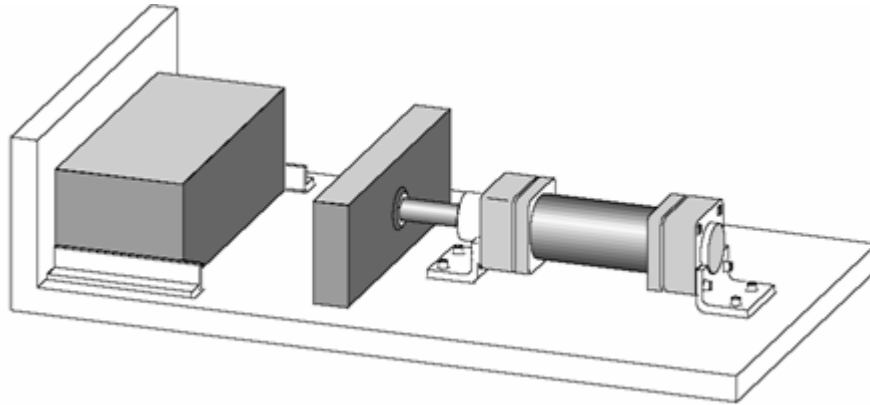
A primeira válvula tem como função habilitar e desabilitar o circuito, liberando ar para três válvulas, sendo duas delas de acionamento muscular (botão ou pedal) e uma por acionamento mecânico (rolete). As saídas das duas primeiras são entradas da válvula alternadora (executa a lógica ou), sua saída vai para a entrada do piloto da válvula 5/2 vias, que deverá liberar o ar para o avanço do pistão do cilindro de dupla ação, que ao final de seu curso acionará o rolete A, liberando o ar para o retorno do pistão.

Praticando (Simule no fluidsims)

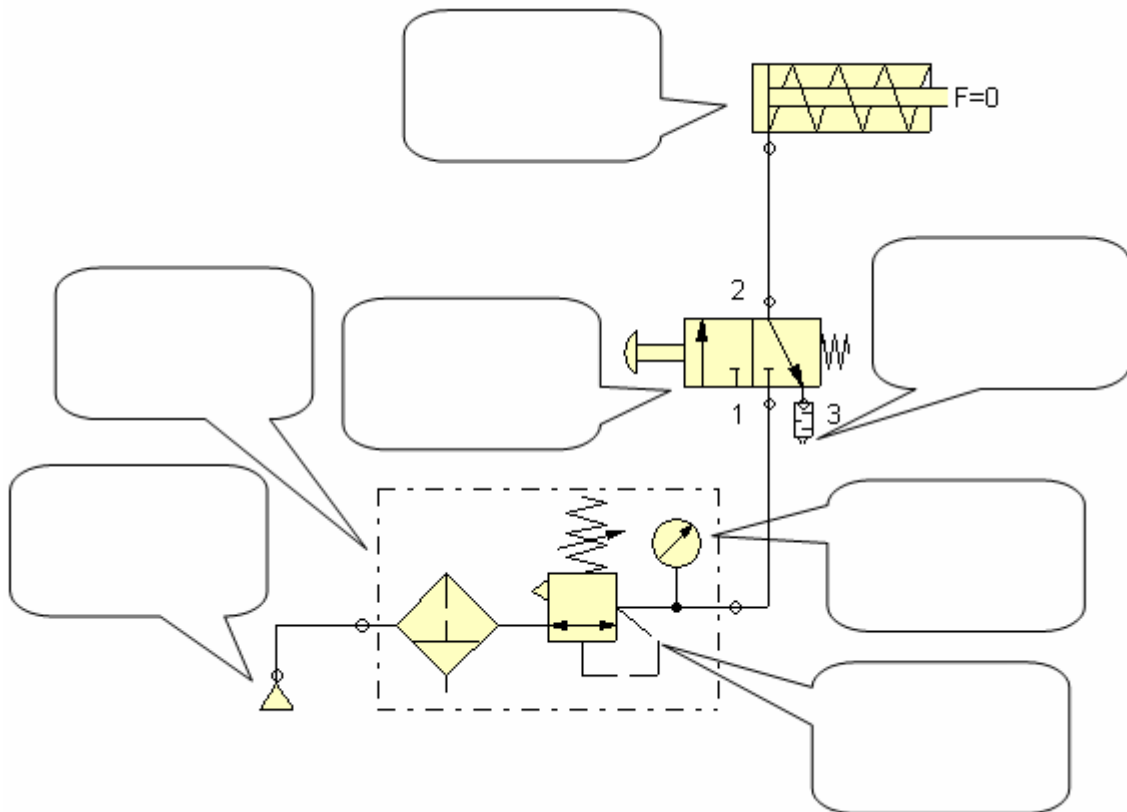
01 Molda chapas

Descrição de funcionamento: O funcionamento deste circuito baseia-se no avanço de um atuador simples ação que molda pequenas chapas, retornando a sua posição inicial. O acionamento do atuador ocorre através de um botão e o retorno pela força da mola.

Esquema mecânico molda chapas

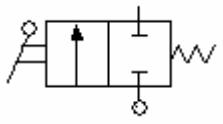
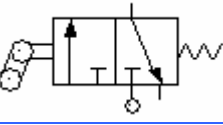
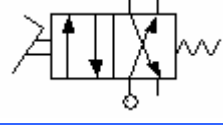
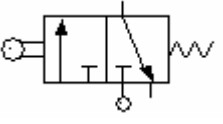
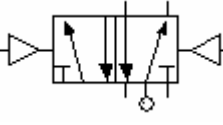
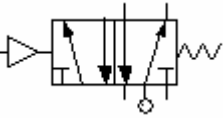
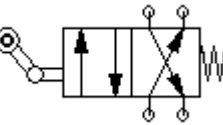
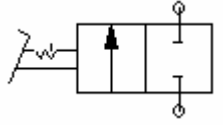
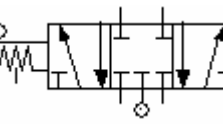
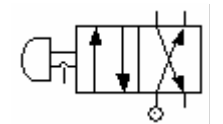


O circuito esquemático comando direto (identifique os símbolos indicados)



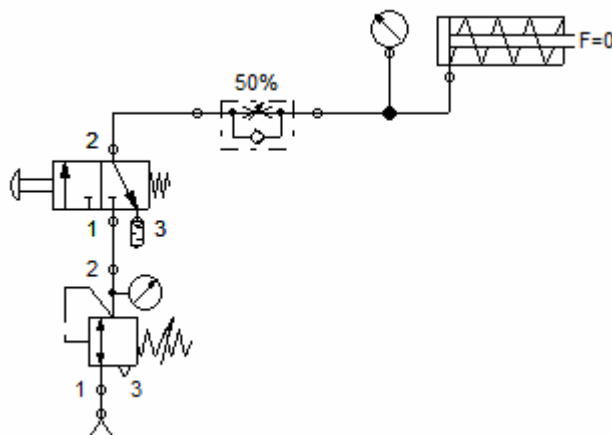
Exercícios rápidos ...

Classifique as válvulas direcionais abaixo quanto ao número de posições, número de vias, posição normal, tipo de acionamento e tipo de retorno:

Válvulas	Classificação
01 	
02 	
03 	
04 	
05 	
06 	
07 	
08 	
09 	
10 	

2- Utilização do controle de fluxo

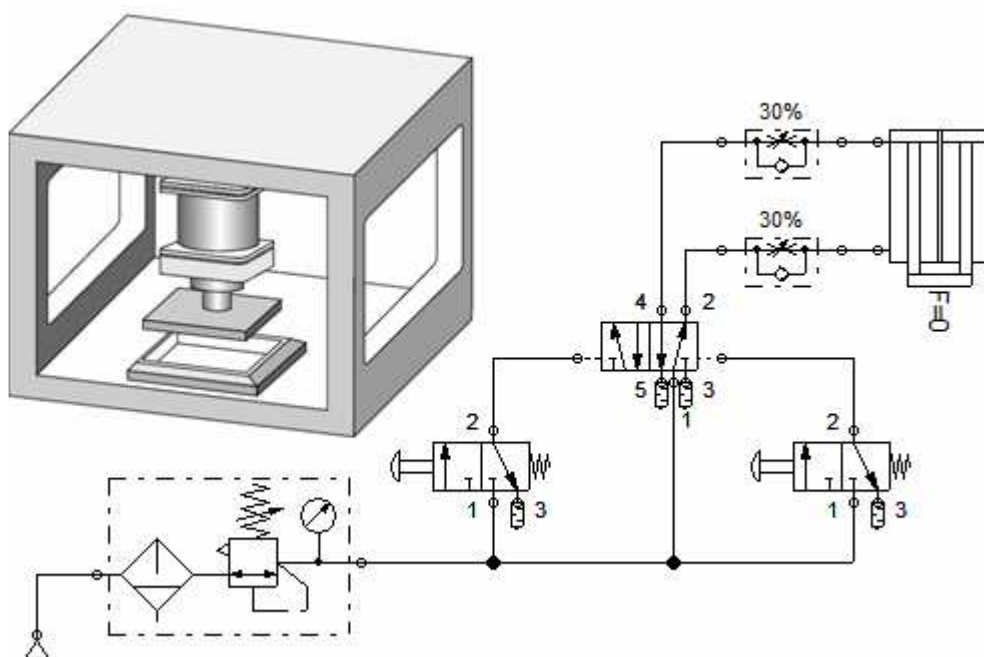
Uma prática bastante comum é reduzir o fluxo de ar que chega aos atuadores, reduzindo assim sua velocidade e conseqüentemente seu impacto. Abaixo, um exemplo simples utilizando um controle de fluxo bidirecional em 50%. Faça a simulação no fluidsims e na bancada didática além de identificar os componentes do circuito.



3- Acionamento e retorno com fluxo controlado

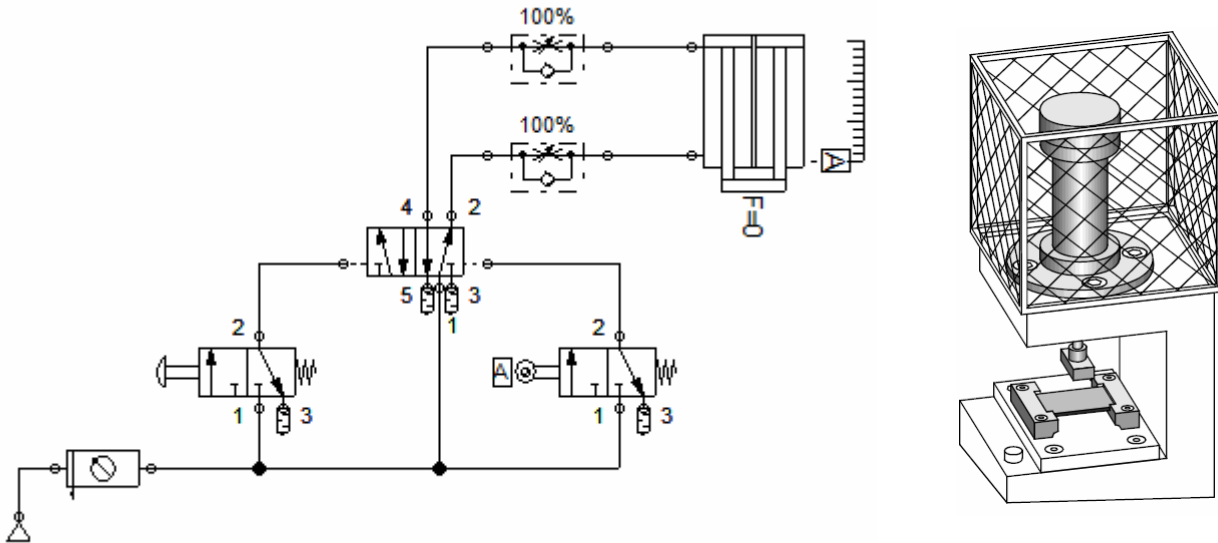
Descrição de funcionamento

Este circuito consiste em uma prensa que ao pressionar o botão 01 o pistão avança lentamente e ao pressionar o botão 02 o mesmo pistão recua também lentamente, liberando o objeto prensado. Note que neste sistema não há nenhuma proteção. Simule o sistema no fluidsims e monte na bancada.



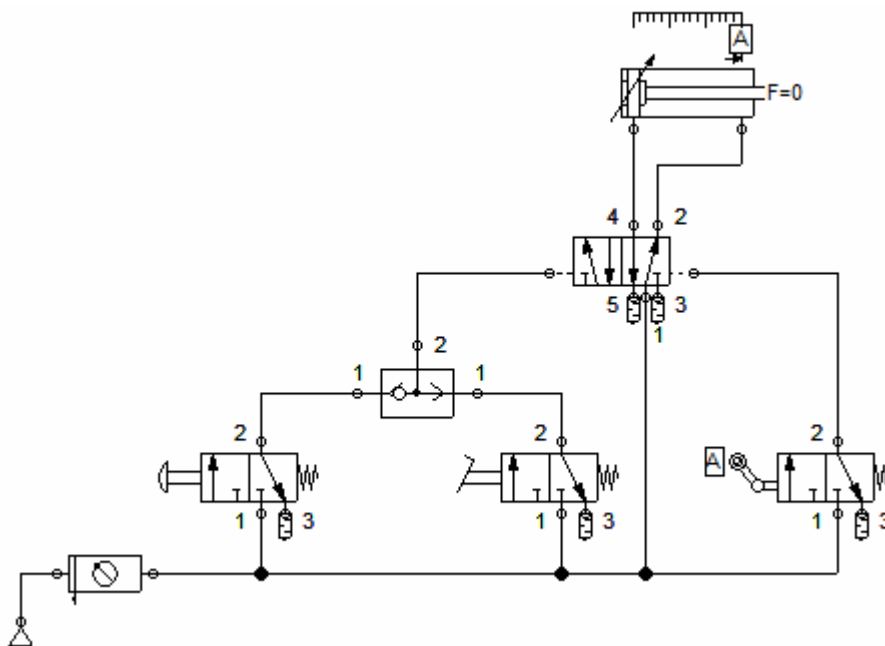
4 – Utilizando um único botão para avanço e retorno.

Obviamente que não são necessários dois botões, podendo o acionamento ser por botão e o retorno automático, vejamos esta implementação utilizando uma válvula 3/2 vias acionamento por rolete retorno por mola.



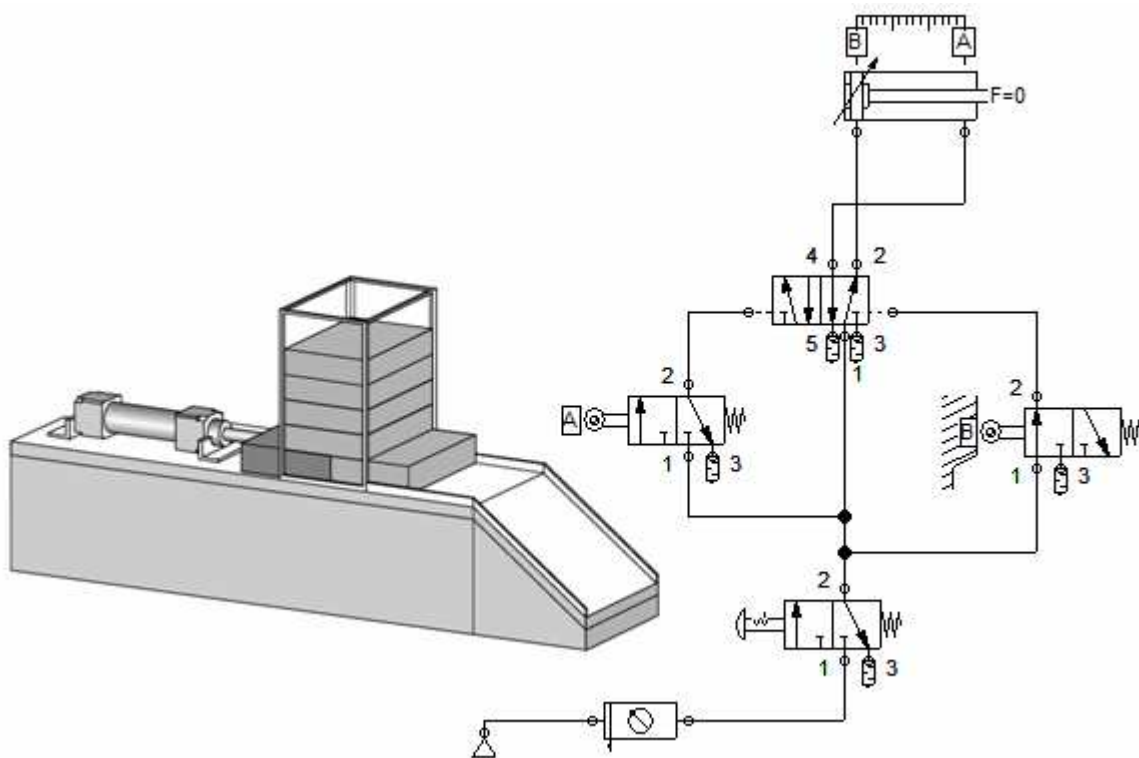
5 – Lógica “OR” (Alternadora) na pneumática.

Uma válvula bastante comum é a alternadora, ou seja, permite ao usuário escolher dois pontos de acionamento, neste caso, pedal ou manual.



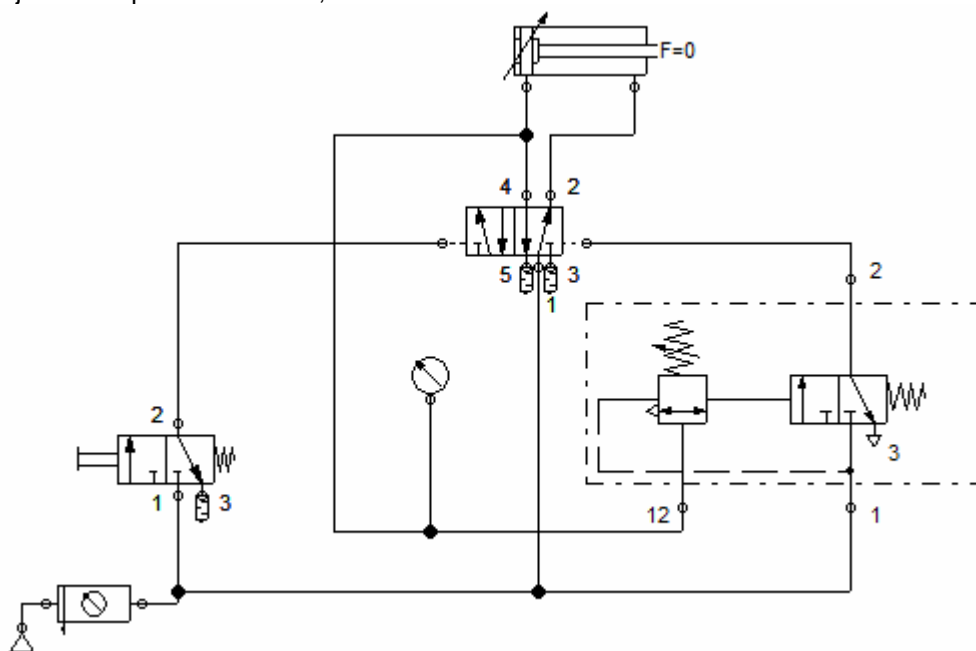
6 – Alimentador de peças automático.

O sistema consiste em um botão LIGA que se pressionado uma única vez deverá colocar peças em uma esteira para outro processo, um botão DESLIGA deverá parar o sistema. Veja a ilustração e monte no simulador e na bancada.



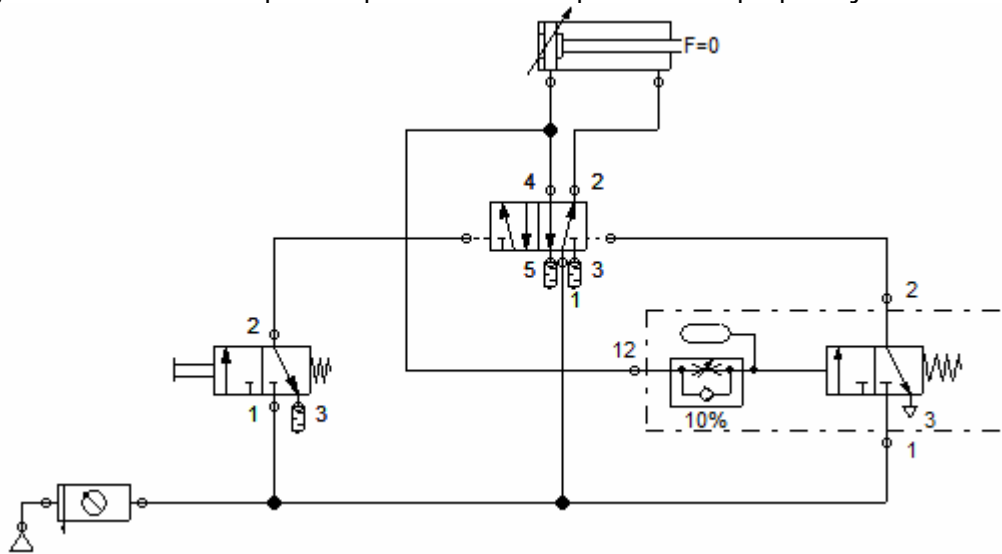
6 – Utilização de uma válvula de seqüência.

A válvula de seqüência trabalha comparando a pressão da linha com uma pressão pré-ajustada se esta for maior ela permite a passagem de ar, caso contrário não. Neste sistema, se a pressão no manômetro for maior que a ajustada o pistão retornará, se for menor não.



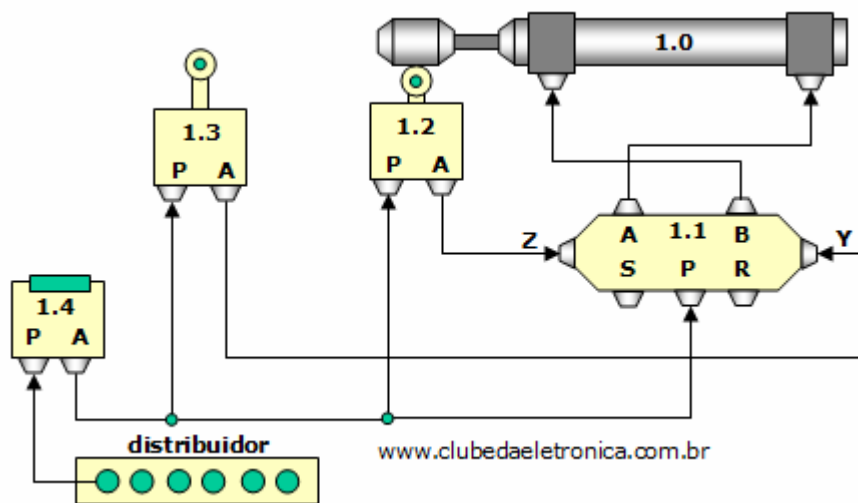
7 – Válvula de retardo.

O circuito seguinte consiste no uso de um timer com retardo, ou seja, após pressionar o botão liga avança imediatamente o pistão que só retorna após um tempo pré-ajustado.



8 – Circuito biestável (praticando)

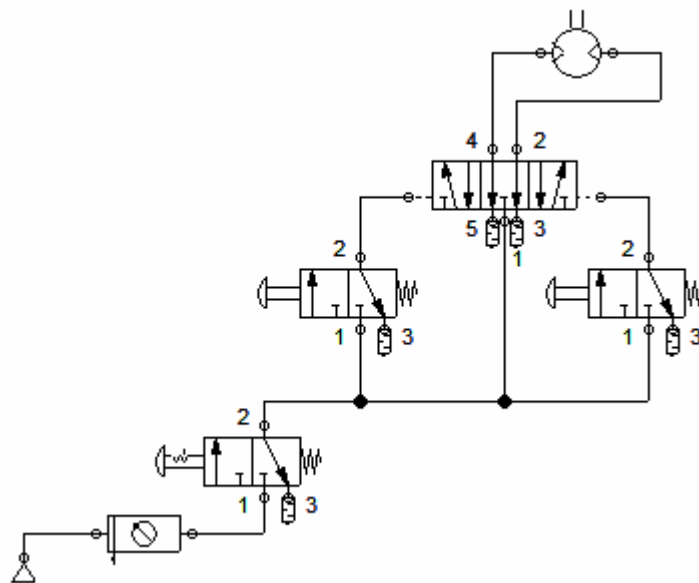
O circuito abaixo é formado por duas válvulas 3/2 vias, acionamento por rolete e retorno por mola, uma válvula 5/2 vias com duplo piloto, uma válvula 3/2 vias com acionamento por botão e retorno por mola e um cilindro de dupla ação.



- a) Construa o circuito utilizando a simbologia normalizada.
- b) Monte o circuito no simulador e teste seu funcionamento.
- c) Monte o circuito na bancada didática.

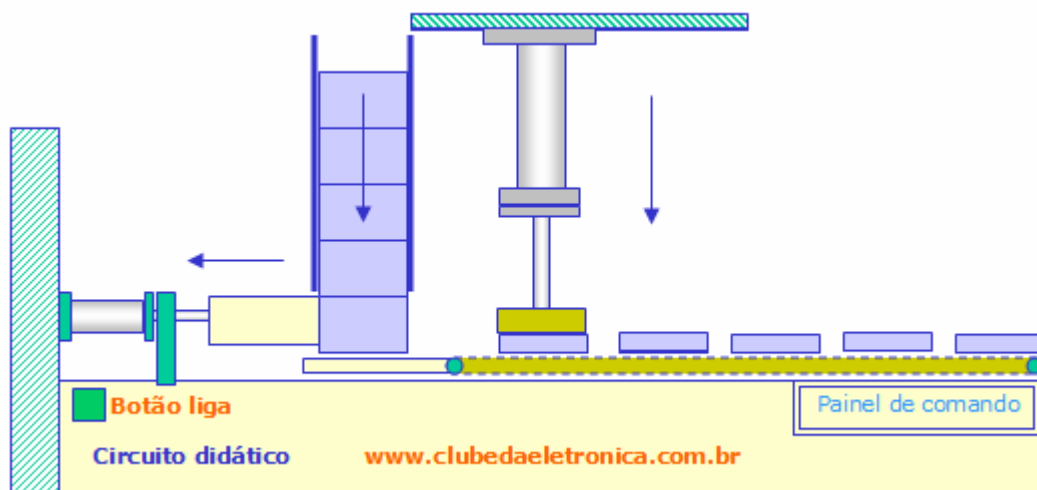
9 – Sentido de rotações para motores pneumáticos

Monte o circuito abaixo e no simulador e analise o funcionamento da válvula 5/3 vias com duplo piloto.

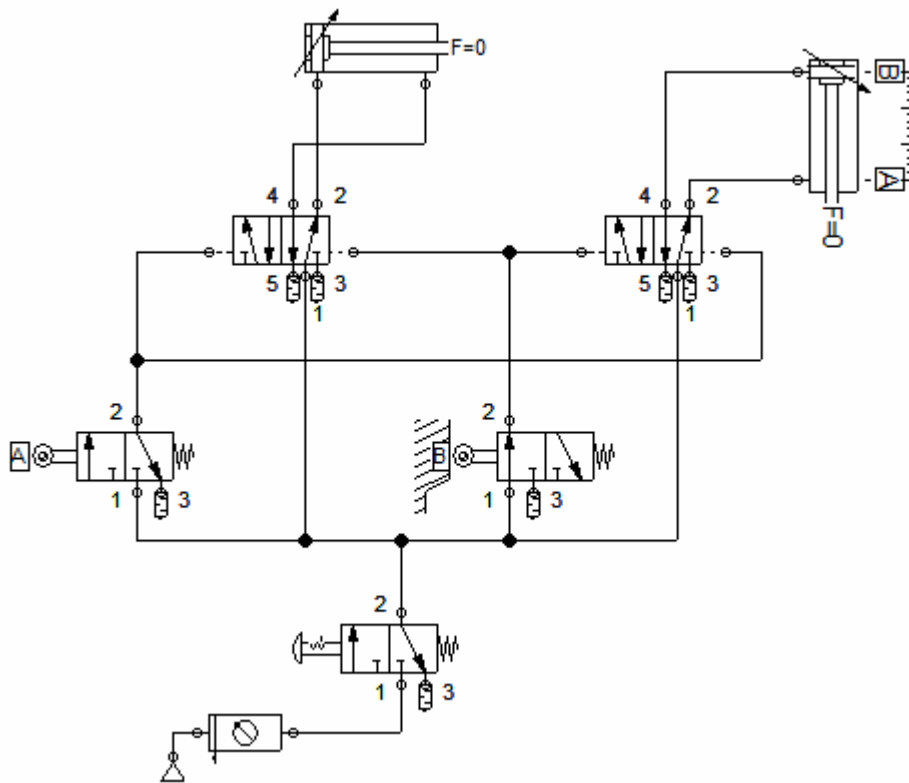


10 - Avanço e recuo automático

O funcionamento deste circuito baseia-se no avanço e recuo automático de dois cilindros pneumáticos de dupla ação. O atuador A avança e desloca a peça da posição X para a posição Y onde o atuador B prensa a peça.



Circuito proposto



Exercícios para pesquisar

01 Em relação às propriedades físicas do ar, defina de forma simples: difusibilidade, compressibilidade, elasticidade e expansibilidade.

R E S P O S T A	
--------------------------------------	--

02 Durante o processo de compressão o ar é aquecido. Assim, é normal um aquecimento do compressor. Porém, às vezes o aquecimento exagerado significa falhas no processo de compressão. Cite algumas das possíveis causas destas falhas.

R E S P O S T A	
--------------------------------------	--

03 Caso o compressor apresente “batidas” ou barulho anormal, quais itens devem ser observados?

R
E
S
P
O
S
T
A

04 Quais as principais etapas de um sistema de ar comprimido?

R
E
S
P
O
S
T
A

05 Durante longos períodos de funcionamento o circuito pneumático poderá apresentar falhas de funcionamento. Cite algumas causas destas falhas.

R
E
S
P
O
S
T
A

06 As válvulas de bloqueio impedem o fluxo de ar em um sentido determinado e possibilitam o livre fluxo no sentido oposto. Perguntam-se, quais são os tipos de válvulas de bloqueio?

R
E
S
P
O
S
T
A

07 Os atuadores pneumáticos estão divididos em três grupos. Quais são e como funcionam?

R
E
S
P
O
S
T
A

08 Quais as conseqüências da presença de água condensada nas linhas de ar?

R
E
S
P
O
S
T
A

09 O que significa ponto de orvalho?

R
E
S
P
O
S
T
A

10 Converta 54kPa em psi e bar.

R
E
S
P
O
S
T
A

www.clubedaeletronica.com.br

Não confunda jamais conhecimento com sabedoria. Um o ajuda a ganhar a vida; o outro a construir uma vida.
Sandra Carey

Referências:

- Introdução à pneumática – Festo didactic
- Tecnologia pneumática industrial – Parker training
- Compressed Air Systems Guide - Pacific Gas and Electric Company
- P. Croser, F. Ebel – Pneumática básica – Festo didactics