

# PROJETO MECÂNICO (SEM 0347)

Notas de Aulas v.2020

## *Aula 11 – Noções de automação pneumática e Hidráulica*

Professores: Carlos Alberto Fortulan

# Evolução da Indústria (Revoluções industriais)

1.0

2.0

3.0

4.0

Máquina a vapor  
Mecanização

Linha de produção

Automação

Cibernético

Final do século XVIII

1870s

1970s

1780s

# Automação

Sistema que uso de técnicas computadorizadas ou mecânicas que comandam e controlam os mecanismos para seu próprio funcionamento e tem o objetivo de dinamizar e otimizar todos os processos produtivos dos mais diversos setores da economia.

A palavra tem origem no grego *autómatos* que significa "*mover-se por si*" ou "*que se move sozinho*".

**Grau de automação:** relação entre o total ponderado de funções automatizadas e total das funções. Se consideram o período de utilização das funções e a sua importância dentro do processo.

Basicamente:

- Quanto maior a vida prevista para o produto (módulo, peça de trabalho);
- Quanto mais confiável deve ser vida útil;
- Quanto maior o volume de produção desejado,  
→ maior pode ser o grau de automação.

É necessário considerar, qual operação deve ser automatizada e qual o grau de automação deve ser implantado.

*“Um trabalho de automatização de 80 a 90% pode reduzir bastante o custo. Caso se tentasse automatizar os 10 a 20% restantes do projeto, todo o sistema poderia se tornar economicamente inviável.”*

*“John Diebold, 1951, A fábrica automática”*

**Flexibilidade** é a capacidade de adequar todo o sistema de produção às alterações exigidas pela produção, seja no que se refere à auto-adaptação ou adaptação externa (intervenção manual).

Produção flexível :

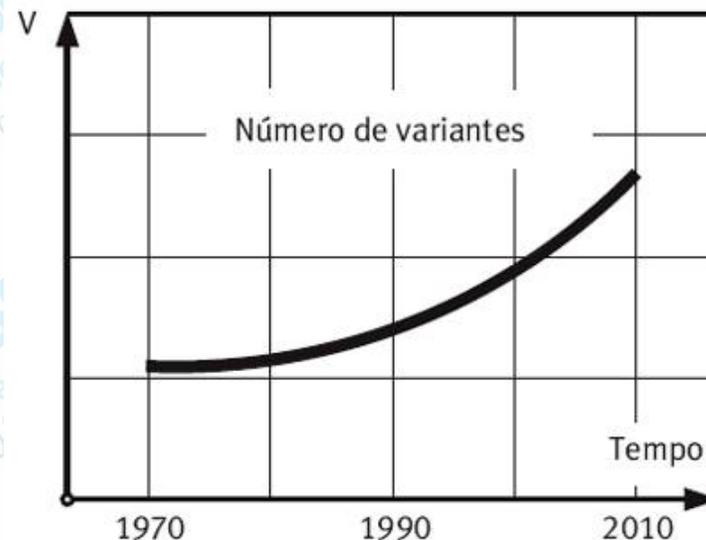
- Produção de custo acessível de diferentes peças, em qualquer sequencia desejada e em quantidades variadas.

Naturalmente:

- Quanto mais variável a estrutura do produto;
- Quanto mais imprevisível o comportamento do cliente;
- Quanto mais complexa a gama de produtos e os ciclos de fornecimento,  
→ maior o grau de flexibilidade necessário.

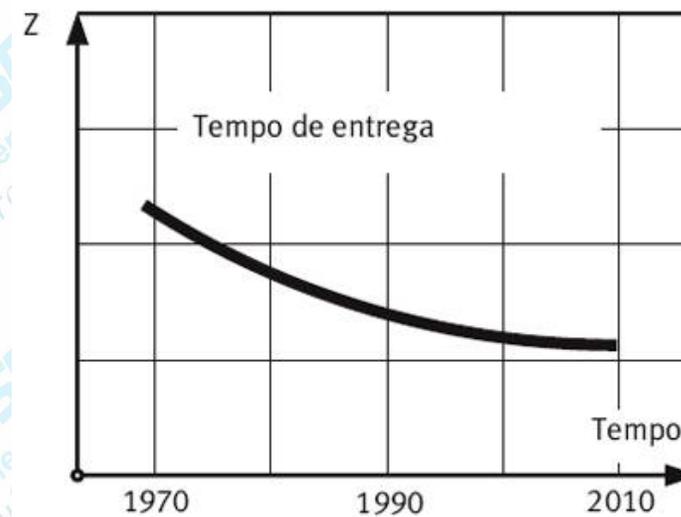
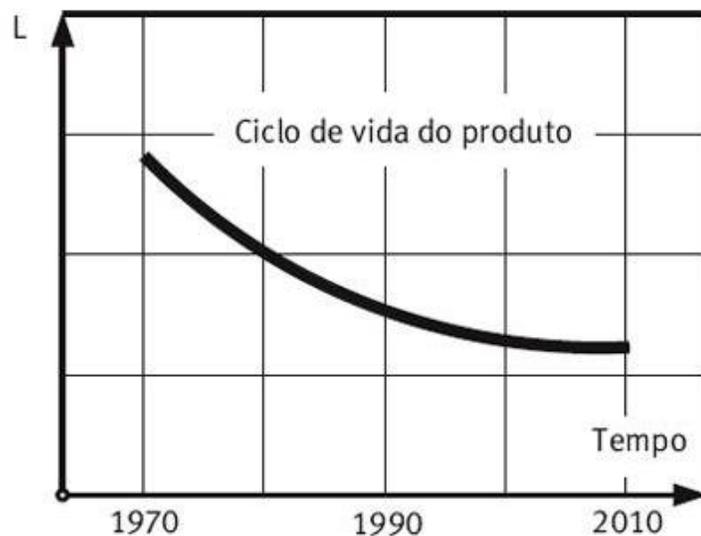
**Alto grau de automação e flexibilidade** são coisas completamente distintas. O desafio, então, é obter uma automação capaz de oferecer um grau de flexibilidade economicamente viável.

- ✓ Os produtos estão se tornando cada vez mais complexos e o número de versões aumentam constantemente;



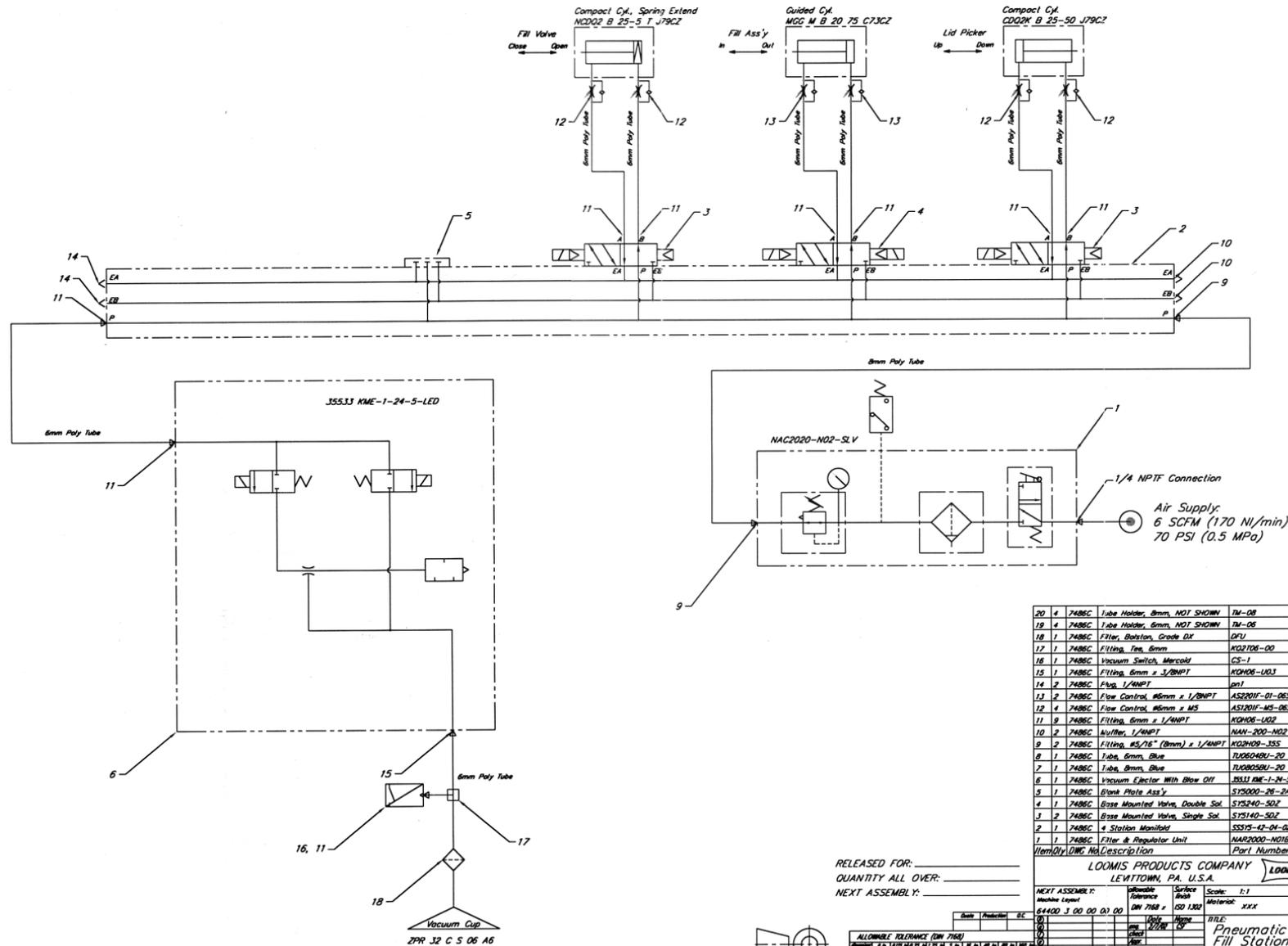
- ✓ É exigido cada vez mais agilidade e rapidez de fabricação;

✓ os ciclos de vida de um produto estão se tornando cada vez menores;



- ✓ diminuição dos custos de fabricação;
- ✓ redução do trabalho manual direto com o produto.

# Fill Station



20	4	748BC	Tube Holder, 8mm, NOT SHOWN	TM-08	SMC
19	4	748BC	Tube Holder, 6mm, NOT SHOWN	TM-06	SMC
18	1	748BC	Filter, Bistalon, Grade OX	DFU	Parler
17	1	748BC	Fitting, Tee, 6mm	KQ2106-00	SMC
16	1	748BC	Vacuum Switch, Mercoid	CS-1	Dwyer
15	1	748BC	Fitting, 6mm x 3/8NPT	KQ206-L03	SMC
14	2	748BC	Flap, 1/4NPT	en1	Stock
13	2	748BC	Flow Control, #6mm x 1/8NPT	AS2201F-01-06S	SMC
12	4	748BC	Flow Control, #6mm x M5	AS2201F-M5-06S	SMC
11	9	748BC	Fitting, 6mm x 1/4NPT	KQ206-L02	SMC
10	2	748BC	Knitter, 1/4NPT	NAN-202-M02	SMC
9	2	748BC	Fitting, #5/16" (8mm) x 1/4NPT	KQ2109-3SS	SMC
8	1	748BC	Tube, 6mm, Blue	TL02040U-20	SMC
7	1	748BC	Tube, 8mm, Blue	TL02050U-20	SMC
6	1	748BC	Vacuum Ejector With Blow Off	J5331 OE-1-24-5-LED	Festo
5	1	748BC	Blank Plate Ass'y	S15000-26-2A	SMC
4	1	748BC	Base Mounted Valve, Double Sol.	S15240-50Z	SMC
3	2	748BC	Base Mounted Valve, Single Sol.	S15140-50Z	SMC
2	1	748BC	4 Station Manifold	SS215-42-04-02T	SMC
1	1	748BC	Filter & Regulator Unit	NAR2000-M018C	SMC

RELEASED FOR: \_\_\_\_\_  
 QUANTITY ALL OVER: \_\_\_\_\_  
 NEXT ASSEMBLY: \_\_\_\_\_

LOOMIS PRODUCTS COMPANY  
 LEVITTOWN, PA. U.S.A.

Scale: 1:1  
 Material: xxx

64400 3 00 00 03 00  
 DW 7168 # ISO 1301

DATE: 2/28/01  
 FILE: Pneumatic Diagram  
 Fill Station

JOB: 2001-05  
 PART: 7650C 3 02

# Transformação de fluídos pressurizados em *movimento* e força mecânica

**Geração de ar** (filtro de admissão, compressor, refrigerador, condensador, armazenagem, secador)

**Distribuição** (tubulação, conexões, válvula reguladora, purgadores, acumuladores)

**Preparação do ar** (válvula, filtro, regulador de pressão, lubrificador)

**Componentes** (válvulas direcionais, controladoras de fluxo,

**Atuadores** (lineares, rotativos,..)

**Sensores** (posição, contato, magnético, indutivo, óptico)

ISO 1219-1, Fluid power systems and components – graphic symbols and circuit diagrams – Part 1: Graphic symbols

ISO 1219-2, Fluid power systems and components – graphic symbols and circuit diagrams – Part 2: Circuit diagrams

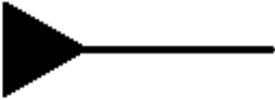
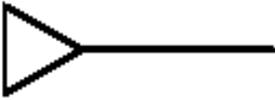
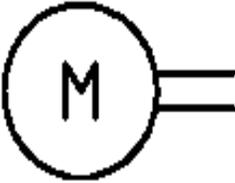
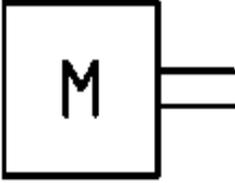
# Geração de ar (filtro de admissão, compressor, refrigerador, condensador, armazenagem, secador)

Alternativos



Rotativos

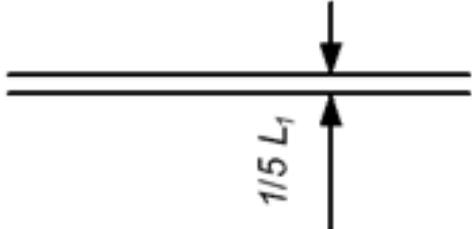


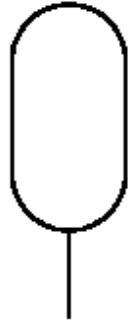
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Fonte de energia hidráulica	Símbolo geral: simplificado Indica o sentido e a natureza do fluido	
Fonte de energia pneumática	Símbolo geral: simplificado Indica o sentido e a natureza do fluido	
Motor elétrico		
Motor de acionamento não elétrico		

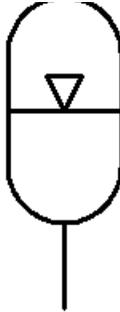
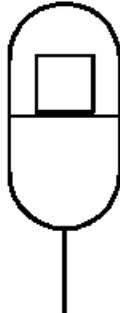
# Distribuição

Tubulação, conexões, válvula reguladora, purgadores, acumuladores)



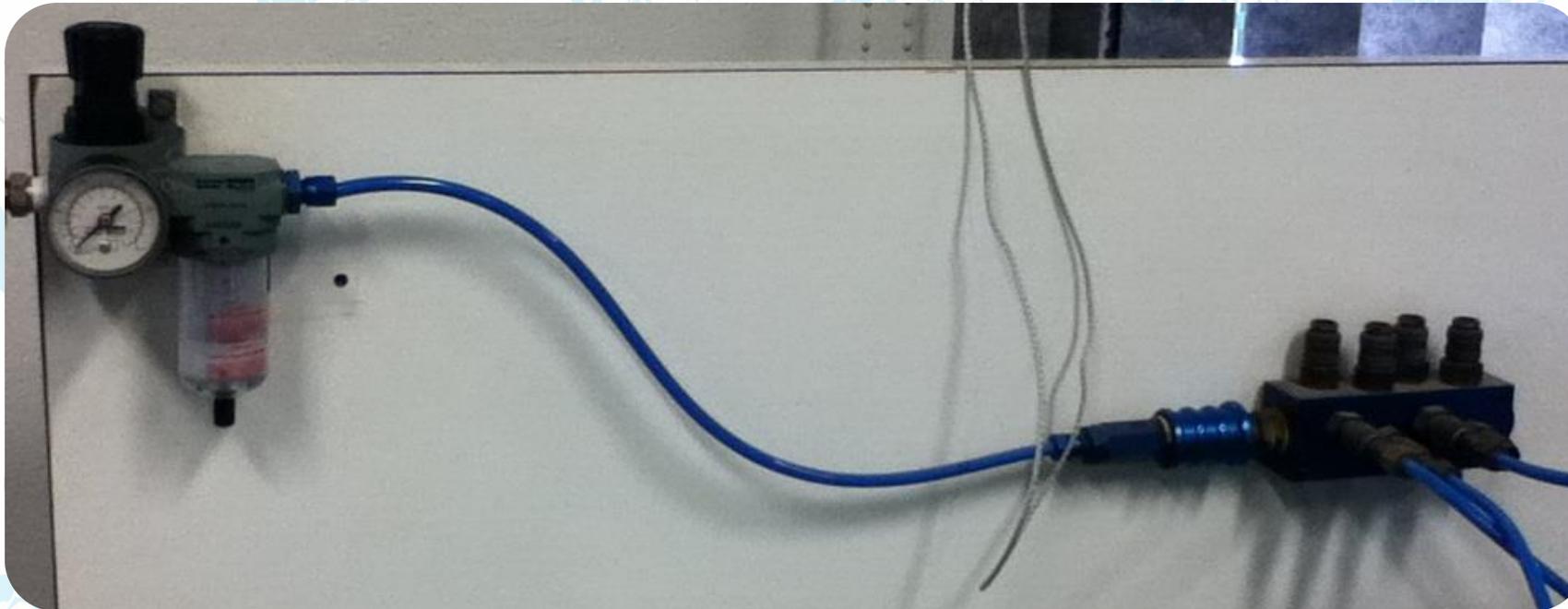
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
<b>Símbolos Básicos</b>		
Linhas		
Linha Contínua	Linha de trabalho, linha elétrica, linha de retorno, linha de suprimento	
Linha Tracejada	Linha de pilotagem interna e externa (acionamento), linha de dreno, linha de sangria (purga) de ar ou líquidos  Filtro  Posições transitórias	
Linha Traço-ponto	Indicação de um conjunto de funções ou componentes contidos numa única unidade.	
Linha Dupla	União mecânica (eixo, alavanca, haste de cilindro etc.)	

Armazenamento de energia (acumuladores, garrafa de gás)		
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
<p>A conexão de trabalho de um acumulador deve ser indicada através de uma linha contínua e ligada à região inferior (fundo) do acumulador</p> <p>A conexão de trabalho de uma garrafa de gás deve ser indicada através de uma linha contínua e ligada à região superior (topo) da garrafa</p> <p>Caso a natureza do acumulador necessite ser indicada (peso, mola, gás), devem ser usados os símbolos apropriados, conforme os exemplos a seguir</p>		
Exemplos		
Acumulador (sempre na posição vertical)	Sem indicação da natureza da carga	
Reservatório de ar		

Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Acumulador carregado por gás	O fluido é mantido sob pressão através do gás comprimido (sem separador)	
Acumulador por mola		
Acumulador por peso morto		

# Preparação do ar

Válvula, filtro, regulador de pressão, lubrificador



# Válvulas de controle de Pressão

**Regras gerais**

Válvulas de controle de pressão são componentes designados para controle e limitação de pressão

A pressão piloto interna ou externa, representada em um lado do quadrado, opera contra uma força presente no outro lado

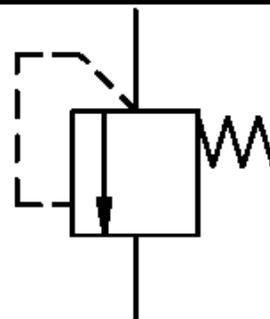
A linha de dreno externa deverá ser indicada



**Exemplos**

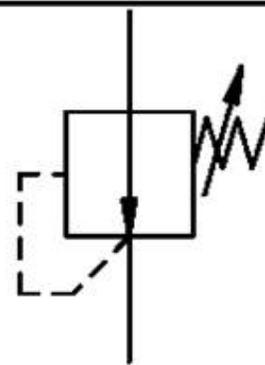
Válvula de alívio de simples estágio

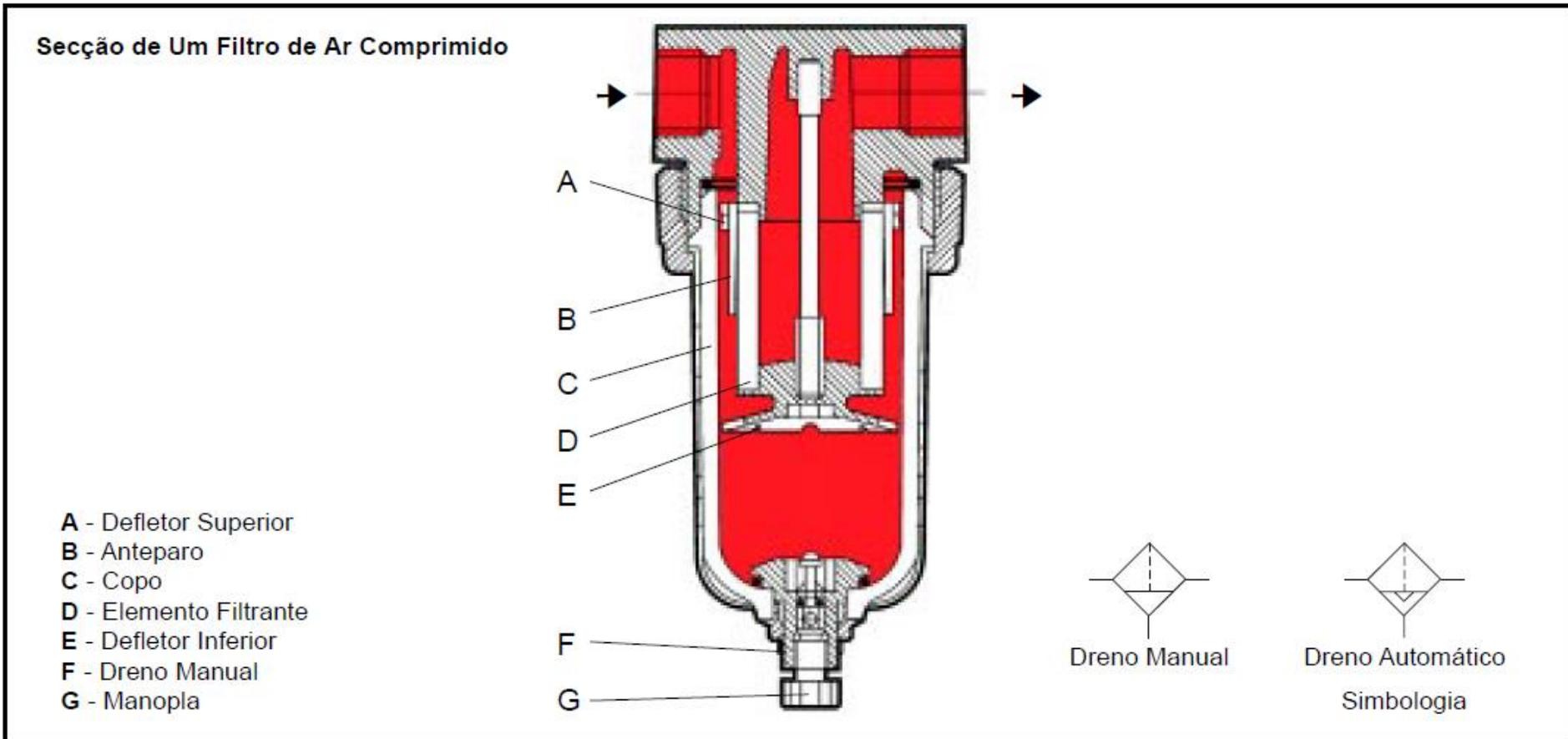
A pressão de entrada gera uma força que se opõe a uma força decorrente de uma mola, provocando a abertura da via de retorno ou escape e, conseqüentemente, o controle da pressão

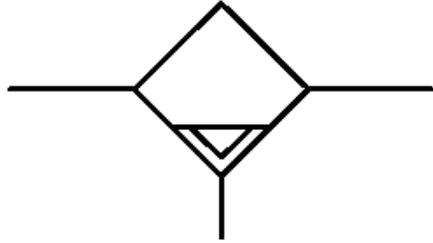
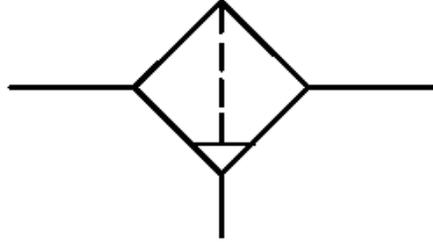
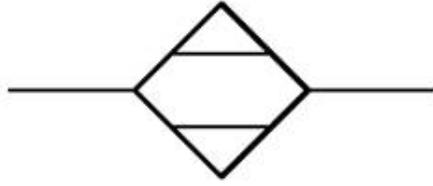
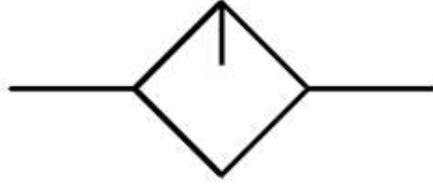


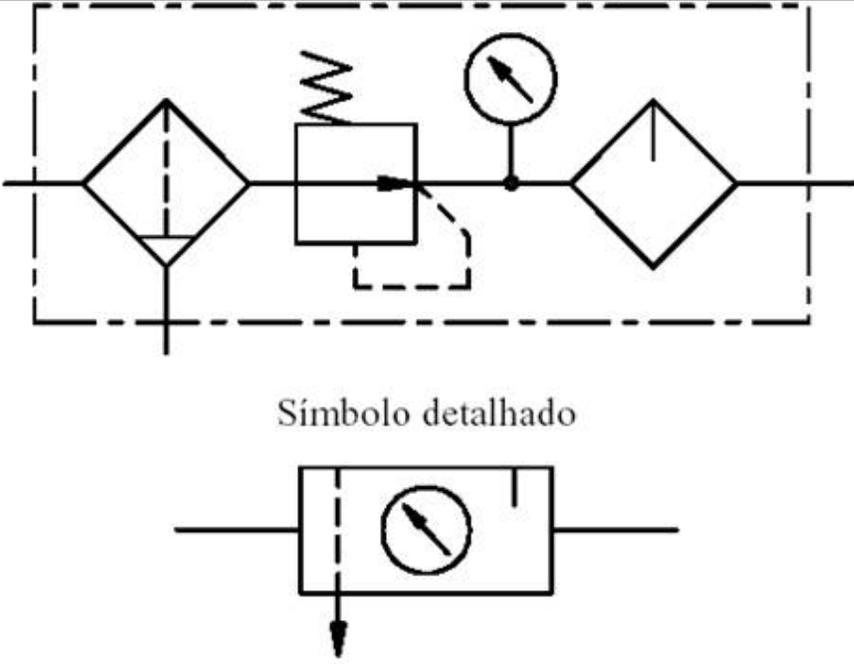
Válvula redutora de pressão

Estágio simples, com mola regulável

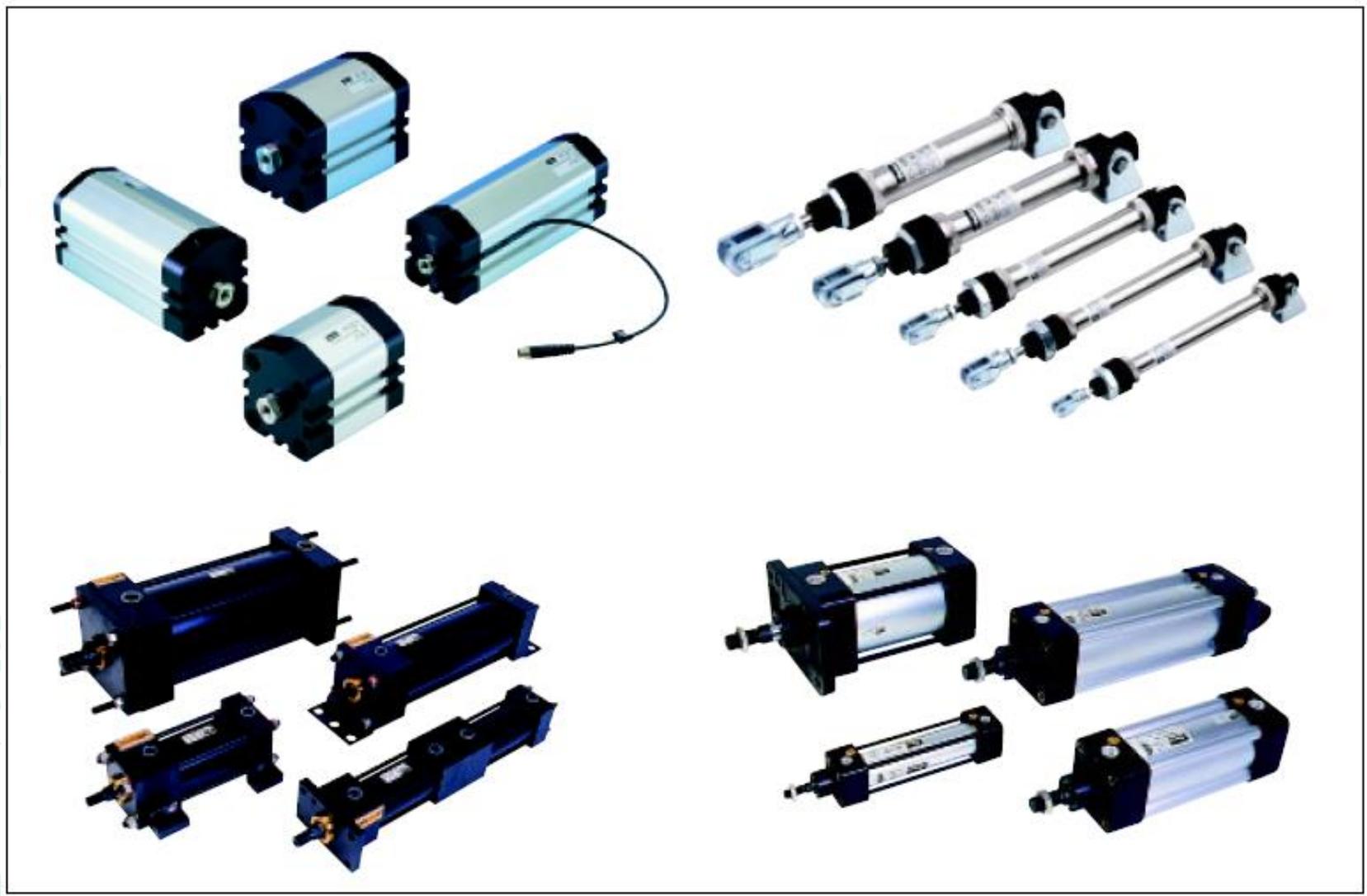




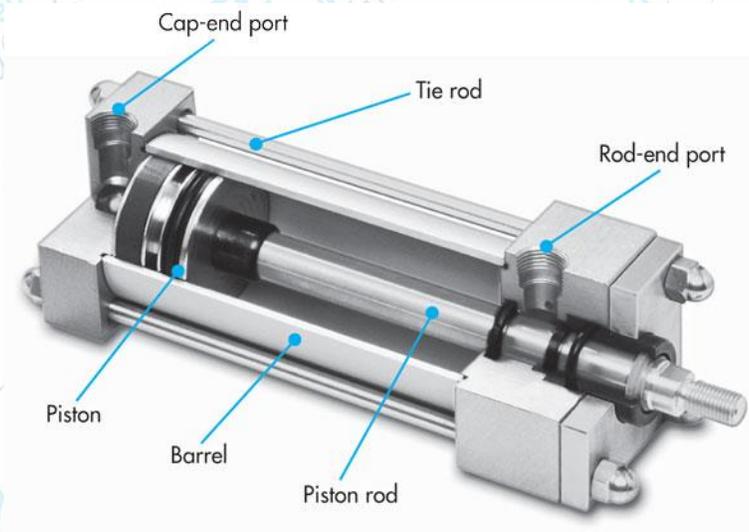
<p>Separador com dreno automático</p>		
<p>Filtro com separador. Dreno manual</p>		
<p>Desumidificador de ar</p>	<p>Uma unidade de secagem de ar através de processo químico, por exemplo</p>	
<p>Lubrificador</p>	<p>O óleo é adicionado ao ar objetivando lubrificar o equipamento receptor de ar</p>	

<p>Unidade de condicionamento</p>	<p>de Unidade que consiste de filtro com separador, válvula redutora de pressão, manômetro e um lubrificador</p> <p>A seta vertical indica o separador</p>	 <p>Símbolo detalhado</p> <p>Símbolo simplificado</p>
-----------------------------------	--	--

# Atuadores (lineares, rotativos,...)



# Atuadores lineares



## Guiados



Parker



PHD Inc.

# Atuadores lineares



PHD Inc.

# Atuadores rotativos

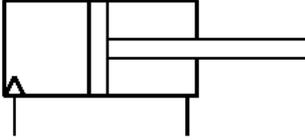
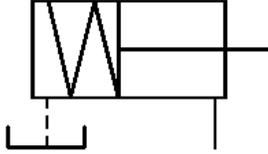
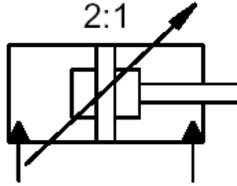
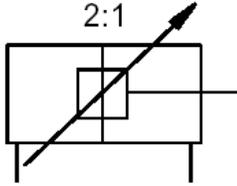


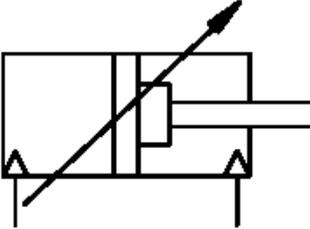
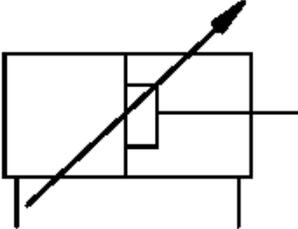
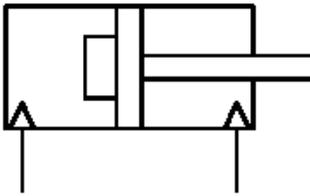
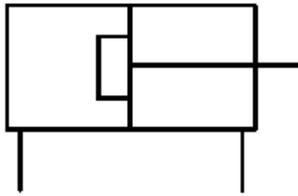
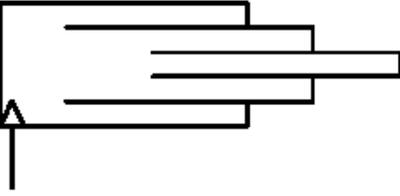
FESTO



PHD Inc.



Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo	
Conversores lineares de energia			
Regras gerais Caso seja necessário, a relação entre a área anelar do cilindro e a área sem a haste deve ser fornecida sobre o símbolo do cilindro			
Exemplos			
Cilindro pneumático de ação simples e haste simples	Retorno por força não especificada, com haste em somente um lado do êmbolo e exaustão da área anelar para atmosfera	 <p data-bbox="1276 701 1416 729">Detalhado</p>	 <p data-bbox="1625 701 1791 729">Simplificado</p>
Cilindro hidráulico de ação simples e haste simples, com avanço por mola	Avanço por mola, com haste em somente um lado do êmbolo e dreno para o reservatório	 <p data-bbox="1319 948 1460 976">Detalhado</p>	 <p data-bbox="1638 948 1803 976">Simplificado</p>
Cilindro hidráulico de ação dupla e haste simples, com amortecimento	Com haste simples, com amortecimento ajustável em ambos os lados, e razão de áreas do pistão de 2:1	 <p data-bbox="1352 1243 1493 1272">Detalhado</p>	 <p data-bbox="1638 1243 1803 1272">Simplificado</p>

<p>Cilindro pneumático de ação dupla e haste simples, com amortecimento</p>	<p>Com haste simples e com amortecimento ajustável no avanço</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Detalhado</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Simplificado</p> </div> </div>
<p>Cilindro pneumático de ação dupla e haste simples, com amortecimento</p>	<p>Com haste simples e com amortecimento fixo no retorno</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Detalhado</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Simplificado</p> </div> </div>
<p>Cilindros telescópicos</p>		
<p>Cilindro pneumático telescópico de ação simples</p>		

# Dimensionamento

## Cilindro

*Avanço:*

$$F = P_{ar} \cdot A_{\hat{e}mbolo} - F_{atrito}$$

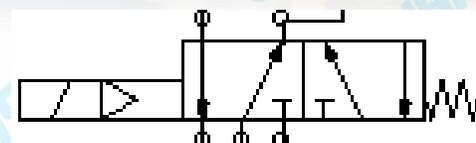
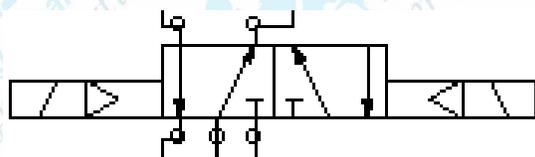
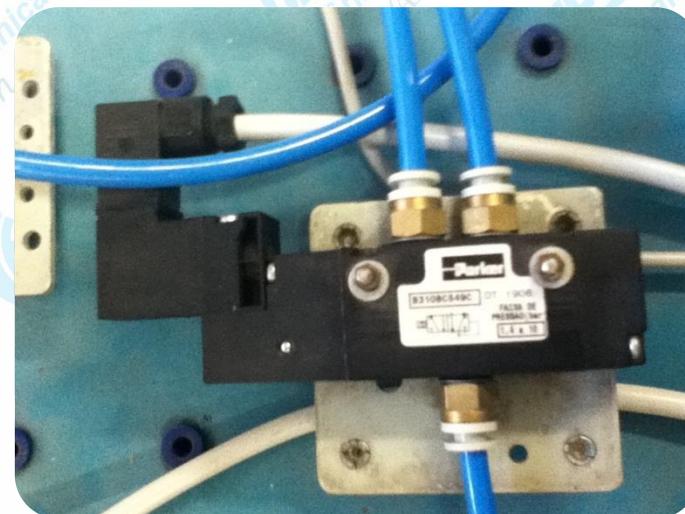
*Retorno:*

$$F = P_{ar} \cdot (A_{\hat{e}mbolo} - A_{haste}) - F_{atrito}$$

# Componentes (válvulas direcionais, controladoras de fluxo,

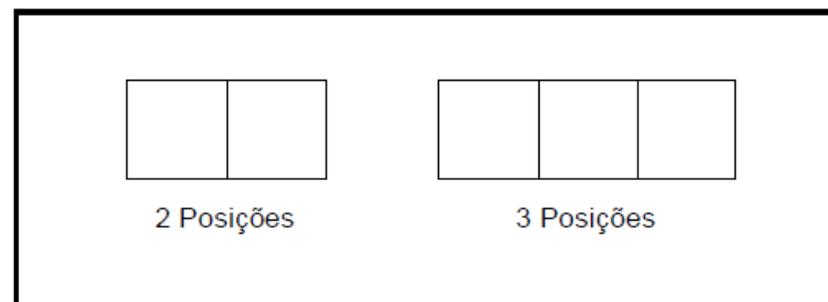


# Válvulas Direcionais

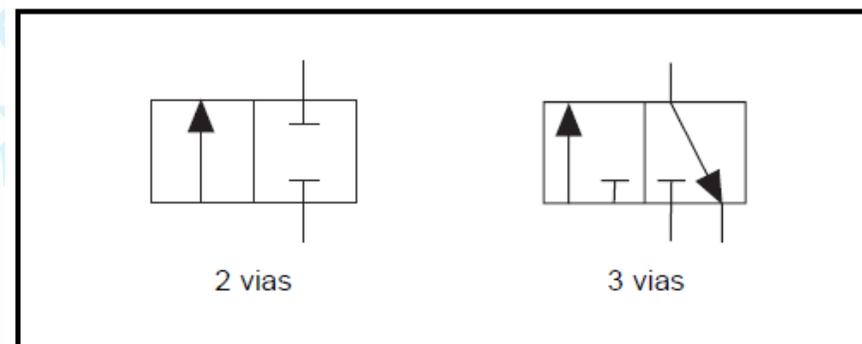


# Válvulas direcionais: Representação

Número de **posições**: n de manobras possíveis: 2 ou 3



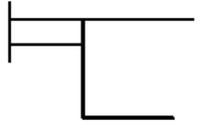
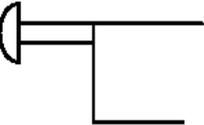
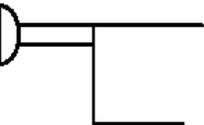
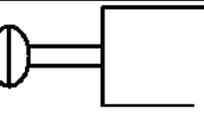
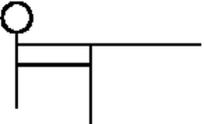
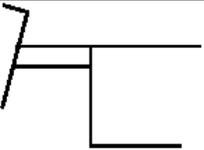
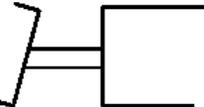
Número de **vias**: n de conexões de trabalho

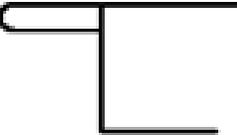
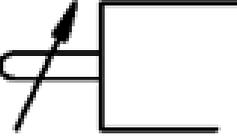
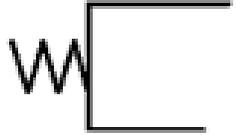
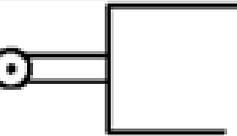
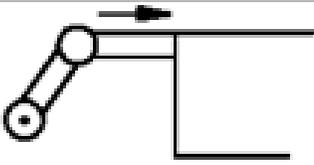


# Acionamento das válvulas

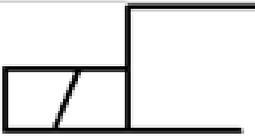
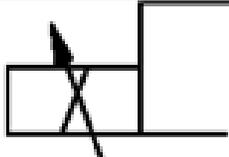
MECANISMOS DE ACIONAMENTO	
Geral	
Os símbolos de acionamento das válvulas devem ser desenhados em uma posição conveniente nas extremidades do retângulo da válvula	

# Acionamento Mecânico

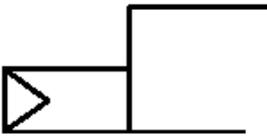
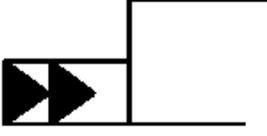
Símbolo geral de acionamento mecânico (sem indicação do tipo de acionamento)		
Botão de empurrar <sup>1</sup>		
Botão de puxar <sup>1</sup>		
Botão de puxar/empurrar <sup>2</sup>		
Alavanca		
Pedal (de simples efeito) <sup>1</sup>		
Pedal (de duplo efeito) <sup>2</sup>		

Pino ou apalpador <sup>1</sup>		
Pino ou apalpador com comprimento ajustável		
Mola <sup>2</sup>		
Rolete fixo		
Rolete articulado ou gatilho <sup>1</sup>		

# Acionamento elétrico

<p>Conversor eletromagnético linear com uma bobina<sup>1</sup></p>	<p>Exemplo: solenóide liga/desliga</p>	
<p>Conversor eletromagnético linear com uma bobina e de ação proporcional<sup>1</sup></p>	<p>Exemplo: Solenóide proporcional</p>	

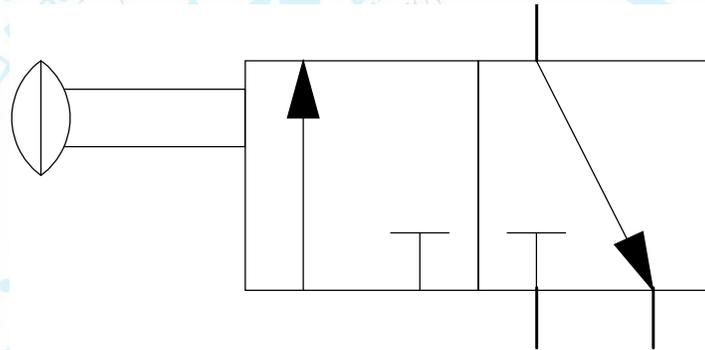
# Assistência por pilotagem ao acionamento

Acionamento indireto (por pilotagem interna)		
Piloto interno pneumático	Por aumento de pressão através de um estágio piloto, com suprimento interno	
Piloto interno pneumático	Por alívio de pressão através de um estágio piloto	
Piloto interno hidráulico de dois estágios	Por aumento de pressão através de dois estágios piloto sucessivos, com suprimento e dreno internos	

# NR-12–Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

## - Componentes pressurizados –

**12.81.** Quando as fontes de energia da máquina forem isoladas, a pressão residual dos reservatórios e de depósitos similares, como os acumuladores hidropneumáticos, não pode gerar risco de acidentes.



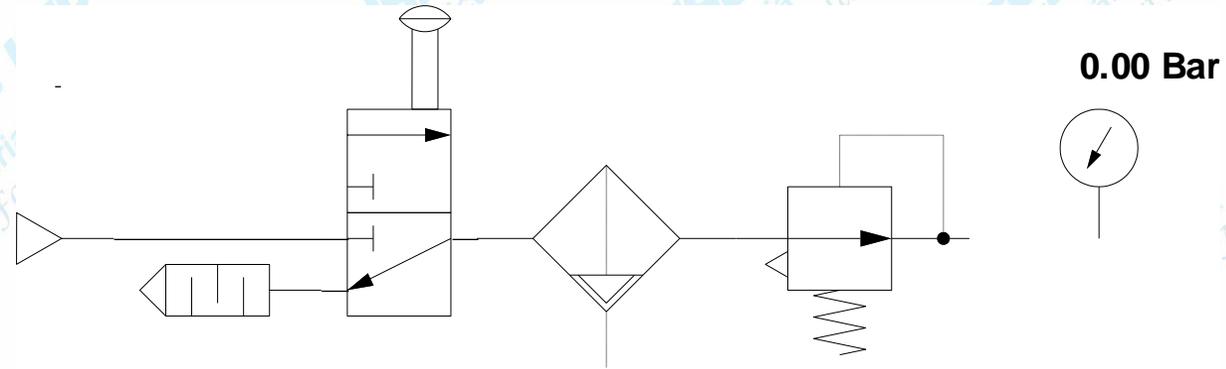
Válvula direcional  
3/2 de  
acionamento  
manual

**PPRPS** é um programa voltado à gestão da segurança do trabalho em máquinas e equipamentos, especificamente prensas e similares (injetoras, guilhotinas, serigráficas,...)

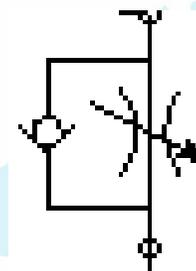
# NBR NM 213-1

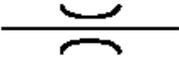
## Segurança de máquinas – Conceitos fundamentais, princípios gerais de projeto

### Parte 1: Terminologia básica e metodologia



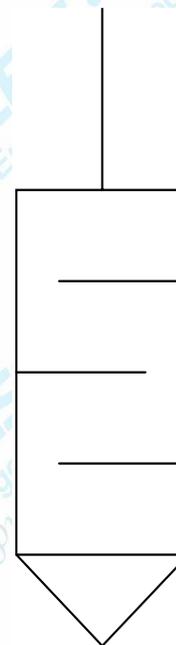
# Válvula Controladora de Fluxo



Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Válvulas de Controle de Vazão		
<p>Regras gerais</p> <p>Válvulas com compensação podem proporcionar uma vazão controlada praticamente constante, em pelo menos uma das seguintes condições:</p> <p>a.) Com variação na pressão de entrada acima da pressão de saída (compensação de pressão)</p> <p>b.) Com variação na temperatura do fluido (compensação de temperatura)</p> <p>O símbolo simplificado não indica a forma de acionamento nem o estado inicial da válvula</p>		
Exemplos		
Válvulas de controle de vazão sem compensação	A vazão através da válvula é alterada em função da variação no diferencial de pressão e/ou na temperatura e/ou na viscosidade do fluido	
Válvula redutora de vazão fixa Restrição fixa	Com orifício de passagem fixo	

# Silenciador Pneumático

Reduz o ruído do escape do ar



# Sensores (posição, contato, magnético, indutivo, óptico)



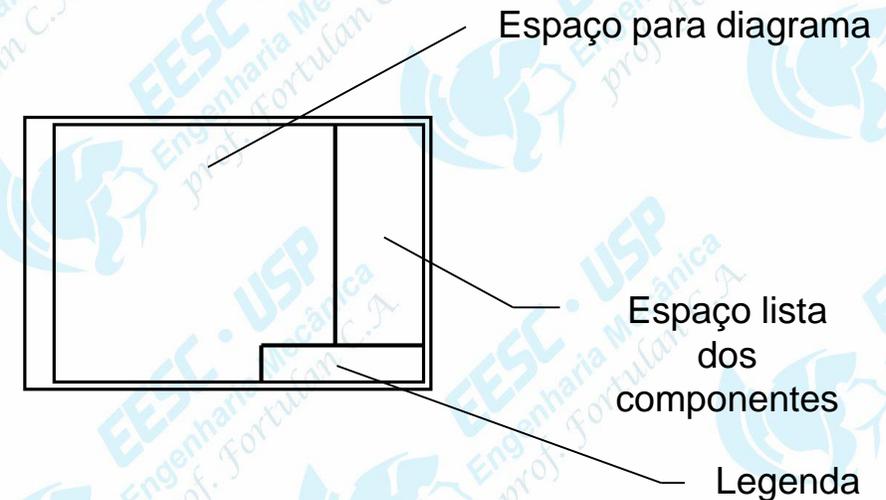
Indutivo

# Diagramas – Desenho com Simbologia

**IDENTIFICAÇÃO:** emprega-se círculos contendo o número das peças, que são colocadas ao lado do símbolo.

**LISTA DE COMPONENTES:** lista por itens dos vários componentes do projeto.

A ordem de inscrição dos itens deve estar de baixo para cima, de modo que novos itens possam ser incluídos no diagrama.



## Exercício Teórico:

Faça o desenho pneumático de uma máquina de silk screen com 3 atuadores lineares:

01 – cilindro  $\varnothing$  êmbolo 50mm curso 200mm

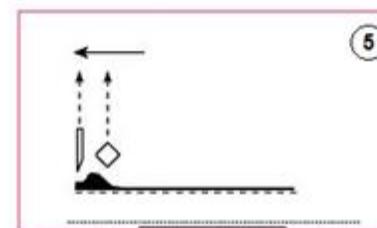
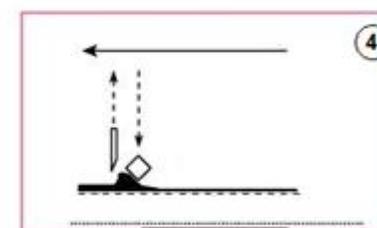
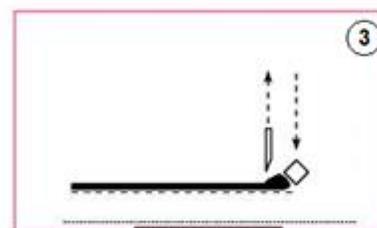
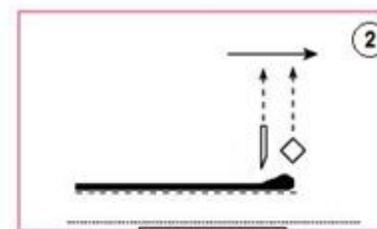
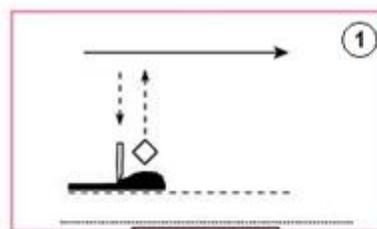
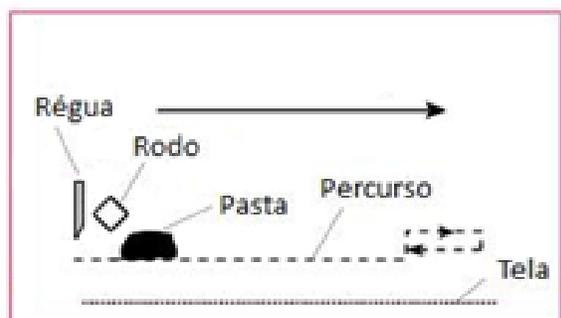
02 – cilindros

.....

Acessórios: válvula controladora de fluxo no 1º cilindro

# Projeto: Máquina de *Silk screen*

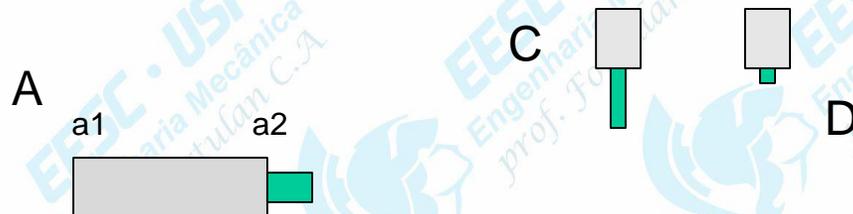
p/ camisetas, disco de CD/DVD-ROM, circuito impresso



## Componentes Eletrônicos

Qde			Nº Borne
01	Chave geral	Entrada	
01	Disjuntor 5 <sup>a</sup>		
02	Botoeiras*	Entrada	2
01	Emergency Stop	Entrada	1
01	Sinalizador– Amarelo – Energizar		
01	Sinalizador– Verde – em ciclo	Saída	1
01	Sinalizador– vermelho– emergência	Saída	1
	Pistão avanço – avanço	Saída	1
	Pistão de avanço – retorno	Saída	1
	Pistão rodo – avanço	Saída	1
	Pistão régua – avanço	Saída	1
	Rede		
	Terra		

\* Duas botoneira com sincronismo de funcionamento de 5 ms → garantia de simultaneidade

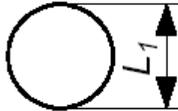
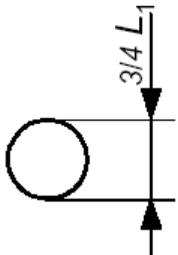
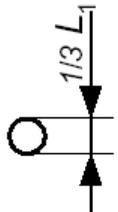


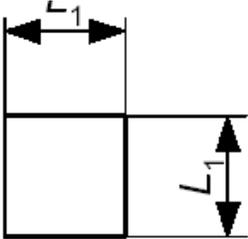
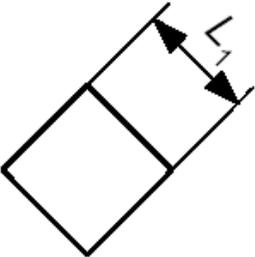
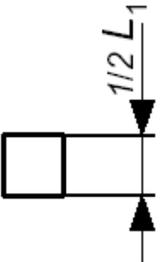
### Trajeto Passo

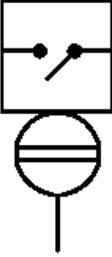
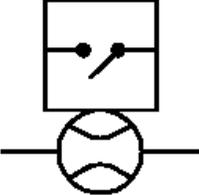
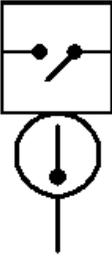
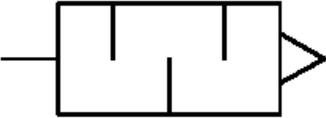
Sequência	atuador	ação	Sensor/start
1º	C+ / D-	Bi-manual	timer
2º	A+	tempo	a2
3º	C-/D+	Temp 2s	timer
4º	A-	timer	a1

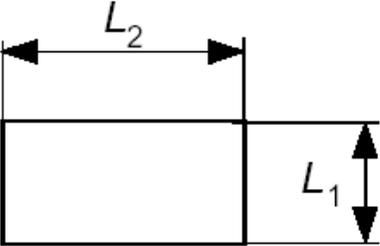
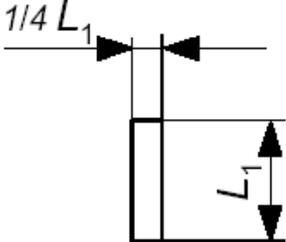
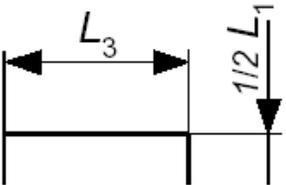
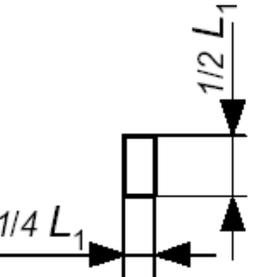
+ = avançar; - = recuar; temp= temporizador; a1 sensor de proximidade

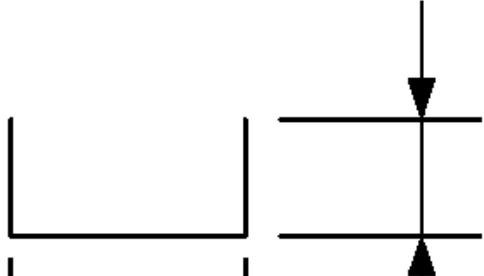
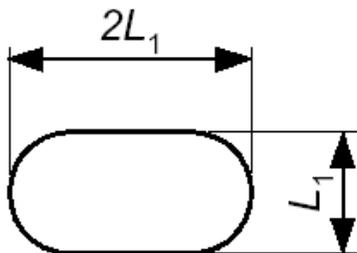
# Apêndices

Círculos		
Diâmetro $L_1$	Círculo $\varnothing L_1$ Unidade de conversão de energia (bomba, compressor, motor)	
Diâmetro $\frac{3}{4} L_1$	Círculo $\varnothing \frac{3}{4} L_1$ Instrumento de medição	
Diâmetro $\frac{1}{3} L_1$	Círculo $\varnothing \frac{1}{3} L_1$ Válvula de retenção, junta rotativa, articulação mecânica, rolete (com um ponto central)	
Semicírculo		
Diâmetro $L_1$	Semi Círculo $\varnothing L_1$ Motor ou bomba com ângulo de rotação limitado (oscilador)	

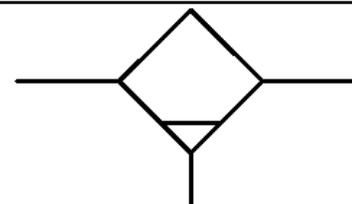
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Quadrado		
Conexões perpendiculares aos lados	controle, unidade de acionamento (exceto motor elétrico)	
Lado $L_1$ Ligações nos vértices (quadrado inclinado 45°)	Dispositivos de condicionamento (filtro, separador, lubrificador, trocador de calor)	
Lado $\frac{1}{2} L_1$	Peso no acumulador	

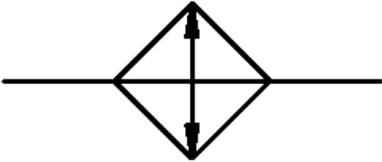
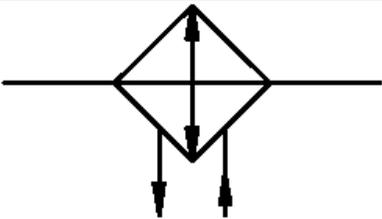
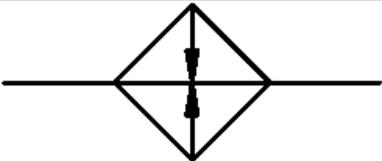
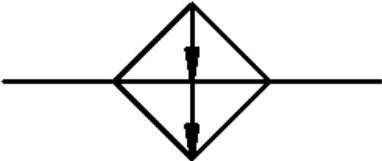
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Chave de nível fixa		
Fluxostato		
Termostato		
Outros Acessórios		
Silenciador pneumático	Reduz o ruído do escape do ar	

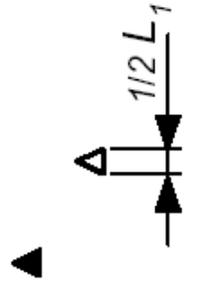
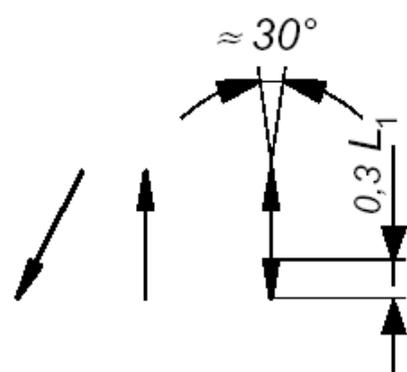
Retângulo		
Lados $L_1$ e $L_2$ Onde $L_1 < L_2$	Cilindro Válvula	
Lados $L_1$ e $\frac{1}{4} L_1$	Êmbolo	
Lados $\frac{1}{2} L_1$ e $L_3$ Onde $L_1 \leq L_3 \leq 2L_1$	Usado em algumas formas de acionamento (por exemplo pedal, alavanca, etc. )	
Lados $\frac{1}{4} L_1$ e $\frac{1}{2} L_1$	Elementos de amortecimento em atuadores	

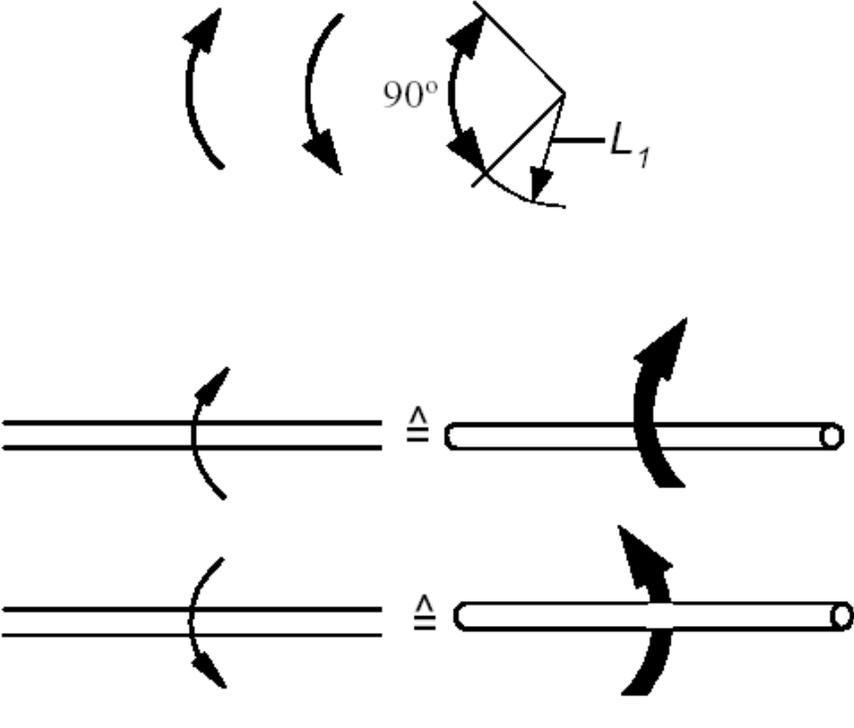
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Símbolos diversos		
Metade de um retângulo	Reservatório	
Cápsula oval	Reservatório pressurizado, acumulador, garrafa de gás, reservatório auxiliar	

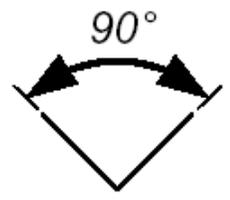
Separador com dreno manual



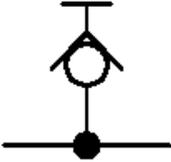
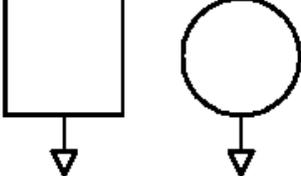
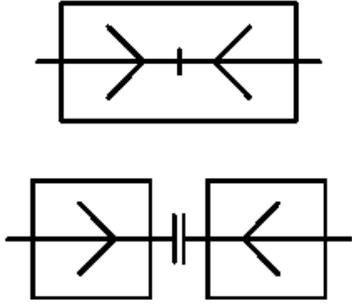
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Trocadores de calor	O sentido das setas no losango indica a dissipação de calor, no caso do resfriador, e introdução de calor no caso de aquecedor	
Exemplos		
Resfriador	Sem indicação das linhas de escoamento do fluido refrigerante	
Resfriador	Resfriador com indicação das linhas de escoamento do fluido refrigerante	
Aquecedor		
Controlador temperatura de	O calor pode ser tanto introduzido quanto dissipado	

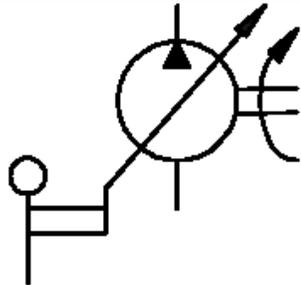
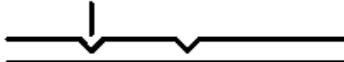
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
<b>Elementos funcionais</b>		
Triângulo Equilátero	Indica o sentido do escoamento e a natureza do fluido  Vazio – Pneumático (incluindo exaustão para a atmosfera)  Preenchido - Hidráulico	
Setas		
Setas Retas ou Inclínadas	Indicação de:  Movimento retilíneo  Direção e sentido do escoamento através de uma válvula  Sentido do fluxo de calor	

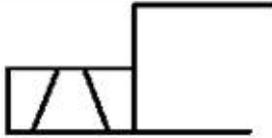
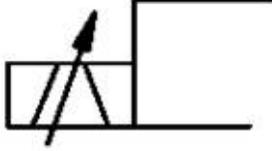
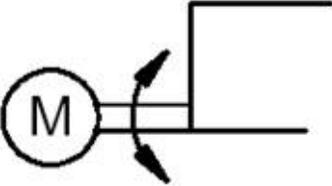
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Setas curvas	Movimento de rotação  (As figuras do lado direito são unicamente para explicação e não devem ser usadas como símbolos)	
Seta Inclinada (longa)	Indicação de ajuste ou variação da bomba, solenóide, mola etc.	

Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Elementos funcionais diversos		
	Linha elétrica	
	Passagem ou via bloqueada	
	Enrolamentos opostos em conversores eletromagnéticos lineares	
	Indicação ou controle de temperatura	
	Assento de uma válvula de retenção (símbolo simplificado)	
		

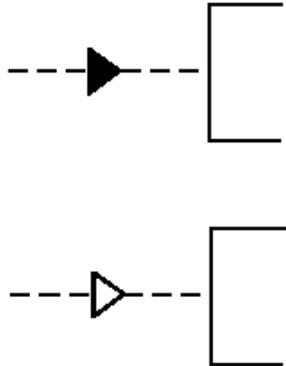
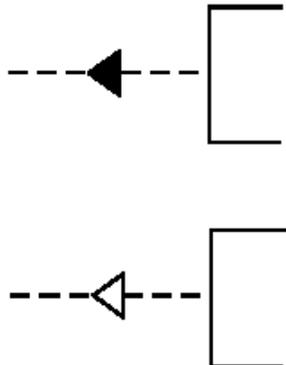
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
<b>Linhas de escoamento e Conexões</b>		
Linhas de escoamento		
Exemplos		
Conexão das linhas de escoamento (união)		
Cruzamento	Linhas não conectadas	
Linha flexível	Mangueira	
Conexões		
Exemplos		
Sangria (purga) de ar contínua	Para desaeração contínua	

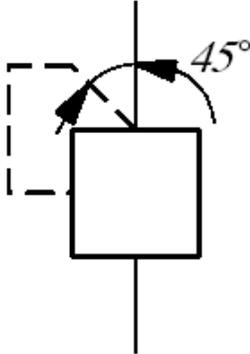
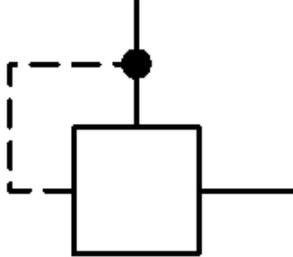
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Sangria (purga) de ar temporária	Para desaeração temporária, com saída bloqueada	
Via de exaustão do ar		
Face sem provisão para conexão		
Face com provisão para conexão		
Engate rápido e auto-bloqueante		
Engate rápido	Sem válvula de retenção (conectado e desconectado, respectivamente)	

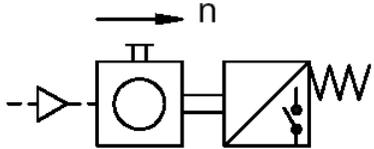
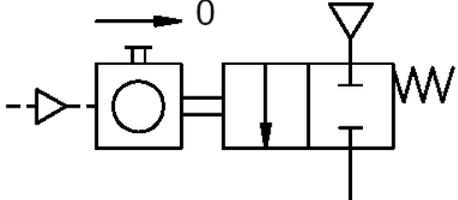
MECANISMOS DE ACIONAMENTO		
Geral		
Os símbolos de acionamento das válvulas devem ser desenhados em uma posição conveniente nas extremidades do retângulo da válvula		
Para facilitar o desenho do símbolo de acionamento, a seta de ajuste do componente pode ser estendida e inclinada, para incorporar o elemento de acionamento		
Componentes Mecânicos		
Exemplos		
Haste	Movimento linear bidirecional (setas opcionais)	
Eixo	Movimento rotacional bidirecional (setas opcionais)	
Detente <sup>2</sup>	Dispositivo que mantém uma dada posição contra uma força limitada	

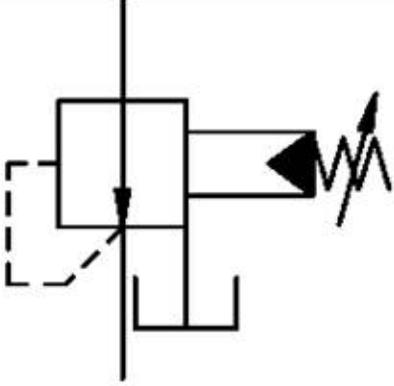
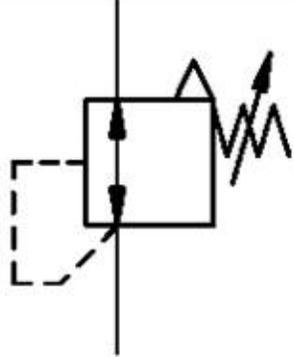
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
<p>Conversor eletromagnético linear com uma bobina<sup>1</sup></p>	<p>Duas bobinas de atuação oposta unidas em uma única montagem<sup>2</sup></p>	
<p>Conversor eletromagnético linear com duas bobinas e de ação proporcional<sup>1</sup></p>	<p>Duas bobinas de atuação proporcional aptas a operarem alternadamente e progressivamente, unidas em uma única montagem.  Exemplo: motor torque, motor linear</p>	
<p>Motor elétrico</p>		

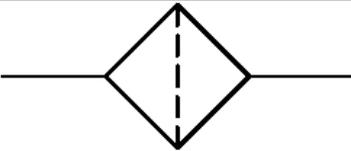
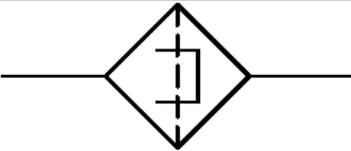
Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
Acumulador por gás com bexiga		
Acumulador por gás com membrana (diafragma)		
Acumulador por gás com pistão		
Garrafa de gás auxiliar (sempre na posição vertical)	Capacidade extra de gás visando suplemento dos acumuladores	

<p>Linha de pilotagem</p>	<p>Por aplicação ou por acréscimo de pressão hidráulica ou pneumática</p>	
<p>Linha de pilotagem</p>	<p>Por despressurização/alívio hidráulica ou pneumática</p>	

Descrição	Aplicação ou explicação do	Símbolo
<p>Linha de pilotagem em áreas diferentes e opostas</p>	<p>Ação por diferença de forças provocadas pela pressão em áreas opostas</p> <p>Caso seja necessário, a relação das áreas pode ser indicada nos retângulos representativos das áreas</p>	
<p>Acionamento por linha de pilotagem interna</p>	<p>A tomada de pressão está situada no interior da unidade</p>	
<p>Acionamento por linha de pilotagem externa</p>	<p>A tomada de pressão está situada no exterior da unidade</p>	

Descrição	Aplicação ou explicação do símbolo	Símbolo
<b>Equipamentos suplementares</b>		
Instrumentos de medição e indicadores		
Exemplos		
Indicador de pressão	Símbolo genérico	
Manômetro/vacuômetro		
Manômetro diferencial		
Contador de pulsos	Com sinal de saída elétrico e reinicializador manual	
Contador de pulsos	Com sinal de saída pneumático e reinicializador manual	

<p>Válvula redutora de pressão</p>	<p>Duplo estágio, mola de ajuste (pré-carga) com pilotagem hidráulica, piloto externo de retorno</p>	
<p>Válvula pneumática redutora de pressão com alívio</p>	<p>Se a pressão na saída excede a pressão regulada, a pressão é descarregada para a atmosfera</p>	

Condicionadores		
Regras gerais		
Os símbolos de separadores ou de montagens com separadores devem ser desenhadas somente na posição horizontal		
Exemplos		
Filtro genérico	Símbolo geral	
Filtro com elemento magnético adicional		
Filtro com indicador de contaminação		