



# Transmissão de Energia em Pneumática

## INTRODUÇÃO

A razão para se usar a pneumática, ou qualquer outro tipo de transmissão de energia numa máquina, é a realização de **trabalho**.

A realização de trabalho exige a aplicação de energia cinética a um objecto resistente, o que resulta no movimento desse objecto duma determinada distância.

Num sistema pneumático, a energia é armazenada num estado potencial, na forma de ar comprimido.

Num sistema pneumático, a energia que produz trabalho (energia cinética e pressão) obtém resultados quando se permite que o **ar comprimido se expanda**. Por exemplo, um tanque é carregado com 100 PSIA com ar comprimido. Quando a válvula do tanque é aberta, o ar dentro dele expande-se até que a pressão dentro do tanque fique igual à pressão atmosférica. A expansão do ar toma a forma de um fluxo de ar.

Então, para executar uma qualquer quantidade de trabalho, é preciso um dispositivo que possa fornecer ar com uma quantidade suficiente de ar a uma pressão desejada. Esse dispositivo é o **compressor** de deslocamento positivo.

## COMPRESSORES

### Compressores de Deslocamento Positivo

#### **Definição**

Compressores são máquinas destinadas a elevar a pressão de um certo volume de ar, admitido nas condições atmosféricas, até uma determinada pressão, exigida na execução dos trabalhos realizados pelo ar comprimido.

Existem 2 Tipos de Compressores de Deslocamento Positivo: Alternados e Rotativos.

Uma animação do funcionamento de ambos pode ser vista aqui:

<http://www.geocities.com/mojju/me797/Compressors101.swf>

### Em que consiste um Compressor De Deslocamento Positivo Alternado

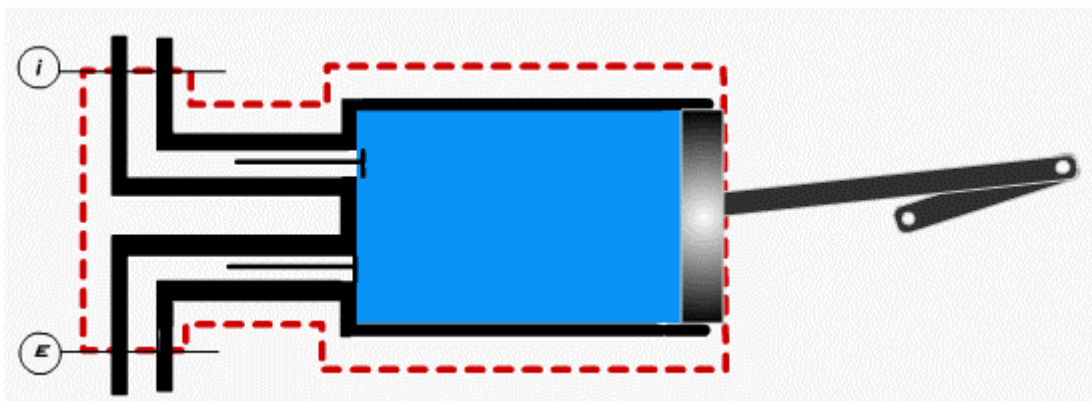
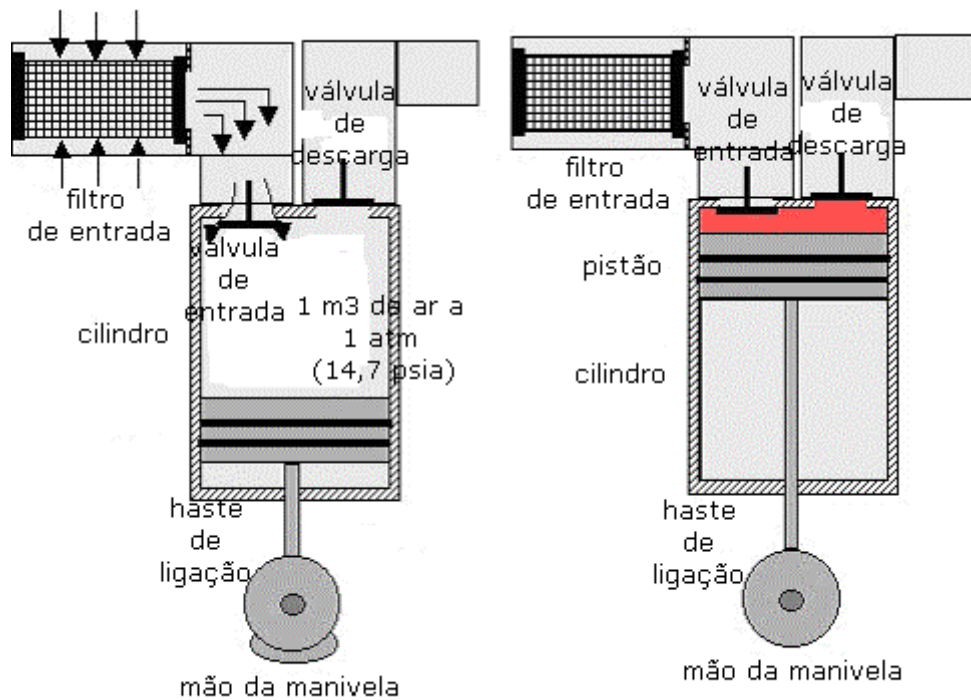
Baseia-se fundamentalmente na redução de volume. O ar é admitido numa câmara isolada do meio exterior, onde o seu volume é gradualmente diminuído, processando-se



a compressão. Quando uma certa pressão é atingida, provoca a abertura de válvulas de descarga, ou simplesmente o ar é empurrado para o tubo de descarga durante a contínua diminuição do volume da câmara de compressão.

Um compressor de deslocamento positivo consiste basicamente numa peça móvel dentro de um invólucro/câmara. O compressor tem um **pistão** como elemento móvel. O pistão está ligado a um eixo de manivela, o qual, por sua vez, está ligado uma peça móvel principal (motor eléctrico, motor de combustão interna). Nas portas de entrada e de saída, válvulas permitem que o ar entre e saia da câmara.

**Esquemas:**





### **Como Funciona um Compressor de Deslocamento Positivo Alternado**

À medida que o eixo de manivela empurra o pistão para baixo, forma-se um volume cada vez maior dentro da câmara.

Esta acção origina que o ar preso pelo pistão fure para se expandir, reduzindo a sua pressão.

Por isso, antes que isso aconteça, quando a diferença de pressões se torna suficientemente grande, a válvula de entrada abre, permitindo que o ar da atmosfera entre. Com o pistão no fundo do seu curso, a válvula de entrada fecha. O pistão começa então o seu movimento ascendente para reduzir o volume de ar o que consequentemente aumenta a sua pressão e temperatura. Quando a diferença de pressão entre a câmara do compressor e a linha de descarga for suficientemente grande, a válvula de descarga abre, permitindo que o ar passe para dentro de um **tanque**, para armazenamento.

Uma animação mostrando o seu funcionamento pode ser vista aqui:

<http://www.pneumofore.com/img/operation.swf>

### **Controlo da Energia Pneumática**

A energia que produz trabalho transmitida pneumaticamente tem de ser **direccionada** e sob controlo completo em todos os momentos. Se não estiver sob controlo, não será realizado trabalho útil e as máquinas podem estragar-se ou os seus operadores serem feridos. Uma das vantagens de transmitir energia sob a forma pneumática é que essa energia pode ser **controlada facilmente usando válvulas**.

### **Controlo da Pressão**

A pressão num sistema pneumático tem de ser controlada em dois pontos - **no compressor** e **no tanque de recepção**. O controlo da pressão é necessário no compressor como medida de segurança do sistema. É necessário no tanque de recepção de forma a que um actuador receba uma fonte de pressão constante, sem perdas de energia.

### **Controlo de Pressão Num Compressor**

Num sistema pneumático, a energia entregue por um compressor não é geralmente usada de imediato, mas é **armazenada** como energia potencial num tanque receptor, na forma de **ar comprimido**.



Na maioria dos casos, um compressor é projectado para integrar um sistema e operar intermitentemente. Um compressor, habitualmente, entrega ar comprimido a um tanque receptor até que seja atingida uma alta pressão e depois é desligado. Quando a pressão do ar no tanque diminui, o compressor liga-se e recarrega o tanque. A maneira de funcionar intermitente do compressor é um benefício para o sistema em termos de poupança de energia.

Um modo comum de sensorizar a pressão do tanque e, assim, controlar a acção e inacção de compressores relativamente pequenos (2-15 HP), é com um **interruptor de pressão**.

### **Interruptor de Pressão**

A pressão do sistema é sensorizada com um pistão de mola dentro do invólucro do interruptor. Quando a pressão no sistema está num nível baixo, a mola empurra o pistão para baixo. Nessa posição é feito um contacto que origina um sinal eléctrico para ligar o compressor. À medida que a pressão no tanque de recepção cresce, isso força o pistão a subir. Com a pressão ao seu mais alto nível, o pistão quebra o contacto eléctrico e o compressor desliga-se.

### **Válvula de Alívio de Segurança**

A máxima pressão desenvolvida por um compressor é projectada para ser regulada por um sistema de controlo que sensoriza a descarga ou a pressão do tanque. No caso de uma emergência, tal como uma falha do sistema de controlo em funcionar adequadamente, um sistema de compressor de deslocamento positivo é geralmente equipado com uma válvula de alívio de segurança.

Uma válvula de alívio de segurança é **normalmente** uma válvula **fechada**. A rosca da válvula de segurança está assente na entrada da válvula. Uma mola segura a rosca firmemente no seu lugar. O ar não consegue passar através da válvula até que a força na mola não ultrapasse o seu valor de “quebra” da rosca.

A pressão do ar à saída do compressor é sensorizada directamente no fundo da rosca.

Quando a pressão do ar fica a um nível exageradamente alto, a mola é comprimida, a rosca move-se do seu lugar, e o ar sai através da válvula.

Um válvula de segurança num compressor não tem a finalidade de operar frequentemente. Ela é usada apenas como um dispositivo de segurança. Muitas vezes



estas válvulas de segurança são equipadas com apitos ou cornetas para alertar as pessoas que há alguma falha no sistema ou que existe um problema.

### Regulador de Pressão

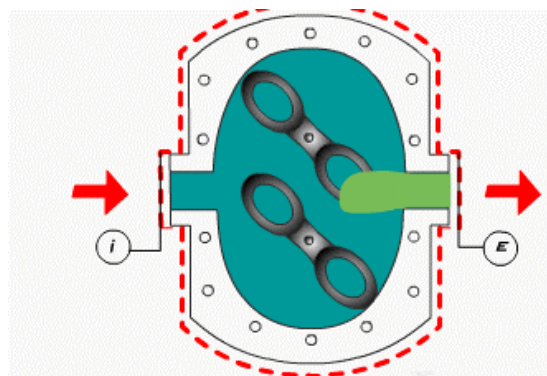
Num sistema pneumático, a energia que será usada pelo sistema e transmitida através dele encontra-se armazenada como energia potencial num tanque receptor de ar, na forma de ar comprimido. Um regulador de pressão está posicionado no tanque receptor e é utilizado para encaminhar, na quantidade necessária, esta energia, para cada parte do circuito.

Um regulador de pressão é, **normalmente**, uma válvula **aberta**

Com um regulador posicionado no tanque de recepção, o ar do tanque pode expandir-se (fluir) através da válvula, para qualquer ponto do circuito. À medida que a pressão após o regulador cresce, isso é detectado numa passagem piloto interna conduzindo até ao lado de baixo do pistão. Este pistão tem uma grande área exposta a esta pressão fluente e, por esta razão, é muito **sensível a detectar as flutuações de pressão que flui**. Quando a pressão fluente se aproxima de um nível pré-definido, o pistão move-se para cima puxando a rosca na direcção de repouso. A rosca, uma vez nessa posição, não permite que o ar comprimido continue a fluir. Desta forma, uma fonte **constante** de ar comprimido torna-se acessível para um actuador móvel.

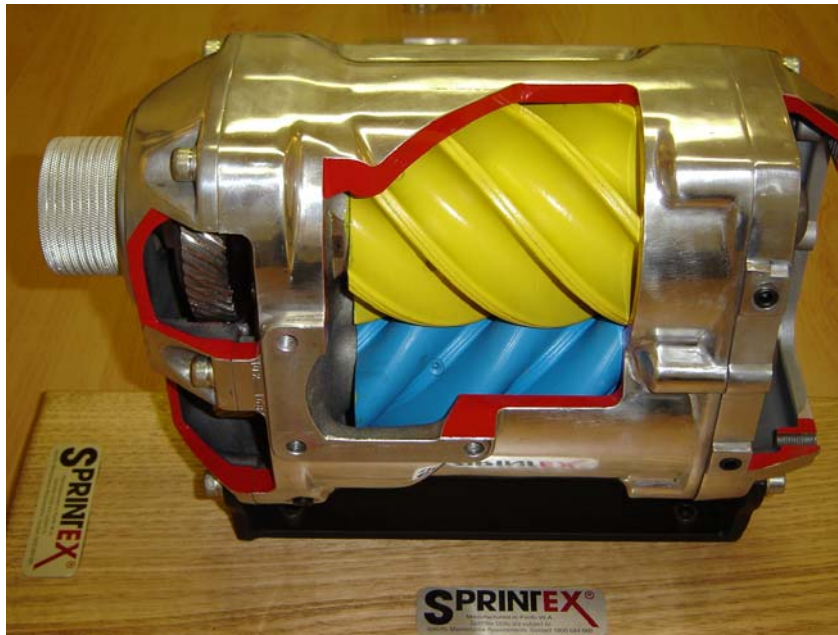
### Rotativos

esquema:





### Como Funciona um Compressor de Deslocamento Positivo Rotativo



São máquinas em que palhetas espiraladas giram radialmente solidárias com um rotor que está montado excentricamente dentro de um cilindro. O rotor encaixa com as lâminas ou palhetas de modo a que há um espaço livre entre ambos para o ar ir passando longitudinalmente, mantendo contacto com as paredes do cilindro através da força centrífuga. Quando em funcionamento, à medida que as palhetas espiraladas vão rodando no sentido da saída, os respectivos compartimentos vão ficando com o ar que lá se encontra, comprimido. Cada compartimento varia entre um máximo volume enquanto suga o ar do compartimento anterior e um mínimo volume na outra metade da revolução da palheta. Assim se obtém um deslocamento positivo do ar.

Uma animação do seu funcionamento pode ser vista aqui:

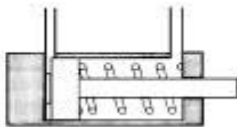
<http://www.geocities.com/mojju/me797/Compressors101.swf>



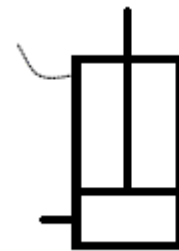
## CILINDROS

### Tipos Comuns de Cilindros

Há muitos tipos diferentes de cilindros. Os mais comuns encontram-se listados abaixo:



**Cilindro de Acção Única** - É um cilindro no qual a pressão do ar é aplicada a um elemento móvel (pistão) numa única direcção.



**Cilindro de Retorno por Mola** - É um cilindro no qual uma mola faz o retorno do pistão.

**Cilindro RAM** - É um cilindro no qual o elemento móvel é a haste do pistão



**Cilindro de Dupla Acção** - É um cilindro no qual a pressão do ar pode ser alternativamente aplicada para mover o pistão em ambas as direcções.

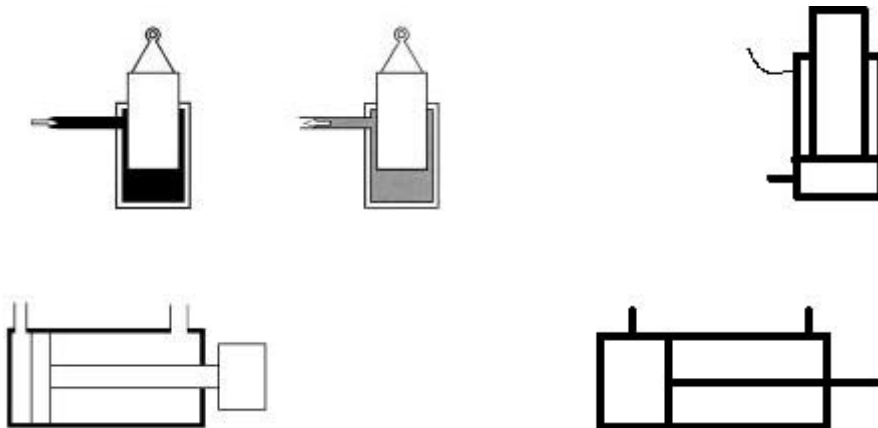
veja uma animação de um cilindro de dupla acção em funcionamento aqui:

<http://www.gearseds.com/curriculum/images/figures/cylinder2.swf>

**Cilindro de Dupla Acção e Dupla Haste** - É um cilindro de dupla acção com uma haste de pistão estendendo-se em cada ponta. As hastes do pistão estão ligadas ao mesmo pistão. Os cilindros de dupla haste fornecem uma força e velocidades iguais em ambas as direcções.



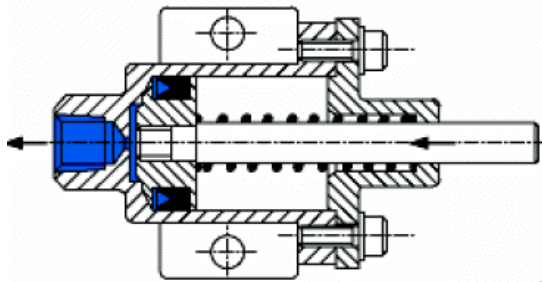
**Exemplos de Cilindros:**





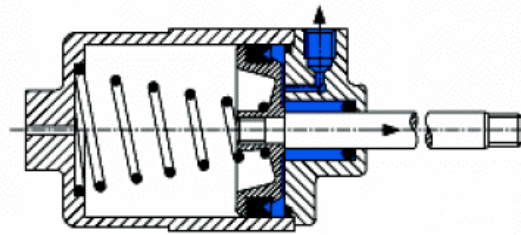


Cilindro Simples Ação Retorno por Mola

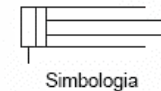
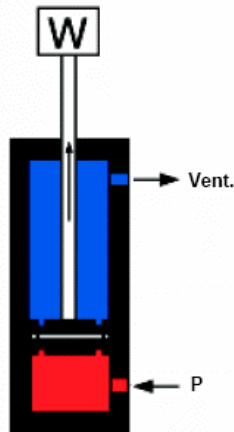


Simbologia

Cilindro de Simples Ação com Avanço por Mola e Retorno por Ar Comprimido



Simbologia

Cilindro Simples  
Ação Retorno por Força Externa

Simbologia

### Dimensionamento de um Cilindro

Para determinar o tamanho de um cilindro que é necessário para um sistema em particular, devem ser conhecidos certos parâmetros.

Antes de tudo tem de ser feita uma **avaliação da carga**.

Essa carga total não é apenas a carga básica que tem de ser movimentada, mas inclui também qualquer fricção e a força necessária para acelerar a carga. Também se deve incluir a força que é precisa para fazer sair o ar da outra ponta do cilindro através das linhas de ligação, válvulas de controlo, etc.

Qualquer outra força que seja necessário vencer também deve ser considerada como uma parte da carga total.

Uma vez determinadas a **carga** e as características da força, uma **pressão de trabalho** deve ser calculada. Esta pressão de trabalho seleccionada **TEM** de ser a pressão vista pelo pistão do cilindro quando o movimento se dá. É óbvio que a pressão de trabalho do cilindro é menor que a pressão do sistema devido às **perdas** de fluxo verificadas nas linhas e válvulas.



Com a carga total (incluindo a fricção) e a pressão de trabalho determinadas, o tamanho do cilindro pode ser calculado utilizando a **Lei de Pascal**: A Força é igual à Pressão aplicada a uma determinada Área. A fórmula que descreve esta acção é:

$$\text{Força} = \text{Pressão} * \text{Área}$$

A Força é proporcional à pressão e à área.

Quando um cilindro é utilizado para apertar ou premir, a sua força de saída pode ser calculada como se segue:  $F = P * A$

P = pressão (PSI (Bar) (Pascais))

F = Força (libras (Newtons))

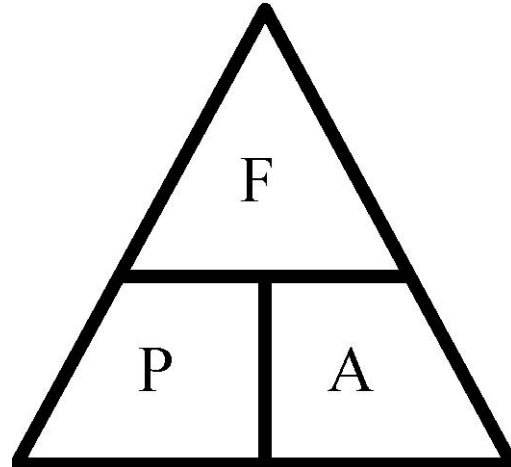
A = Área (polegadas quadradas (metros quadrados))

Estas relações entre pressão, força e área são por vezes ilustradas como se mostra abaixo, para ajudar a lembrarmo-nos das equações.

$$F = P * A$$

$$F P = -A$$

$$F A = -P$$



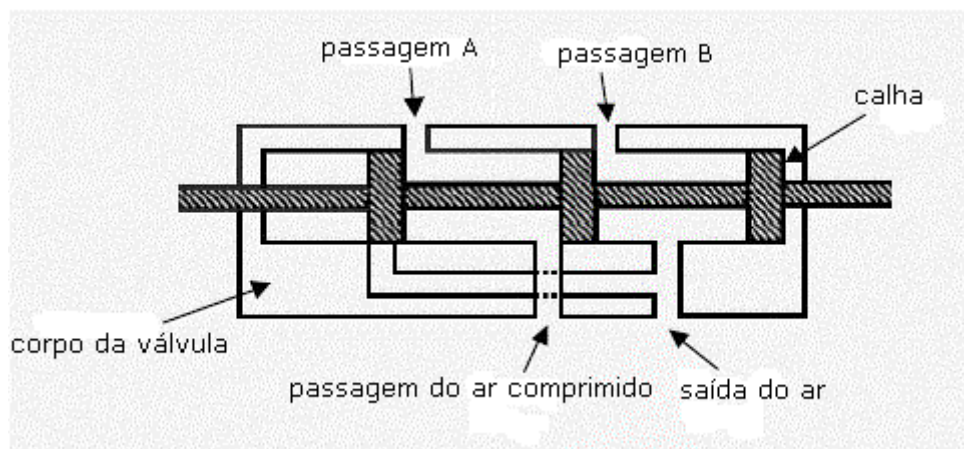


## VÁLVULAS

### Válvulas de Controlo Direccionais

Para alterar a direcção do fluxo do ar para e do cilindro, usa-se uma válvula de controlo direccional. A parte móvel, numa válvula deste tipo, liga e desliga as passagens internas do fluxo de ar dentro do corpo da válvula. Esta acção resulta no controlo da direcção do fluxo de ar.

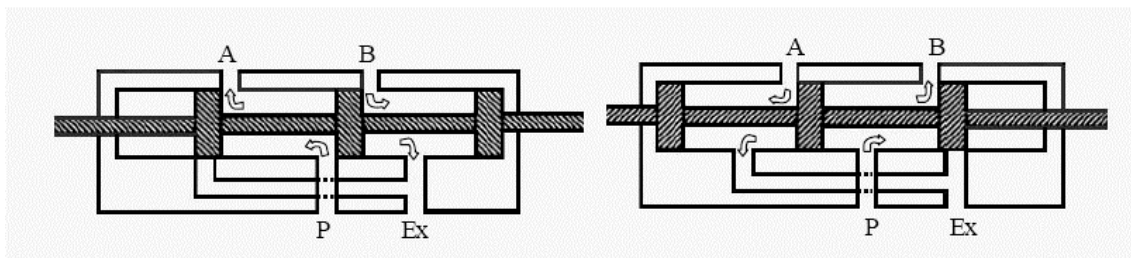
A válvula de controlo direccional típica consiste num corpo de válvula com quatro **passagens (orifícios / vias)** internas de fluxo dentro desse corpo e uma calha deslizante.



Movendo a calha alternadamente ligamos cada passagem a uma porta do cilindro para fornecer pressão ou à porta de esvaziamento.

Com a calha na posição onde o fornecimento de ar está ligado à porta A e a porta B está ligada à porta de esvaziamento (saída de ar), o **cilindro estende-se**.

Então, com a calha no outro extremo, o fornecimento de pressão é ligado à porta B e a porta A é ligada à porta de esvaziamento, e então o **cilindro retrai-se / recolhe**. Com uma válvula de controlo direccional num circuito, a haste do pistão do cilindro pode ser expandida ou retraída e assim realizar-se trabalho.



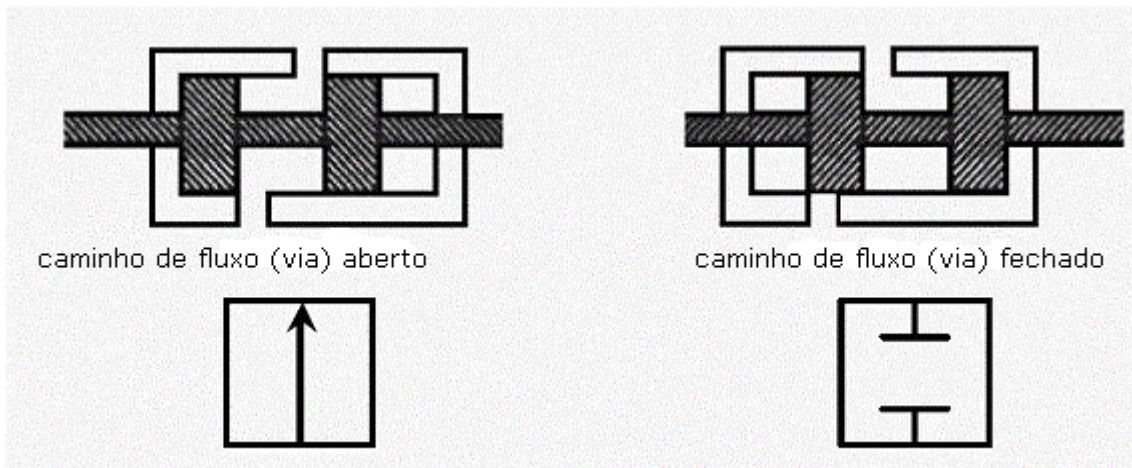


### Tipos Funcionais de Válvulas de Controlo Direccional

Um método de **classificar** uma válvula de controlo direccional é através dos **caminhos do fluxo / estados** que são configurados nas suas variadas condições de operação. Factores importantes a ser considerados são o número de portas individuais (**orifícios**), o número de caminhos do fluxo para que a válvula é utilizável (**estados**) e a ligação interna das portas com a parte móvel.

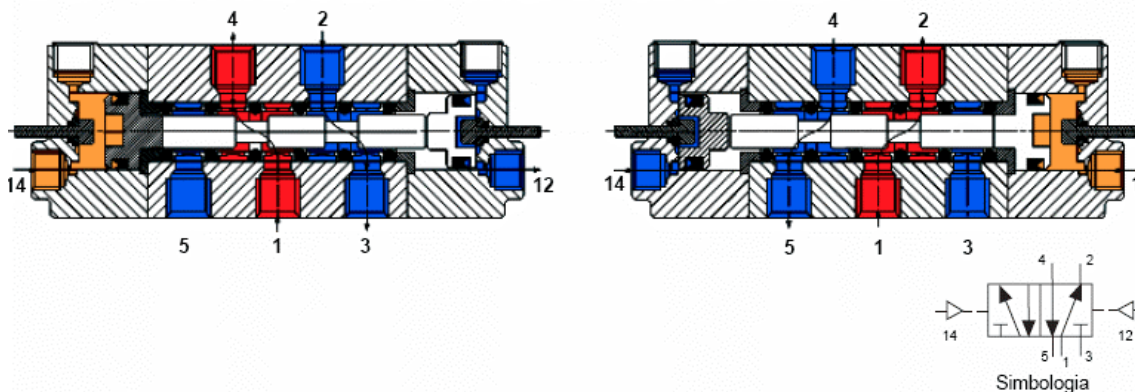
### Válvulas de Dupla Direcção

Uma válvula de dupla direcção consiste em **duas portas** ligadas uma à outra através de passagens / vias, que podem ser ligadas ou desligadas. Num extremo da calha, a porta A está aberta à porta B; o caminho do fluxo através da válvula está **aberto**. No outro extremo, o diâmetro largo da calha fecha o caminho entre A e B; o caminho do fluxo está então bloqueado. Uma válvula de dupla direcção dá-nos pois uma possibilidade de operação **liga/desliga - abre/fecha**.



### Exemplo:

Válvula de Controle Direccional 5/2, Acionamento por Duplo Piloto Positivo, Tipo Distribuidor Axial



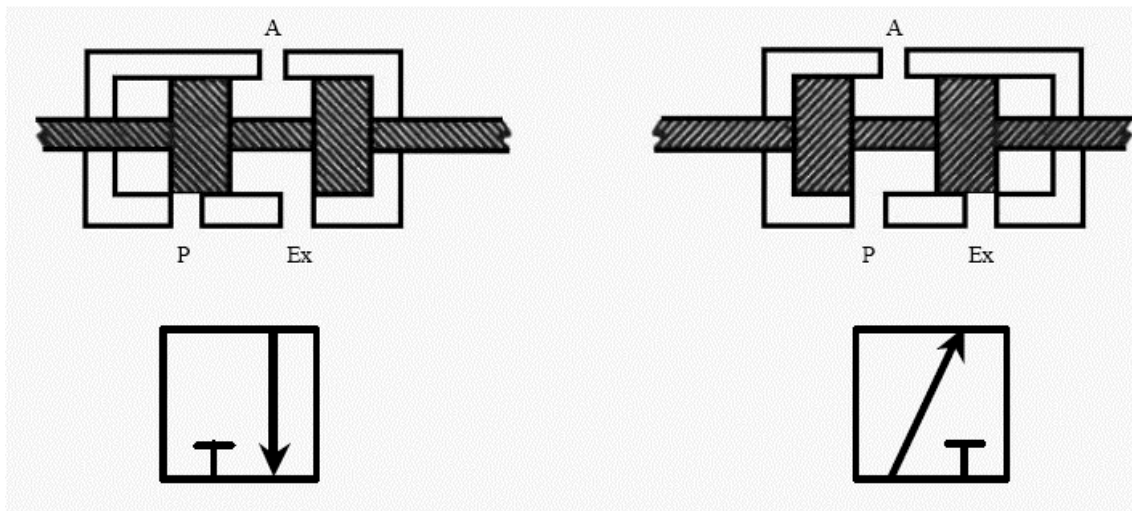


### Válvula de Tripla Direcção

Uma válvula de tripla direcção consiste em **três portas** ligadas através de passagens dentro do corpo da válvula que abaixo são mostradas como porta A, porta P e porta Ex. Se a porta A está ligada a um actuador, a porta P a uma fonte de pressão e a porta Ex aberta para esvaziamento, a válvula controla o fluxo de ar para (e de) a porta A.

A função desta válvula é **pressurizar e esvaziar uma porta actuadora**.

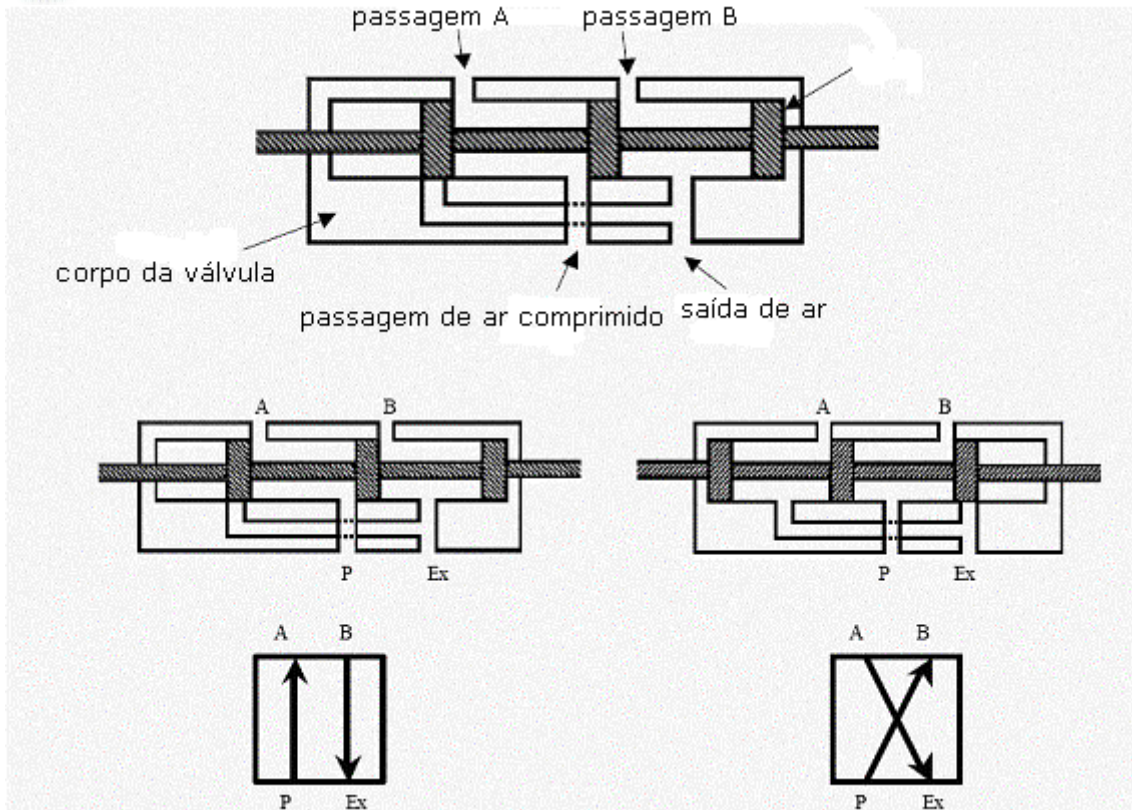
Quando a calha de uma válvula de tripla direcção está numa posição extrema, a passagem de pressão está ligada com a passagem de actuador. Quando no outro extremo, a calha liga a passagem do actuador com a passagem de esvaziamento.



### Válvula de Quadrúpula Direcção

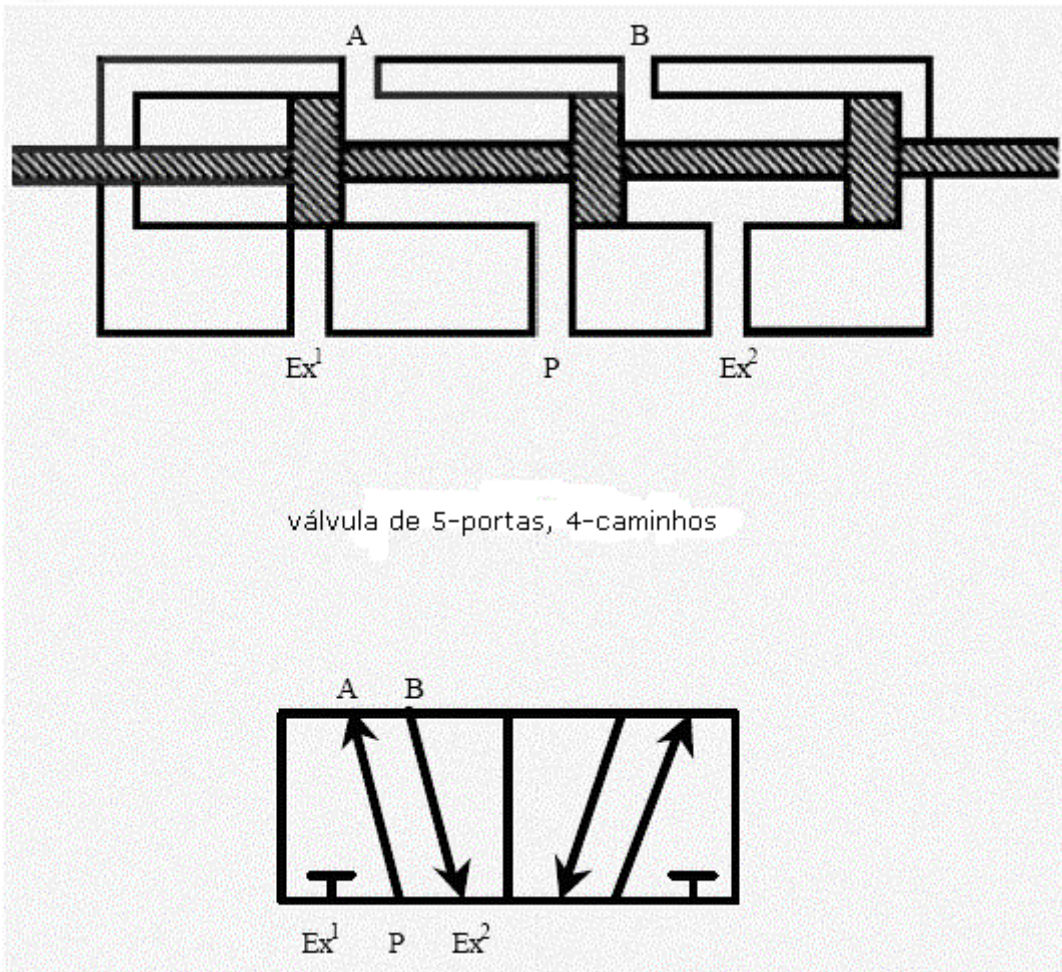
Talvez a **válvula direccional mais comum nos sistemas pneumáticos simples**, consista numa porta de pressão, duas portas de actuador e uma ou mais portas de esvaziamento. Estas válvulas são conhecidas como **válvulas de quatro caminhos** pois têm quatro caminhos distintos possíveis dentro do corpo da válvula.

Uma aplicação comum da válvula direccional quadrúpula de quatro portas é originar um **movimento reversível de um cilindro ou de um motor**. Para executar esta função, a calha liga a porta de pressão com uma porta de actuador. Ao mesmo tempo, a calha liga a outra porta de actuador com a porta de exaustão.



### Válvula Direccional de 4 Caminhos / 5 Portas

As válvulas de 4 caminhos estão também disponíveis com 5 portas externas, uma porta de pressão, duas portas de actuador, e duas portas de esvaziamento. Tais válvulas fornecem o mesmo controlo básico de caminhos de escoamento tal como a versão de 4 portas, mas **têm portas de esvaziamento individuais**. Na área da energia dos fluidos isto é conhecido por “válvula de 5 portas, 4 caminhos.” Este tipo de válvula leva todos os caminhos do fluxo para portas externas individuais. A porta de pressão é ligada ao sistema de pressão através do regulador. As portas de actuador são ligadas às portas de entrada e de saída de um cilindro ou motor. Cada porta de esvaziamento serve como porta de actuador.



Uma animação mostrando uma válvula de 5 caminhos em funcionamento pode ser vista aqui:

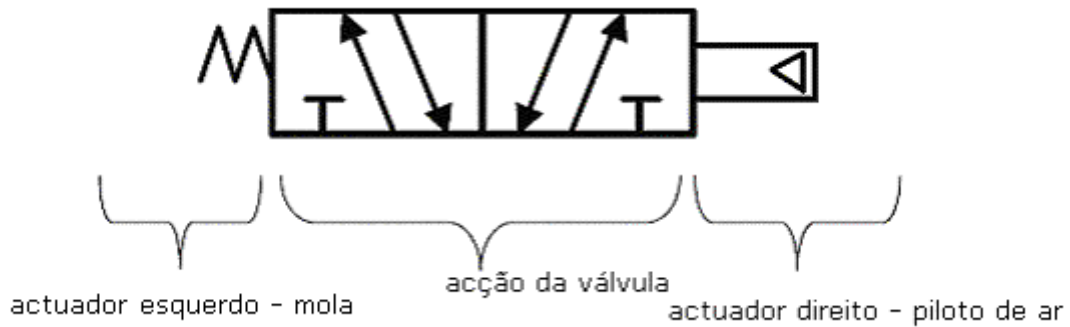
<http://www.mechanisms101.com/valf5.swf>

### Símbolos Esquemáticos para Válvulas Direccionais

Uma válvula direccional é uma válvula que direcciona o fluxo de ar por um caminho ou por outro. Ela não acelera, estrangula nem mede o fluxo de ar, e não muda a pressão do ar. Apenas altera, de alguma forma, a **direcção** o fluxo do ar.

O símbolo ANSI para as válvulas direccionais são os mais complicados de todos os símbolos da energia dos fluidos, mas também dos mais importantes, por isso vamos lá começar pelas válvulas direccionais, vendo como o sistema de simbologia funciona.

Uma válvula direccional típica é formada por três partes:



Os actuadores são dispositivos ou métodos que fazem com que a válvula mude de uma posição para outra. A acção da válvula tem a ver com as combinações de posições e caminhos de fluxo que a válvula pode oferecer/permitir.

### Caixas de Posição

**Todas as válvulas oferecem duas ou mais posições de utilização, cada posição fornecendo um ou mais caminhos para o fluxo de ar.**

Por exemplo, a familiar válvula de mola de retorno e solenóide fornece duas posições de trabalho, uma ocorrendo quando o solenóide está no comando da válvula, outra quando é a mola que ocupa aquela posição de comando da válvula.

O símbolo ANSI para uma válvula direccional é construído por uma série de caixas ou rectângulos, **uma caixa para cada posição / estado de utilização da válvula**.



Uma válvula de 2 posições / estados é simbolizada por duas caixas



Uma válvula de 3 posições / estados é simbolizada por três caixas.

A maioria dos movimentos do ar é através de válvulas de 2 posições / estados ou de 3 posições, mas é possível ter outros tipos de válvulas menos comuns com 5 ou até 6 posições. Em qualquer dos casos, haverá uma caixa para representar cada posição da válvula.

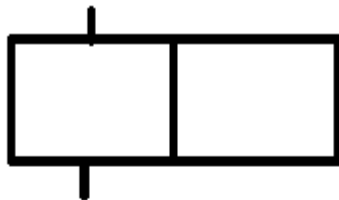




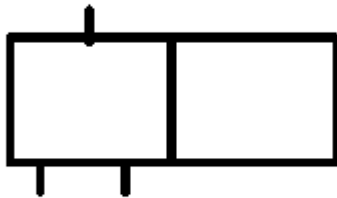
**Portas / Orifícios das Válvulas**

Todas as portas/orifícios da válvula, que aparecem no lado de fora da válvula, são supostas aparecer no símbolo. **Mas as portas são representadas em apenas uma das caixas, a caixa que representa os caminhos do fluxo que existem no início do ciclo da máquina.**

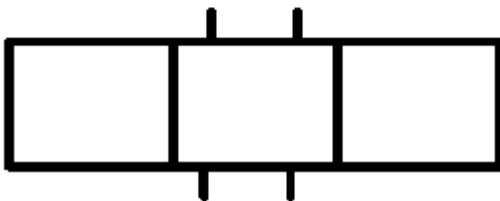
Alguns exemplos são:



Uma válvula de 2 posições / estados e 2 portas / orifícios




Uma válvula de 2 posições / estados e de 3 portas / orifícios

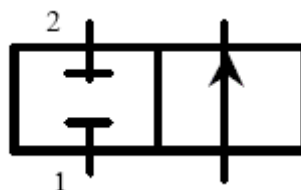


Uma válvula de 3 posições / estados e de 4 portas / orifícios

**Caminhos / Vias de Fluxo**

Cada caixa contém um grupo de linhas que representam os caminhos de fluxo (vias) que a válvula oferece/permite quando está nessa posição. Se uma porta está **bloqueada**, mostramos isso  no símbolo

Se duas portas estão ligadas e o ar pode fluir, isso é representado por uma linha desenhada entre as duas portas.



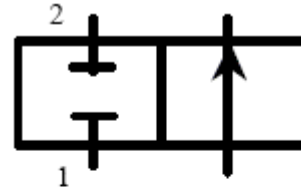
No exemplo acima, a caixa esquerda mostra as condições que existem no início do ciclo. A porta 1 está bloqueada e a porta 2 está bloqueada também. Quando a válvula é



mudada de posição, a condição de fluxo passa a existir e é mostrada no lado direito da caixa. A porta 1 está aberta para a porta 2.

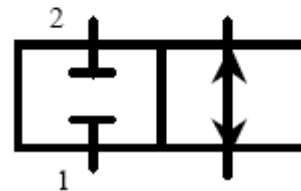
A **direcção** em que o ar flui durante um ciclo normal de operação pode-se representar colocando as **setas** no extremo dos caminhos de fluxo, perto das portas por onde o ar sai.

**Exemplo # 1** - No início do ciclo, o caminho de fluxo da porta 1 para a porta 2 está bloqueado. Quando a válvula muda de posição, o fluxo é da porta 1 para a porta 2.



**Exemplo #2** - No início do ciclo, o caminho de fluxo da porta 1 para a porta 2 está bloqueado.

Quando a válvula muda de posição, a porta 1 é aberta para a porta 2, mas durante uma parte do ciclo o ar flui da porta 1 para a porta 2, e durante outra parte do ciclo o ar flui da porta 2 para a porta 1.





**Símbolos típicos para as Accões das Válvulas**

**Válvulas de 2 Posições**

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | 2-Vias,<br>Bloqueada<br>no início do<br>ciclo                       |  | 2-Vias, Aberta<br>no início do<br>ciclo                           |
|  | 3-Vias,<br>Bloqueada<br>no início do<br>ciclo                       |  | 3-Vias, Aberta<br>no início do<br>ciclo                           |
|  | Selector de<br>2-Entradas   |  | Distribuidor  |
|  | 4-Vias, 4-<br>Portas<br>Entrada Única                               |  | 4-Vias, 5-<br>Portas,<br>Esvaziamento<br>Dual de<br>Entrada Única |
|  | 4-Vias, 5-<br>Portas<br>Esvaziamento<br>Dual<br>de Pressão<br>Comum |  |   |

**ACTUADORES (DAS VÁLVULAS)**

**Símbolos para os Actuadores das Válvulas**




Os símbolos para os actuadores das válvulas são desenhados perto do extremo das caixas das válvulas.



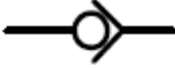




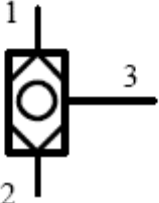
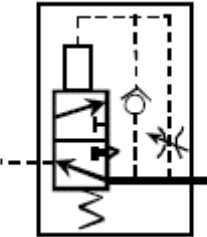
A regra é que cada actuador é desenhado perto da caixa que existe quando esse actuador está ao comando. No desenho abaixo, quando a mola tem o controlo da válvula, o caminho do fluxo está na parte esquerda da caixa. Quando o solenóide (o actuador da parte direita) está no comando, existe fluxo na parte direita da caixa.



Há uma série de símbolos standard para os actuadores. Esses símbolos podem ser desenhados em ambos os lados da válvula, sem se alterar o seu significado.

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>Mola</p> <p>Manual</p> <p>Botão de Pressão</p> <p>Alavanca</p> <p>Mecânico</p> <p>Bobina/Solenóide</p> <p>Tubo de Ar</p> <p>Tubo de Ar (alternativo)</p> <p>Obstáculo Mecânico</p> | <p><b><u>Actuadores Compostos</u></b></p> <p>Se dois símbolos de actuador são desenhados lado a lado, isso significa que qualquer deles pode originar a actuação da válvula.</p>  <p>Quer o piloto de ar quer a mola podem originar o movimento da válvula</p> <p><b><u>Combinações Típicas de Actuadores</u></b></p>  <p>2-Posições, Piloto Duplo, Obstáculo Mecânico</p>  <p>3-Posições, Piloto Duplo, Mola Centrada</p> |
|--|---|--|



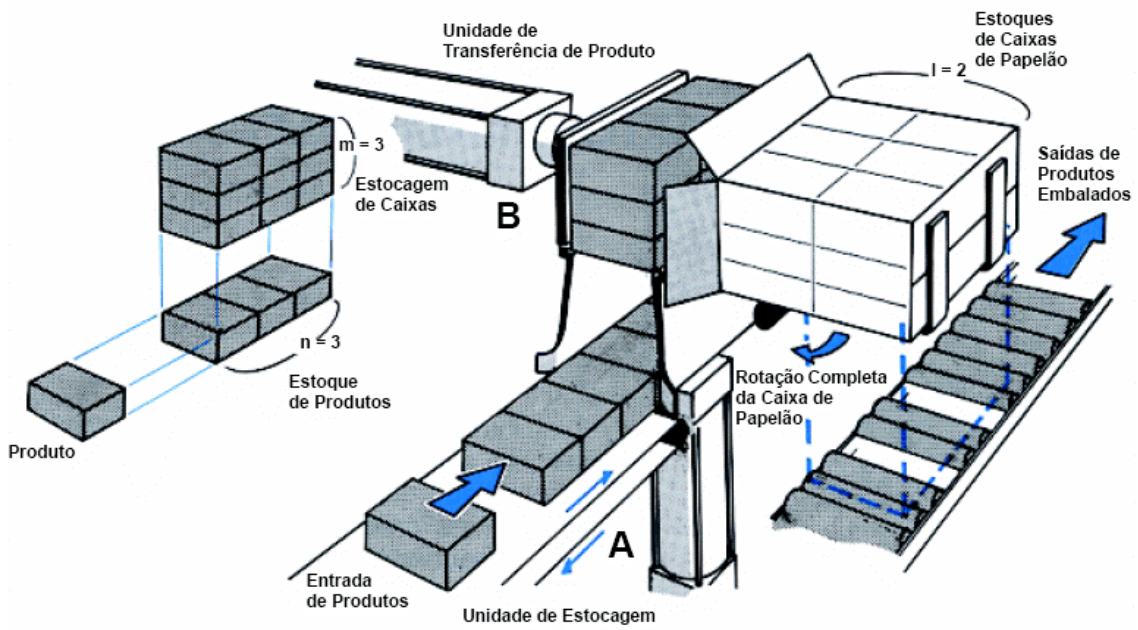
|   |  |
|---|--|
| <br><br><br><br><br><br> | <p><b>Válvula de Controle</b> - Permite o fluxo numa direcção, mas bloqueia o fluxo na outra. Neste exemplo, o fluxo pode ir da direita para a esquerda, mas nessa altura o fluxo da esquerda para a direita está bloqueado.</p> <p><b>Restrição Fixa ou Orifício</b> - Restringe o fluxo em ambas as direcções</p> <p><b>Restrição Ajustável</b> - Restringe o fluxo em ambas as direcções</p> <p><b>Válvula de Controle de Fluxo</b> (também chamada de válvula de controlo de velocidade) - Permite o fluxo livre numa direcção, mas restringe o fluxo noutra direcção. Neste exemplo o fluxo livre é da direita para a esquerda e a restrição de fluxo é da esquerda para a direita.<br/>Neste exemplo, o fluxo é livre da esquerda para a direita e é restringido da direita para a esquerda.</p> <p><b>Válvula de Ida e Volta (vai-vem)</b> - Uma válvula de 3 portas com duas entradas e uma saída. Neste exemplo as portas 1 e 2 são de entrada e a porta 3 de saída.<br/>Se a pressão for aplicada à porta 1, ela sairá pela porta 3, mas não voltará atrás para a porta 2. Se for aplicada à porta 2 sairá pela porta 3 mas não voltará atrás para a porta 1.<br/>Quando a pressão é removida das portas 1, 2, a porta 3 esvaziará por uma das portas de entrada, e pode esvaziar por qualquer delas.</p> <p><b>Válvula de Impulso</b> - Uma válvula que permite que o fornecimento inicial de ar que recebe, passe através dela apenas durante alguns milissegundos (impulso), e depois mantém-se fechada até que a pressão fornecida se esvazie.</p> |
|---|--|



| <b>Terminologia das Válvulas (Sumário)</b> |  |
|--|--|
| Duas                                       | Vias, Normalmente Fechada:<br>O fluxo é da entrada para a saída quando a válvula está actuada.<br>O fluxo na linha de saída fechado quando a válvula está desactivada.                             |
| Três                                       | Vias, Normalmente Fechada:<br>O fluxo é da entrada para a saída quando a válvula é actuada.<br>Na desactivação da válvula, a linha de saída é aberta para a atmosfera.                             |
| Três                                       | Vias, Normalmente Aberta:<br>O fluxo é da entrada para a saída na condição da válvula desactivada.<br>A activação da válvula pára o fluxo da entrada para a saída e a saída é então esvaziada.     |
| Quatro                                     | Vias:<br>Da entrada, o fluxo é desviado para uma das saídas; a porta de saída que não está activada é aberta para a atmosfera.<br>A válvula pode ser do tipo de retorno por mola ou de 2-Posições. |
| Fluxo                                      | Control Valve:<br>Allows free flow in one direction and controlled adjustable flow rate in the other direction.  |
| Ida e Volta                                | Valve:<br>Allows flow from either input to the output.   |
| Impulso                                    | Valve:<br>A unitized valve that converts a continuous supply of air into an outlet pulse of air and then remains closed until the supply pressure is exhausted.                                    |



Exemplo de Aplicação de Circuito Pneumático:



**PROBLEMAS (ENUNCIADOS)****PROBLEMA DE PNEUMÁTICA #1****Aplicação:**

Peças acabadas estão a acumular-se no fim de uma passadeira rolante. As peças têm de ser transferidas para um carrinho que as carrega até à estação de inspecção e empacotamento. As necessidades técnicas impõem que se possa activar e depois desactivar um dispositivo de transferência alimentado por um cilindro pneumático.

**Objectivo:**

Ser capaz de projectar e montar um circuito que estende e contrai um cilindro de acção simples com retorno por mola.

**Circuito Problema:**

Usando determinados componentes e implementação física, projectar um circuito que operará um cilindro por retorno de mola com uma válvula de 2-vias, de 2-posições, e compensação por mola.

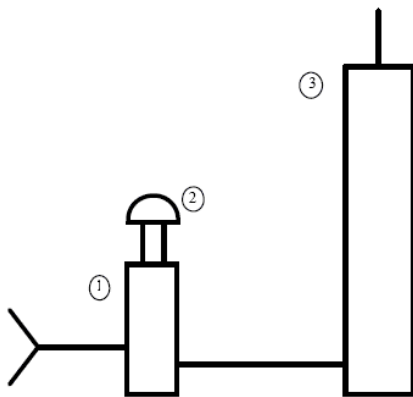
Projecto e diagrama esquemático.

Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

**Implementação dos Componentes necessários:**

| Part # | Descrição do Componente                         | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-vias, 2-posições, retorno por mola | 1    |
| 2      | actuador - botão de pressão                     | 1    |
| 3      | cilindro de acção simples, retorno por mola     | 1    |

Nota: os actuadores podem já estar montados na válvula





## Problema de Pneumática #2

### Aplicação:

Peças precisam de ser fixadas para uma operação de perfuração. O técnico precisa de activar e desactivar um fixador pneumático que segure a peça num suporte da máquina de furar. O fixador tem de ser activado antes que o ciclo de perfuração se inicie e desactivado no fim do ciclo de perfuração.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito que estende e contrai um cilindro de dupla acção.

### Circuito-Problema:

Utilizando determinados componentes e o projecto de implementação física, projectar um esquema de um circuito que operará um cilindro de dupla acção com uma válvula de 4-vias, 2-posições.

Projecto e diagram esquemático.

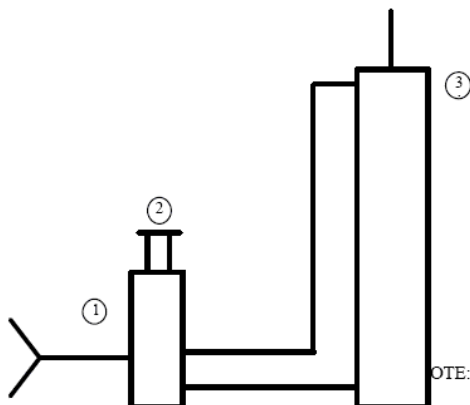
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Implementação dos Componentes necessários:



| Part # | Descrição do Componente       | Qtd. |
|--------|-------------------------------|------|
| 1      | válvula de 4-vias, 2-posições | 1    |
| 2      | actuador manual               | 1    |
| 3      | cilindro de dupla acção       | 1    |

NOTE: Nota: os actuadores podem já estar montados na válvula



## Problema de Pneumática #3

### Aplicação:

Uma grande prensa de estampagem tem de ter uma peça posicionada, os fixadores apertados e a cancela de segurança fechada, antes de a prensa poder operar. O circuito pneumático necessário para este tipo de máquina é projectado para minimizar os acidentes.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito lógico “AND”

### Circuito-Problema:

Utilizando os componentes dados e o projecto de implementação física, projectar um esquema de um circuito que apenas operará o cilindro quando as três válvulas sejam operadas simultaneamente, indicando que as operações de segurança estão asseguradas.

Projecto e diagram esquemático.

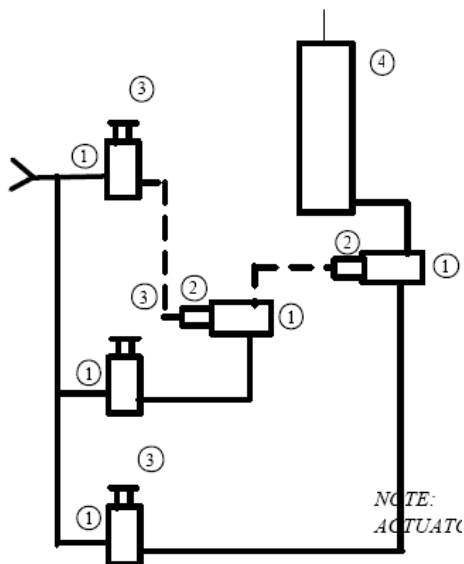
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Implementação dos Componentes necessários:



| Part # | Descrição do Componente                         | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-vias, 2-posições, retorno por mola | 5    |
| 2      | actuador - tubo de ar                           | 2    |
| 3      | actuador manual                                 | 3    |
| 4      | cilindro de acção simples, retorno por mola     | 1    |

Nota: os actuadores podem já estar montados nas válvulas



## Problema de Pneumática #4

### Aplicação:

Acumulam-se peças numa passadeira mecânica e aguardando que sejam pegadas e transferidas para a fase seguinte de montagem. Os técnicos nas várias posições de trabalho precisam de controlar o mecanismo de abertura de porta de modo a que as peças sejam enviadas para a sua posição de montagem.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito lógico “OR”.

### Problema-Circuito

Usando os componentes dados e o esquema de implantação, projectar um esquema do circuito que operará um cilindro de retorno por mola de qualquer uma das três válvulas idênticas

Projecto e diagram esquemático.

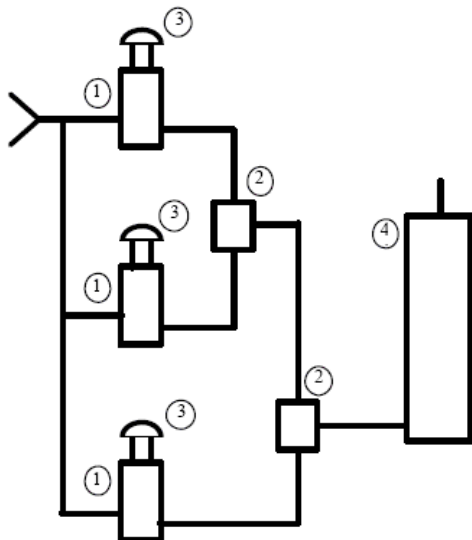
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Esquema de Implementação dos Componentes Necessários



| Part # | Descrição do Componente                             | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola | 3    |
| 2      | válvula de vai-vem                                  | 2    |
| 3      | actuador botão de pressão                           | 3    |
| 4      | cilindro de acção simples, retorno por mola         | 1    |

Nota: os actuadores podem já estar montados nas válvulas



## Problema de Pneumática #5

### Aplicação:

Uma máquina térmica de moldagem de plástico é capaz de aquecer e moldar peças de várias grossuras. As peças devem ser fixadas nas suas posições de moldagem enquanto o plástico é moldado até à sua forma final. O intervalo de tempo necessário para moldar o plástico depende da sua grossura. Isso, por sua vez, requer uma operação de moldagem que tem um determinado tempo de duração antes de a peça ser libertada.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito de “MEMÓRIA LIMITADA”

### Circuito-Problema:

Utilizando os componentes dados e um esquema de implementação, projectar um circuito esquemático que estenderá um cilindro por um período ajustável de tempo e que, depois, passado esse intervalo de tempo, automaticamente fará recolher o cilindro.

Projecto e diagram esquemático.

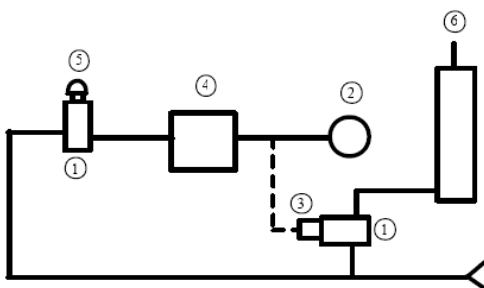
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

Esquema de Implementação dos Componentes Necessários



| Part # | Descrição do Componente                             | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola | 2    |
| 2      | câmara de ar  | 1    |
| 3      | actuador piloto de ar                               | 1    |
| 4      | válvula de controlo de fluxo                        | 1    |
| 5      | actuador botão de pressão                           | 1    |
| 6      | cilindro de acção simples, retorno por mola         | 1    |

Nota: os actuadores podem já estar montados nas válvulas



## Problema de Pneumática #6

### Aplicação:

Um terreno de cascalho tem uma passadeira que pode transportar o cascalho para dois cais de carga diferentes. De forma a mudar a saída da passadeira para carregar alternadamente um ou outro cais, o operador tem de premir um botão. Como precaução de segurança, a passadeira será sempre mantida na última posição para que foi mudada.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito de “MEMÓRIA COMPLETA”

### Circuito-Problema:

Utilizando os componentes dados e o esquema de implementação dado, projectar um esquema de um circuito que requer que o operador prima um de dois botões que por sua vez mudará uma válvula de 4-orifícios, 2-estados, detented. A válvula é comandada por ar comprimido em ambas as direcções e opera um cilindro de dupla acção.

Projecto e diagram esquemático.

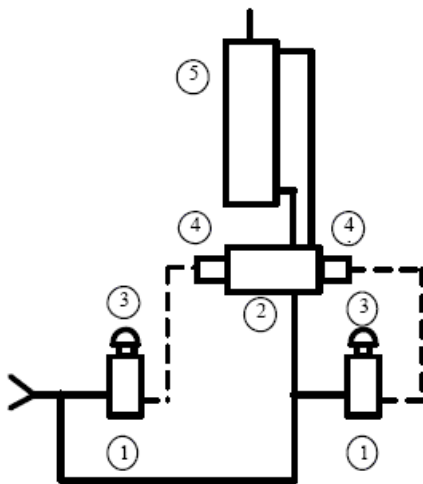
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Esquema de Implementação dos Componentes Necessários



| Part # | Descrição do Componente                             | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola | 2    |
| 2      | válvula de 4-orifícios, 2-estados, detented         | 1    |
| 3      | actuador botão de pressão                           | 2    |
| 4      | actuador piloto de ar                               | 2    |
| 5      | cilindro de dupla acção                             | 1    |

Nota: os actuadores podem já estar montados nas válvulas



## Problema de Pneumática #7

### Aplicação:

Caixas estão a ser enchidas com material para empacotamento e elas são libertadas quando a quantidade atinge um certo valor. A quantidade exacta de material empacotado é colocada num único ciclo. O operador precisa de ser impedido de encher a mesma caixa duas vezes, o que criaria uma situação de engarrafamento. O operador premirá um botão para activar a porta de libertação. Uma vez esse botão premido, o ciclo continua até estar completo e o botão deixar de ser premido. Mesmo que o botão continue a ser premido, um novo ciclo não poderá ser iniciado.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito de “UM ÚNICO CICLO” (por cada vez que um botão é premido).

### Circuito-Problema:

Utilizando os componentes dados e o esquema de implementação dado, projectar um esquema de um circuito que apenas operará o cilindro por um ciclo de cada vez. Não importando quanto tempo a válvula seja mantida em posição, cada vez que o operador carregar num botão, tal apenas resultará num único ciclo. A válvula de impulso controlará o tempo de atraso antes do recolhimento do cilindro. O ciclo único é uma função de memória limitada no tempo.

Projecto e diagrama esquemático.

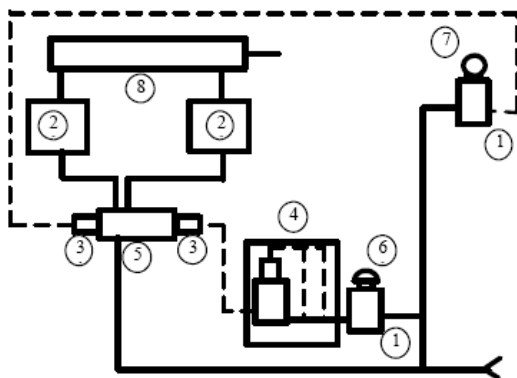
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Esquema de Implementação dos Componentes Necessários



| Part # | Descrição do Componente                                 | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola     | 2    |
| 2      | válvula de controlo de fluxo                            | 2    |
| 3      | actuador piloto de ar                                   | 2    |
| 4      | válvula de impulso                                      | 1    |
| 5      | válvula de 4-orifícios, 2-estados, detented (rotativo?) | 1    |
| 6      | actuador botão de pressão                               | 1    |
| 7      | actuador mecânico                                       | 1    |
| 8      | cilindro de dupla acção                                 | 1    |

Nota: os actuadores podem já estar montados nas válvulas.



## Problema de Pneumática #8

### Aplicação:

A cabeça de uma máquina de uma trituradora de precisão precisa de se corresponder continuamente com a superfície da cabeça de um cilindro à medida que vai triturando. A velocidade precisa de ser controlada em ambas as direcções.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um “CICLO AUTOMÁTICO OPERADO MECANICAMENTE”

### Circuito-Problema:

Utilizando os componentes dados e o esquema de implementação dado, projectar um esquema de circuito que automaticamente reproduz a correspondente rotação contínua de um cilindro. Os limites da válvula, localizadas na completa extensão e recolhimento do cilindro, são operados mecanicamente (cam). Válvulas de controlo de fluxo que controlam o fluxo do ar libertado que sai do cilindro (sangria) comandam a velocidade de operação. O ciclo é iniciado e parado à mudança da válvula alternada.

Projecto e diagram esquemático.

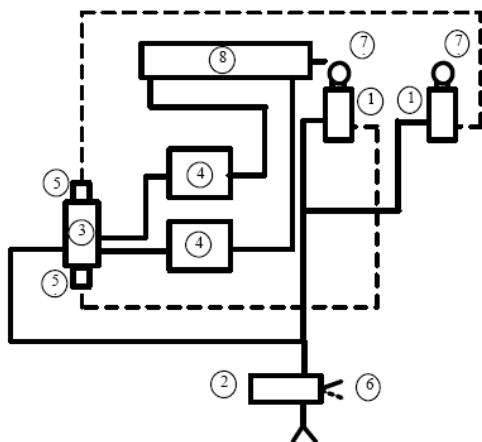
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Esquema de Implementação dos Componentes Necessários



| Part # | Descrição do Componente                                 | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola     | 2    |
| 2      | válvula de 3-orifícios, 2-estados                       | 1    |
| 3      | válvula de 4-orifícios, 2-estados, detented (rotativo?) | 1    |
| 4      | válvula de controlo de fluxo                            | 2    |
| 5      | actuador piloto de ar                                   | 2    |
| 6      | actuador manual   | 1    |
| 7      | actuador mecânico                                       | 2    |
| 8      | cilindro de dupla acção                                 | 1    |

Nota: Os actuadores podem já estar montados nas válvulas.



## Problema de Pneumática #9

### Aplicação:

A transferência de material de uma máquina de cunhar progressiva deve ser manualmente indexada pelo operador, mudando uma válvula. Quando isso acontece, os pinos de assentamento são libertados e a folha de metal avança para o próximo posto. Os pinos de assentamento podem apenas ser libertados quando a folha de metal está a avançar.

### Objectivo:

Ser capaz de desenhar e montar um circuito de “UM CICLO - DEPOIS LIMPA”

### Ccircuito-Problema:

Utilizando os componentes dados e o esquema de implementação dado, projectra um esquema de um circuito que estenda um cilindro de dupla acção enquanto, simultaneamente, estenda um cilindro de retorno por mola. O cilindro de retorno por mola é operado quando um actuador mecânico é actuada e pode apenas operar durante a extensão do cilindro de dupla acção. Quando o cilindro de dupla acção está completamente estendido ele actua o actuador mecânico, o que origina o seu recolhimento e a reposição para o início de outro ciclo (Reset). Quando o cilindro de dupla acção se recolhe, não haverá qualquer acção mesmo actuando no actuador mecânico.

Projecto e diagram esquemático.

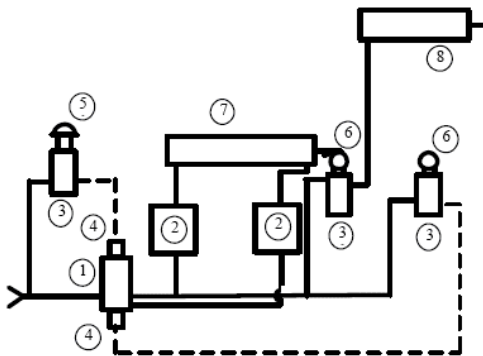
Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Esquema de Implementação dos Componentes Necessários



| Part # | Descrição do Componente                                 | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 4-orifícios, 2-estados, detented (rotativo?) | 1    |
| 2      | válvula de controlo de fluxo                            | 2    |
| 3      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola     | 3    |
| 4      | actuador piloto de ar                                   | 2    |
| 5      | actuador botão de pressão                               | 1    |
| 6      | actuador mecânico                                       | 2    |
| 7      | cilindro de dupla acção                                 | 1    |
| 8      | cilindro de acção simples, retorno por mola             | 1    |

Nota: Os actuadores podem já estar montados nas válvulas



**Problema de Pneumática #10****Aplicação:**

Um sistema de potência de abertura de porta tem de ser controlado por um ciclo temporizado. Os operadores têm de activar o ciclo da porta, quer do interior quer do exterior, premindo um botão. A porta deve ficar aberta durante um intervalo de tempo (ajustável) antes de, automaticamente, fechar. Os operadores também têm de ter maneira de manter a porta aberta, quando necessá rio.

**Objectivo:**

Ser capaz de projectar e montar um circuito de “ABERTURA DE PORTA - FECHO DE PORTA COM ATRASO”.

**Circuito-Problema:**

Utilizando os componentes dados e o esquema de implementação dado, projecte o esquema de um circuito que permita a actuação de duas válvulas iniciar um ciclo que estende um cilindro por um período ajustável de tempo e depois o recolhe. O tempo de atraso ajustável é controlado por um circuito de “memória limitada”. Uma terceira válvula (válvula interruptor) tem de ter a capacidade de estender o cilindro e manter o cilindro estendido até que o operador queira que ele recolha.

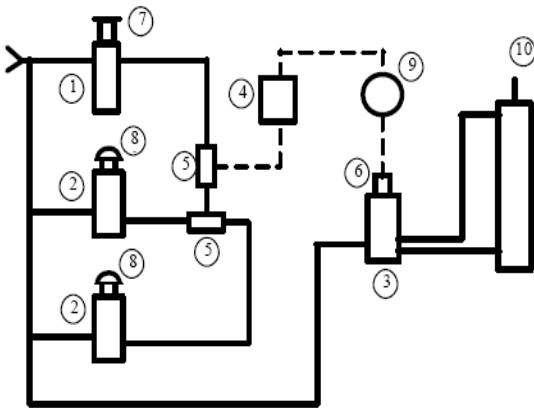
Projecto e diagram esquemático.

Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

**Esquema de Implementação dos Componentes Necessários**

| Part # | Descrição do Componente                             | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | válvula de 3-orifícios, 2-estados,                  | 1    |
| 2      | válvula de 3-orifícios, 2-estados, retorno por mola | 2    |
| 3      | válvula de 4-orifícios, 2-estados, retorno por mola | 1    |
| 4      | válvula de controlo de fluxo                        | 1    |
| 5      | válvula vai-vem                                     | 2    |
| 6      | actuador pilto de ar                                | 1    |
| 7      | actuador manual                                     | 1    |
| 8      | actuador botão de pressão                           | 2    |
| 9      | câmara de ar  | 1    |
| 10     | cilindro de dupla acção                             | 1    |

Nota: O actuador pode já estar montado na válvula.



## Problema de Pneumática #16

### Aplicação:

Uma palete de peças tem de ser levantada e depois transferida para um veículo Auto-Guiado (AGV) para ser transportada para o cais de carga. O operador da máquina tem de fazer isso acontecer automaticamente pela simples pressão e libertação de um botão de pressão, uma única vez.

### Objectivo:

Ser capaz de projectar e montar um circuito de controlo de máquina que, de forma segura, sequeencie a acção de dois cilindros de dupla acção.

### Circuito-Problema:

Depois de uma actuação momentânea de um botão de início, um cilindro de dupla acção estende-se até ao seu limite, o que faz então estender um segundo cilindro de dupla acção, também até ao seu limite. Nessa altura, o primeiro cilindro recolhe, o que origina então que o segundo cilindro também se recolha. O ciclo não poderá ser reiniciado até que o segundo cilindro esteja completamente recolhido. Usando a tabela de componentes abaixo, projectar e montar um circuito esquemático que, de forma correcta e segura, opere esta aplicação de controlo de máquinas.

Projecto e diagram esquemático.

Aprovado: \_\_\_\_\_

Ligação dos componentes de acordo com o diagrama esquemático: Aprovado: \_\_\_\_\_

Operar e explicar o circuito ao professor:

Aprovado: \_\_\_\_\_

### Componentes Necessários:

| Part # | Descrição do Componente   | Qtd. |
|--------|---|------|
| 1      | cilindro de dupla acção   | 2    |
| 2      | válvula de controlo direccional, 3-orifícios, 2-estados, manualmente operada, retorno por mola.               | 2    |
| 3      | válvula de controlo direccional, 4-orifícios, 2-estados, operada por duplo piloto de ar, detented             | 3    |
| 4      | válvula de limite, 3-orifícios, 2-estados, operada mecanicamente, retorno por mola (normalmente não-passante) | 2    |
| 5      | válvula de controlo direccional, 3-orifícios, 2-estados, operada por piloto de ar simples, retorno por mola.  | 1    |



**Nota final:**

**(Montes de ) Tutoriais, Animações, Manuais, Figuras, Esquemas, etc., podem ser encontrados aqui:**

**<http://www.educypedia.be/education/mechanicspneu.htm>**

**Sobre-vos tempo ....**