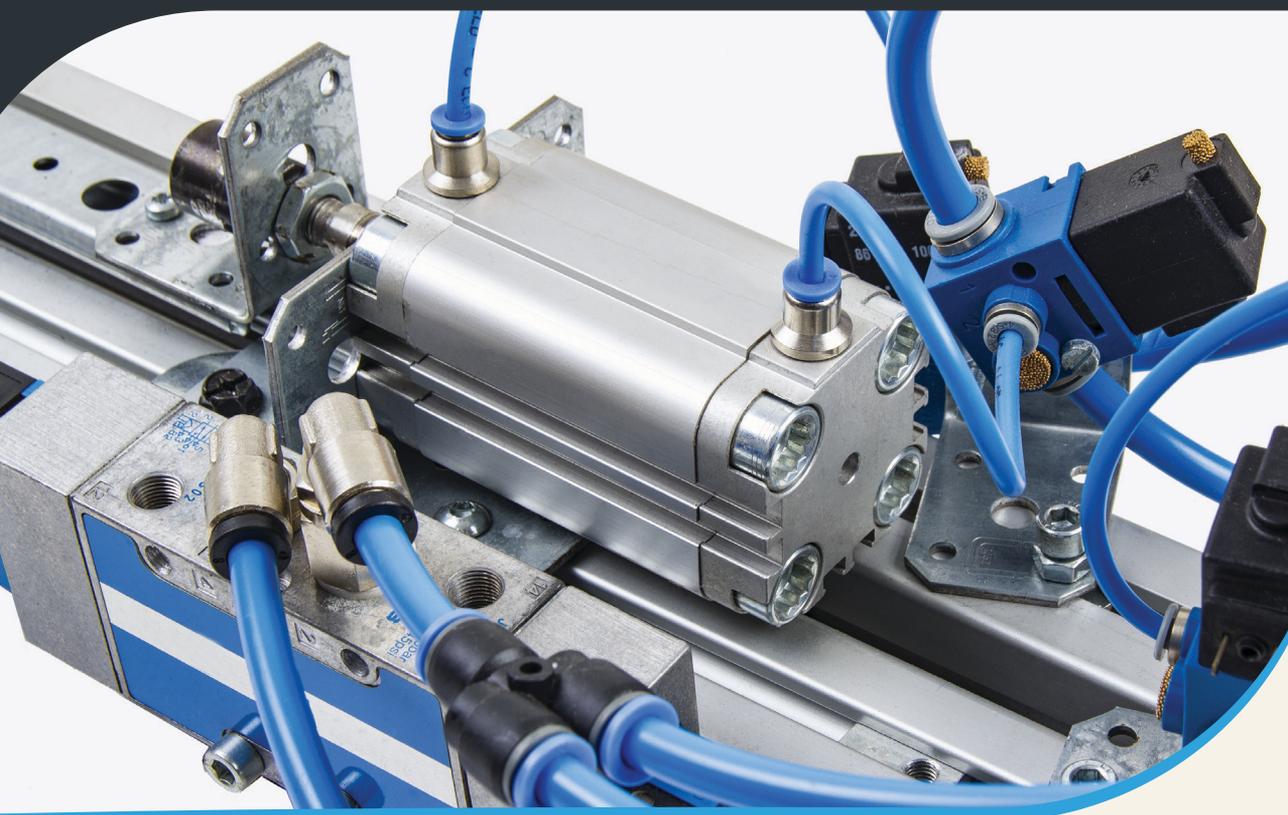


VALDEMIR MARTINS LIRA  
ALEXANDRE ACÁCIO DE ANDRADE  
CARLOS EDUARDO CAPOVILLA

# TECNOLOGIAS PARA AUTOMAÇÃO

Circuitos pneumáticos – óleo-hidráulicos –  
controladores lógicos programáveis  
CLP e microcontrolador



**Blucher**

VALDEMIR MARTINS LIRA  
ALEXANDRE ACÁCIO DE ANDRADE  
CARLOS EDUARDO CAPOVILLA

# TECNOLOGIAS PARA AUTOMAÇÃO

Circuitos pneumáticos – óleo-hidráulicos –  
CLP e microcontrolador

*Tecnologias para automação: circuitos pneumáticos – óleo-hidráulicos – controladores lógicos programáveis (CLP) e microcontrolador*

© 2024 Valdemir Martins Lira, Alexandre Acácio de Andrade, Carlos Eduardo Capovilla  
Editora Edgard Blücher Ltda.

*Publisher* Edgard Blücher  
*Editores* Eduardo Blücher e Jonatas Eliakim  
*Coordenação editorial* Andressa Lira  
*Produção editorial* Lidiane Pedroso Gonçalves  
*Preparação de texto* Vânia Cavalcanti  
*Revisão de texto* Maurício Katayama  
*Diagramação* Villa d'Artes  
*Capa* Leandro Cunha  
*Imagem da capa* iStockphotos

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil  
Tel.: 55 11 3078-5366  
[contato@blucher.com.br](mailto:contato@blucher.com.br)  
[www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme  
6. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua  
Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, julho  
de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios  
sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora  
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Lira, Valdemir Martins  
Tecnologias para automação: circuitos pneumáticos –  
óleo-hidráulicos – CLP e microcontrolador/Valdemir  
Martins Lira, Alexandre Acácio de Andrade, Carlos Eduardo  
Capovilla. – São Paulo: Blucher, 2024.  
270 p.

Bibliografia  
ISBN 978-65-5506-739-2

1. Engenharia 2. Controle automático 3. Controladores  
programáveis 4. Automação industrial I. Título II. Andrade,  
Alexandre Acácio de III. Capovilla, Carlos Eduardo

23-3582

CDD 629.8

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia de controle

# CONTEÚDO

<b>1. BREVE HISTÓRICO EVOLUTIVO DAS TECNOLOGIAS DA AUTOMAÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1 Introdução	17
1.2 Eventos do avanço da tecnologia	18
1.3 Tecnologias para automação	19
<b>2. TECNOLOGIA DA PNEUMÁTICA E ÓLEO-HIDRÁULICA</b>	<b>21</b>
2.1 Histórico cronológico da pneumática e hidráulica	21
2.2 Formas de acionamento nos sistemas pneumáticos e óleo-hidráulicos	23
2.3 Características básicas das tecnologias da pneumática e óleo-hidráulica	25
2.4 Exercícios propostos	26
<b>3. SIMBOLOGIA DA TECNOLOGIA DA PNEUMÁTICA E ÓLEO-HIDRÁULICA</b>	<b>29</b>
3.1 Simbologia dos elementos da tecnologia pneumática	29
3.1.1 Simbologia dos elementos da tecnologia pneumática: válvula cartucho	40
3.2 Exercícios propostos	41

<b>4. ELEMENTOS DE ENTRADA E SAÍDA DE SINAIS</b>	<b>45</b>
4.1 Símbolos elétricos	45
4.2 Diagramas elétricos	48
4.2.1 Diagrama de funções	48
4.2.2 Diagrama de corrente	49
4.3 Exercício proposto	50
<b>5. TRANSDUTORES E SENSORES</b>	<b>51</b>
5.1 Transdutores e sensores	51
5.2 Classificação dos sensores e tipos de medições	52
5.3 Exemplos de alguns tipos de sensores	53
5.4 Exercícios resolvidos	60
<b>6. SEMELHANÇAS DAS FUNÇÕES DA ELÉTRICA, ELETRÔNICA DIGITAL E SIMBOLOGIA PNEUMÁTICA</b>	<b>63</b>
6.1 Eletrônica digital	63
6.2 Álgebra lógica	63
6.3 Relação entre elétrica, digitais, pneumática e Ladder	65
6.4 Exercícios propostos	68
<b>7. CIRCUITOS PNEUMÁTICOS E ELETROPNEUMÁTICOS</b>	<b>69</b>
7.1 Tipos de representações de circuitos pneumáticos	69
7.2 Formas de resoluções dos projetos de circuitos pneumáticos	71
7.2.1 Forma intuitiva	71
7.2.2 Exemplo de resolução da forma intuitiva: processo de furação	72
7.3 Forma cascata	76
7.3.1 Forma passo a passo	79
7.4 Exemplos de aplicações (resolvidos)	84
<b>8. CIRCUITOS ÓLEO-HIDRÁULICOS E ELETRO-ÓLEO-HIDRÁULICOS</b>	<b>99</b>
8.1 Tipos de representações de circuitos óleo-hidráulicos	99
8.2 Representações dos elementos constituintes dos circuitos óleo-hidráulicos	101

8.3 Formas de resoluções dos projetos de circuitos óleo-hidráulicos	102
8.3.1 Exemplo: funções da válvula de segurança	103
8.3.2 Exemplo: ventagem	103
8.3.3 Exemplo: uso de filtro interno de sucção, filtro de pressão, filtro de linha de retorno e reservatório	104
8.3.4 Exemplo: uso de bombas em série e em paralelo	106
8.3.5 Exemplo: uso de acumulador	107
8.3.6 Exemplo: circuito usando acumulador em uma prensa de vulcanizar borracha	108
8.3.7 Exemplo: circuito usando válvula de alívio de pressão	110
8.3.8 Exemplo: circuito usando válvula de alívio de pressão: aplicação como válvula de contrapressão	111
8.3.9 Exemplo: motor óleo-hidráulico: aplicação da válvula de segurança como válvula de freio	112
8.3.10 Exemplo: circuito óleo-hidráulico e eletro-óleo-hidráulico regenerativo no avanço	113
8.3.11 Exemplo: circuito óleo-hidráulico e eletro-óleo-hidráulico usando-se válvulas cartucho para o controle de direção e para comandar uma válvula 4/3 vias	114
8.3.12 Exemplo: circuito óleo-hidráulico e eletro-óleo-hidráulico para o dispositivo automático de fresar peças	115
8.3.13 Exemplo: circuito óleo-hidráulico e eletro-óleo-hidráulico para seleção de pressão	117
8.3.14 Exemplo: circuito óleo-hidráulico e eletro-óleo-hidráulico de uma máquina injetora de metal	119
<b>9. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (CLP)</b>	<b>123</b>
9.1 Controle de processos	123
9.1.1 Controladores de processo	127
9.1.2 Processos discretos e contínuos	127
9.1.3 Single Loops	128
9.2 Controladores lógicos programáveis (CLP)	128
9.2.1 Razões históricas para o surgimento dos CLP	129

9.2.2 Normas IEC 61131	130
9.2.3 Situações nas quais o uso de CLP é adequado	132
9.2.4 Situações nas quais o uso de CLP não é adequado	133
9.3 Porte de CLP	135
9.3.1 Pequeno porte	135
9.3.2 Médio porte	136
9.3.3 Grande porte	137
9.4 SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído)	141
9.4.1 Principais características e usos dos SDCD	141
9.4.2 Aplicações típicas de um SDCD	142
9.4.3 Aplicações não recomendadas para um SDCD	144
9.5 CLP de segurança – safe PLC	145
9.6 PAC ( <i>programmable automation controller</i> ; em português, controlador de automação programável)	147
9.7 Tendências atuais e expectativas de futuro para os CLP	148
9.8 Programação de CLP	148
9.9 Critérios de escolha para controladores de processo (CP)	152
9.10 Exemplos de aplicações resolvidas utilizando CLP e eletropneumática	153
9.10.1 Descrição do processo	182
<b>10. PRINCÍPIOS BÁSICOS E INTRODUTÓRIOS DE MICROCONTROLADORES EM AUTOMAÇÃO</b>	<b>187</b>
10.1 Microprocessadores/microcontroladores e seu panorama em automação industrial	187
10.1.1 Um pouco de história	187
10.1.2 Microprocessadores/microcontroladores	189
10.1.3 O microcontrolador	190
10.2 Contextualização do 8051 em automação moderna	191
10.3 Síntese do funcionamento do 8051	195
10.3.1 A CPU do 8051	195

10.3.2	Arquitetura e set de instruções	198
10.3.3	Memórias	198
10.3.3.1	Memórias RAM	199
10.3.3.2	Memórias ROM	199
10.3.4	Interrupções	200
10.3.5	Timer/counter	201
10.3.6	Comunicação de dados	202
10.3.7	Programação Assembly	203
10.4	Técnicas básicas de interfaceamento para automação microcontrolada	205
10.4.1	Interfaces digitais	206
10.4.2	Interfaces analógicas	207
10.4.3	Drivers de interfaceamento	207
10.4.3.1	Drivers com transistores bipolares	208
10.4.3.2	Drivers pares Darlington integrados	209
10.4.3.3	Drivers com transistores MOSFET/IGBT de potência	209
10.4.4	Dispositivos de interface/atuadores	210
10.4.4.1	Solenóide	210
10.4.4.2	Relé	211
10.4.4.3	Motor de passo	211
10.4.4.4	Motores DC	211
10.5	Projetos embarcados em dispositivos de pequeno porte	212
10.5.1	Alarme automotivo simplificado	213
10.5.2	Iluminação autônoma de ambiente	216
10.5.3	Relógio digital com alarme	219
10.5.4	Máquina de café automática simples	221
10.5.5	Cofre digital de hotel	225
10.6	Projetos aplicados em automação industrial	228
10.6.1	Furadeira rotativa automatizada	228
10.6.2	Dobradeira de chapas metálicas	234
10.6.3	Máquina para estiramento plástico	239
10.7	Exercícios propostos	245

<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>247</b>
<b>11. ESTUDO DE CASO: COMPARATIVO DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DA PNEUMÁTICA, CLP E MICROPROCESSADOR</b>	<b>249</b>
11.1 Situação-problema	249
11.2 Proposição do sistema automatizado	250
11.3 Seleção dos elementos de controle	253
11.3.1 Solução via comandos elétricos	253
11.3.2 Solução via CLP	254
11.3.3 Solução via sistemas microprocessados	259
11.4 Análise dos resultados	261
11.5 Conclusões da seleção	263
<b>RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS</b>	<b>265</b>

## CAPÍTULO 1

# Breve histórico evolutivo das tecnologias da automação

*Neste capítulo, serão apresentados um breve histórico das tecnologias da automação e a mecanização, situando o leitor no tempo e quanto aos eventos que proporcionaram a automação atual dos sistemas de produtos e de serviços.*

### 1.1 INTRODUÇÃO

No século XX, a necessidade de soluções mais eficientes e o mercado competitivo foram os fatores que impulsionaram a busca por novas tecnologias, como circuitos integrados, cibernética, computação, entre outros, que, por sua vez, permitiram o surgimento da automação dos sistemas fabris.

Em um sistema automatizado, há uma menor intervenção humana; logo, a produção não fica restrita à habilidade do artífice. Outra vantagem reside no fato de que os trabalhos repetitivos e monótonos fiquem a cargo de equipamentos automáticos. Sistemas fabris não automatizados são pouco competitivos, pois apresentam tempo de produção mais elevado. Desta forma, a utilização da tecnologia de automação é de extrema importância para uma organização ser competitiva e sobreviver no mercado atual.

A busca de soluções mais eficientes e otimizadas é sempre um fator de interesse para engenheiros e projetistas das mais diversas áreas. Em muitos casos, há um leque

de opções para resolver o mesmo problema, porém a escolha da melhor solução deve se basear em estudos comparativos que possibilitem identificar a tecnologia da automação mais apropriada.

## 1.2 EVENTOS DO AVANÇO DA TECNOLOGIA

O avanço da ciência e da tecnologia na Europa, em 1770, propicia o surgimento da automação nos meios de transporte, com a máquina a vapor de James Watt (1769) (**Figura 1.1**), e fabris, com a máquina de tear a vapor de Cartwright (1792) e do descarçador de algodão de Eli Whitney, nos Estados Unidos, em 1793, em meio à Revolução Industrial, que tivera início na Inglaterra em 1780, denominada “revolução do carvão e do ferro”, seguida pela segunda Revolução Industrial, de 1860 a 1914, denominada “revolução do aço e da eletricidade”.

Mais tarde, na primeira metade do século XX, surgiu o primeiro computador (a **Figura 1.1** mostra um computador dos anos 1980). Hoje, é muito comum a presença dos computadores na automação. O primeiro computador, que surgiu em 1946, era composto por válvulas (que, diga-se de passagem, aqueciam facilmente) e relés; a 2ª geração tinha computadores compostos por transistores (cem vezes menores que as válvulas) e realizavam um número maior de cálculos; na 3ª geração, eles eram de pastilhas de silício (material predominantemente utilizado na eletrônica) com 1 cm<sup>2</sup> de área, denominado “circuito integrado”; por fim, chegamos à 4ª geração, que é constituída pelo chip e realiza 50 mil cálculos por segundo, enquanto os computadores da 1ª geração processavam 300 cálculos por segundo. Na **Figura 1.1**, pode ser visto um microprocessador com visor de alerta.



**Figura 1.1** Máquina a vapor, computador (1980-1989) e microprocessador com visor de alerta.

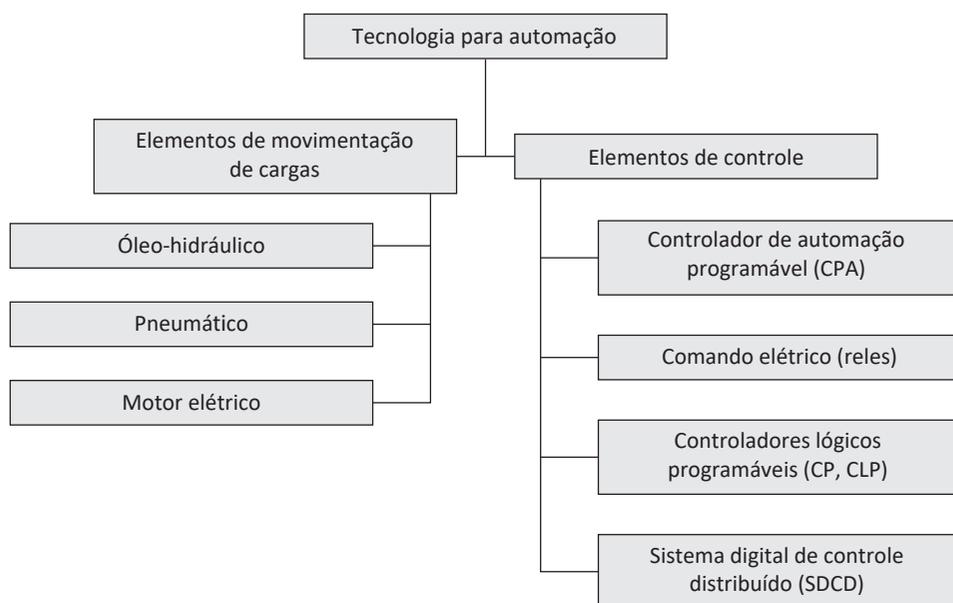
### 1.3 TECNOLOGIAS PARA AUTOMAÇÃO

Na **Figura 1.2**, é apresentado um organograma geral das tecnologias utilizadas para automação de processos que se subdivide basicamente em elementos de movimentação de carga e elementos de controle. Como elementos de movimentação de cargas, temos: sistemas hidráulicos; pneumáticos; e motores elétricos. Já os elementos de controle (lado direito da figura) contêm os sistemas de comandos elétricos (relés e congêneres) e os sistemas microprocessados, entre os quais se destacam os CAP (controladores de automação programável) e os CP (controladores de processo).

Os sistemas óleo-hidráulicos utilizam fluido pressurizado como energia para mover cargas por meio da aplicação de forças na faixa de 10.000 N a 100.000 N (**Figura 1.2**). Esse tipo de sistema trabalha com pressões elevadas, alta potência e precisões de paradas na casa dos centésimos de milímetros, mas, em contrapartida, com valores baixos de velocidade.

Já nos sistemas pneumáticos, o ar comprimido é utilizado para movimentação de cargas (**Figura 1.2**). Essa tecnologia permite aplicar forças na faixa de 10 N a 50.000 N, pois trabalha com pressões mais baixas (~15 bar) em relação a hidráulica (~300 bar). Suas vantagens estão relacionadas a maiores velocidades e flexibilidade dos sistemas de instalação.

Nos elementos de controle (**Figura 1.2**), temos os comandos elétricos, que são dispositivos utilizados para acionar motores, válvulas solenoides, alertas luminosos, entre outros. Eles são compostos de uma variedade de peças e elementos individuais como contatores, botões temporizadores, relés e fusíveis trabalhando em conjunto para obter o controle do sistema.

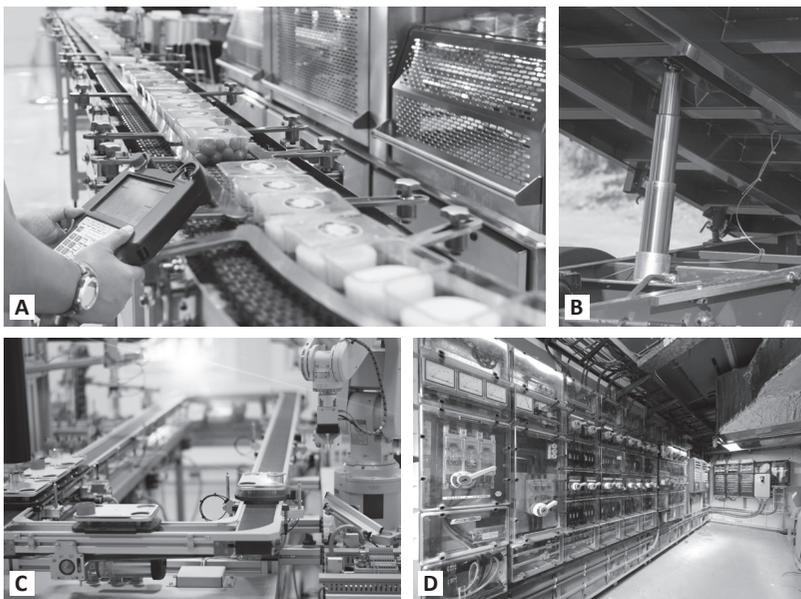


**Figura 1.2** Organograma de tecnologias para automação.

Os diversos controladores de processo microprocessados, como os CP, CLP (controladores lógicos programáveis), CAP (controladores de automação programável) e SDCD (sistemas digitais de controle distribuído), têm a capacidade de armazenar em memória uma sequência de instruções lógicas binárias e outros comandos. Eles integram os diversos elementos de comandos elétricos (**Figura 1.3**) em um único componente programável virtual que tem como principais vantagens a facilidade de modificação, a expansão, a atualização e a simplificação das conexões elétricas, já que trabalham com sistema de inputs/outputs, muitas vezes distribuídos em grandes áreas físicas por meio do uso de sistemas de redes de dados.

A utilização da tecnologia de automação é de extrema importância para a segurança industrial e para que uma organização seja competitiva e sobreviva no mercado atual. Essas características possibilitaram adicionalmente a expansão da automação além das raízes em manufatura, contribuindo para as áreas da saúde, segurança, data centers, transporte agricultura e muitas outras aplicações.

Pelo organograma da **Figura 1.2**, há várias opções de aplicação de tecnologias da automação, porém a escolha da melhor solução deve se basear em estudos comparativos que possibilitem identificar a tecnologia de automação mais apropriada para cada caso. A busca por soluções otimizadas e, conseqüentemente, mais eficientes em automação é sempre um fator de interesse para engenheiros e projetistas das mais diversas áreas.



**Figura 1.3** Representações de sistemas automatizados: a indústria alimentícia via pneumática, içamento da caçamba via óleo-hidráulica, movimentação de carga via CLP e painel de relés para elaboração de lógicas de controle. CLP: controladores lógicos programáveis.

## CAPÍTULO 2

# Tecnologia da pneumática e óleo-hidráulica

*Neste capítulo, serão apresentados um breve histórico cronológico das tecnologias da pneumática e óleo-hidráulica, suas formas de acionamento, características básicas e, no fim, a proposição de exercícios cujas respostas estão no fim do livro.*

### **2.1 HISTÓRICO CRONOLÓGICO DA PNEUMÁTICA E HIDRÁULICA<sup>1</sup>**

A palavra “pneumática” designa a utilização de ar sob pressão. Já a palavra “hidráulica” se refere a aplicações práticas de líquidos em movimento.

Os dois processos descritos por essas palavras visam gerar pressão a ser utilizada como força de trabalho na aplicação em máquinas, equipamentos e dispositivos para a fabricação de objetos ou realização de trabalho.

Na Idade Média, a compressão do ar com esse objetivo era usada em foles de ferreiros para o fabrico de vários artefatos, que podem ser definidos como os primeiros dispositivos pneumáticos.

---

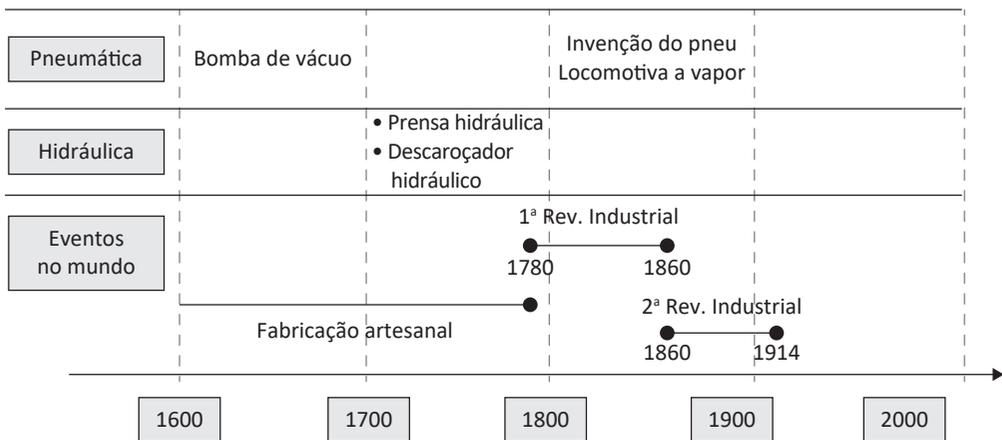
<sup>1</sup> Hidráulica: refere-se ao uso de um fluido líquido.

No século XVII, um maior número de estudiosos empregava com regularidade o ar comprimido, como, em 1663, Blaise Pascal, que publicou seus experimentos acerca da alteração de pressão produzida em um fluido em equilíbrio se transmitir integralmente a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente, o que permitiu sua aplicação na tecnologia de ar comprimido. No mesmo século, o físico alemão Otto von Guericke inventou a bomba de vácuo. Esse dispositivo consistia em unir duas semiesferas, e, ao estarem bem vedadas, retirava-se delas o ar interno. Essas esferas eram tracionadas, por meio de força animal, e permaneciam unidas.

Já Denis Papin (físico e inventor francês), em 1667, estudou a possibilidade de transportar objetos através de tubos aproveitando-se da diferença de pressão em um tubo com o objeto no seu interior. Isso permitiu utilizar as elevadas velocidades geradas durante o deslocamento de ar para o transporte de objetos.

Os advenços das revoluções industriais (1ª e 2ª) (**Figura 2.1**) foram propícios para a aplicação da hidráulica, por meio da invenção da máquina de tecer, inventada por Richard Arkwright, na qual a fibra do algodão se transformava em fio. Por volta de 1711, essa máquina passou a ser acionada pela força-motriz de uma corrente de água que acionava as pás de uma roda. Em 1785, observou-se que essa energia (roda) poderia ser usada como energia hidráulica; assim, o inglês Joseph Bramah inventou a prensa hidráulica.

Adiante, no ano de 1829, John Dunlop inventou o pneu, que foi patenteado, em 1845, pelo escocês Robert William Thomsom, e, em 1848, foi inventada a locomotiva a vapor.



**Figura 2.1** Histórico cronológico de aplicações da pneumática e hidráulica ao longo do tempo.

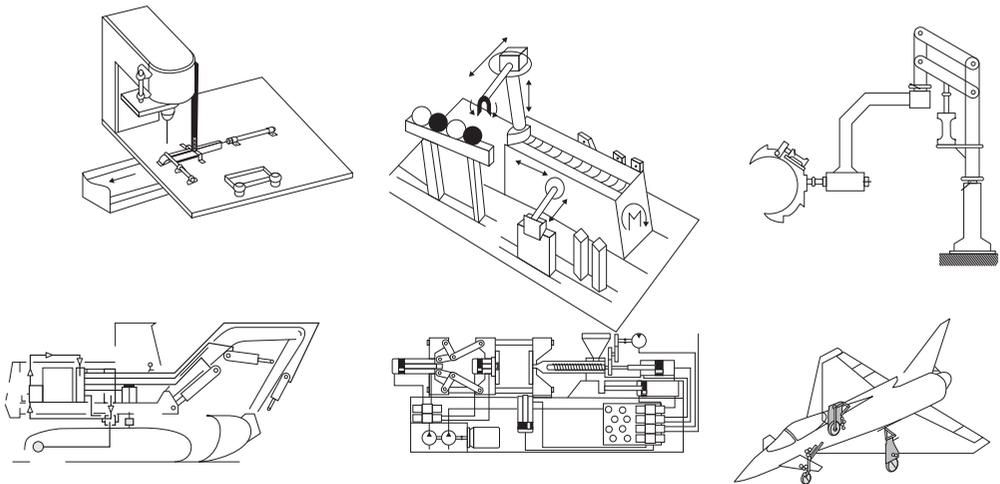
Nos anos 1930, dois americanos, Hamer Shaper e Bob Wagner, começaram a analisar o sistema óleo-hidráulico<sup>2</sup> em motores de automóveis ao longo do desenvolvimento

2 Óleo-hidráulica: o fluido é um óleo industrial mineral ou sintético.

de carros e caminhões. Atualmente, a óleo-hidráulica é muito utilizada em automóveis, barragens, elevadores, aviões, trens, máquinas. Essas aplicações são controladas via agregação de computadores e outros dispositivos.

Com o surgimento do computador, em 1946, e do CLP, na década de 1960, as máquinas e os dispositivos pneumáticos e óleo-hidráulicos, mais tarde, incorporariam esses inventos, permitindo maiores automação e controle das operações. De lá para cá, ampliaram-se os campos para sua aplicação, como: petróleo e gás, manufatura; mineração e metalurgia; indústria portuária; construção civil; indústria automobilística, plástico e têxtil; robótica; máquinas agrícolas; entre outros.

Na **Figura 2.2**, podem ser vistos exemplos de aplicações da tecnologia pneumática (p. ex., dispositivo para furar peças, manipulador de peças e de tambor de líquidos) e de tecnologia óleo-hidráulica (p. ex., retroescavadeira, injetora para termoplástico e trem de pouso de aeronave). Ressalta-se que existem duas áreas de aplicações dos sistemas óleo-hidráulicos: óleo-hidráulica estacionária  $\Rightarrow$  máquinas de uso industrial (p. ex., injetoras, prensas, guindastes, retificadoras, tornos etc.) e óleo-hidráulica móvel  $\Rightarrow$  máquinas de construção, veículos e aviões.

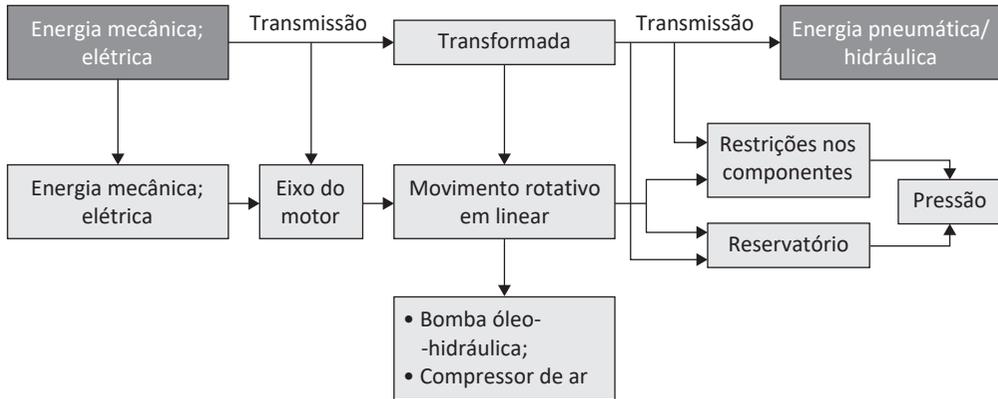


**Figura 2.2** Exemplos de aplicações, em máquinas e equipamentos, da tecnologia pneumática e óleo-hidráulica.

## 2.2 FORMAS DE ACIONAMENTO NOS SISTEMAS PNEUMÁTICOS E ÓLEO-HIDRÁULICOS

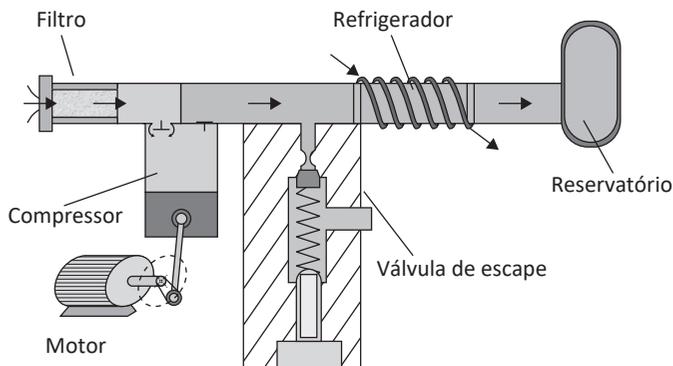
Os sistemas óleo-hidráulicos e pneumáticos fornecem energia sob a forma de pressão, e isso é possível via distribuição e controle por meio de dutos, tubos e válvulas. Esses elementos são utilizados para o direcionamento do fluido.

Nos sistemas pneumáticos, como nos óleo-hidráulicos, a energia inicial fornecida provém de um motor elétrico (**Figura 2.3**) e este, por sua vez, transmite movimento, por meio de um eixo acoplado a um compressor pneumático ou a uma bomba óleo-hidráulica. O fluido, assim, é movimentado para restrições que geram energia hidráulica ou para reservatório para confinar o ar e obter-se energia pneumática.



**Figura 2.3** Representação esquemática das etapas de transmissão e transformação da energia nos sistemas pneumáticos e óleo-hidráulicos.

Na **Figura 2.4**, tem-se esquematizado o sistema pneumático e, nele, o ar é conduzido respectivamente por um filtro que retém impurezas do ar, um silenciador, necessário em razão do ruído gerado durante o processo de sucção do ar, um compressor, em geral acionado eletricamente, uma válvula de escape e um refrigerador seguido de um separador de água. Finalmente, o ar é armazenado em um reservatório e direcionado aos dispositivos.



**Figura 2.4** Representação simplificada de um sistema pneumático.

Os sistemas óleo-hidráulicos para a movimentação do óleo utilizam uma bomba (Figura 2.5) que tem a função de bombear o óleo para o sistema óleo-hidráulico; deve-se ter uma válvula de retenção, que impede o refluxo de óleo; pode-se utilizar, nesse sistema, um acumulador para a manutenção da pressão, e há em todo sistema óleo-hidráulico um reservatório que tem a função de receber e fornecer óleo ao circuito óleo-hidráulico.

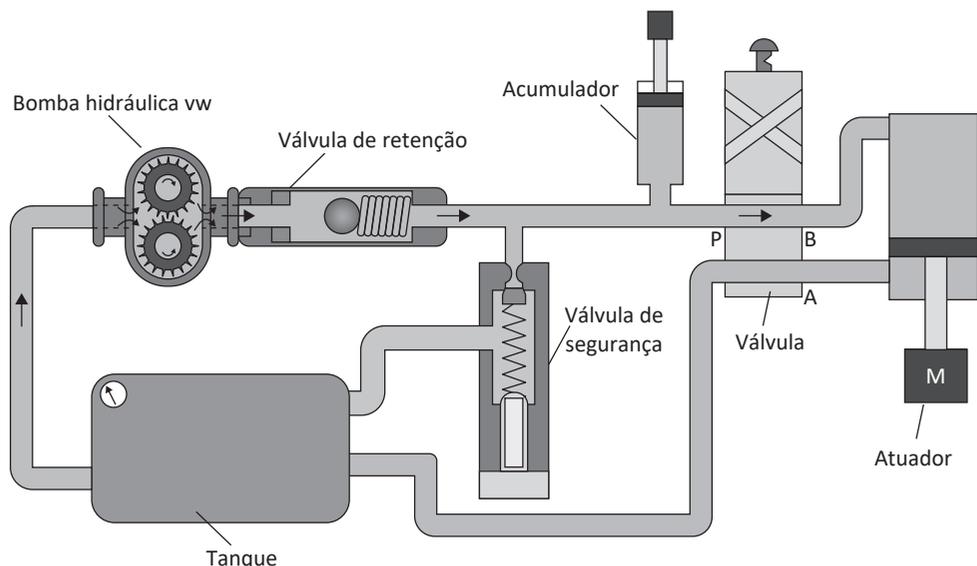


Figura 2.5 Sistema hidráulico simplificado.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DAS TECNOLOGIAS DA PNEUMÁTICA E ÓLEO-HIDRÁULICA

A pneumática tem como características a facilidade de instalação e operação, robustez dos equipamentos, flexibilidade dos sistemas, baixo custo de instalação. Geralmente, opera a baixa pressão de trabalho (~7 bar), tem oscilações nos deslocamentos lineares (posições) e dificuldades nas paradas intermediárias. A umidade em sistemas pneumáticos é um dos maiores problemas. Os deslocamentos dos atuadores nos sistemas pneumáticos podem ser feitos com velocidades altas, como 2 m/s.

Os sistemas óleo-hidráulicos proporcionam movimentos não tão rápidos quanto os do sistema pneumático, mas apresentam maior precisão de posicionamento (Quadro 2.1); são indicados para trabalhar com cargas relativamente grandes, tanto para elevação como para a movimentação, movimentos e paradas uniformes, têm a capacidade de vencer a inércia de grandes cargas com operação suave e reversa, além de suas variáveis serem de fáceis controle e regulação.

Por sua vez, a óleo-hidráulica polui o meio ambiente em caso de vazamento, apresenta o perigo resultante da pressão excessiva e é sensível à variação de temperatura, o que ocasiona alteração na viscosidade do óleo. Enseja risco de incêndio e é sensível à sujeira.

Nos sistemas óleo-hidráulicos, quando os elementos danificam, não é possível recuperá-los e somente substituir; portanto, é necessário haver um sistema de segurança nos circuitos para minimizar ou eliminar acidentes tanto com os elementos da máquina propriamente dita como com os que a operam; há ainda o problema do baixo rendimento, pois há perdas por atrito do óleo. Como vantagem, o óleo utilizado é uma fonte de energia praticamente incompressível e isso permite realizar movimentos e paradas precisos.

Por fim, para seleção de uma tecnologia em detrimento de outra, devem-se conhecer as características de cada tecnologia e a respectiva aplicação, como forma de trabalho, ambiente de trabalho, grandezas envolvidas, entre outras.

Como exemplo de análise, é indicado elaborar uma série de características das grandezas das tecnologias potenciais para serem aplicadas no projeto e verificar a mais propensa para a seleção, como as apresentadas no **Quadro 2.1**.

**Quadro 2.1** Características entre tecnologias pneumática e óleo-hidráulica

	Tecnologia		Observação
	Pneumática	Óleo-hidráulica	
Grandeza	Pneumática	Óleo-hidráulica	
Força	Limitada	Ótima	
Velocidade	Boa	baixa	Óleo-hidráulica: controle contínuo, é precisa e uniforme, embora lenta
Precisão de movimento	Limitada	Boa	Óleo-hidráulica: centésimos de mm
Energia a ser transmitida	Limitada	Limitada	
Distância econômica	1.000 m	100 m	
Velocidade de transmissão	2 m/s	~50 mm/s	
Rotação	50.000 rpm	limitada	
Proteção contra sobrecarga	Excelente	Excelente	

## 2.4 EXERCÍCIOS PROPOSTOS (aplicados em diversos concursos públicos)

**Questão 2.4.1** Um dos motivos pelos quais os sistemas pneumáticos são largamente utilizados em processos automatizados é que o ar comprimido:

- É um fluido seco e limpo.
- Mantém a temperatura constante desde a captação pelo compressor até a descarga após sua utilização.
- Permite velocidades lentas e constantes dos atuadores.
- Permite alcançar altas velocidades de trabalho.

**Questão 2.4.2** Leia as afirmações a seguir sobre a tecnologia da pneumática e assinale a resposta correta.

- (I) A pneumática utiliza-se do ar comprimido como fonte de energia para realização de trabalho.
  - (II) Os sistemas pneumáticos estão cada vez mais presentes nos processos de automação industrial.
  - (III) Apresentando vantagens como facilidade de instalação e operação, robustez dos equipamentos, flexibilidade dos sistemas, baixo custo de instalação etc., atualmente a pneumática tem importância fundamental na automação industrial.
  - (IV) A utilização da pneumática tornou-se um meio barato e simples em virtude das propriedades do ar comprimido, que são: fácil obtenção; velocidade alta (2 m/s); facilidade de transporte; limpeza; baixo custo de manutenção, entre outros.
- a) (I), (II), (IV)
  - b) (I), (III), (IV)
  - c) (II), (III), (IV)
  - d) Todas são corretas.
  - e) NDA (nenhuma das alternativas anteriores)

**Questão 2.4.3** Analise as frases a seguir sobre as funções dos óleos hidráulicos e, na sequência, assinale a alternativa correta.

- I. Transmite energia de pressão.
  - II. Lubrifica partes móveis das instalações.
  - III. Elimina partículas metálicas para um filtro apropriado.
  - IV. Não contribui para a vedação nas partes internas dos componentes.
- a) Apenas a I e a II são corretas.
  - b) Apenas a I, a II e a III são corretas.
  - c) Apenas a II, a III e a IV são corretas.
  - d) Apenas a I, a II e a IV são corretas.
  - e) Apenas a I e a IV são corretas.

**Questão 2.4.4** Com relação aos sistemas óleo-hidráulicos, assinale V (verdadeiro) e F (falso) para as seguintes afirmações:

- ( ) Fáceis instalação e operação.
- ( ) Controle contínuo e preciso de velocidades.
- ( ) Sistema autolubrificante.
- ( ) Sistema autorrefrigerante.
- ( ) Requer sistemas de segurança nos circuitos.
- ( ) A fonte de energia é praticamente incompressível.

**Este livro apresenta as tecnologias da automação, especificamente a pneumática, óleo-hidráulica, controladores lógicos programáveis (CLP) e microcontrolador.**

Essas tecnologias estão presentes há várias décadas tanto no meio industrial como no ensino e suas aplicações estão constantemente em evolução. No ensino profissional é interessante que a automação possa ser ministrada por meio de material didático calçado em teoria e exemplos resolvidos resultantes das experiências vividas pelos autores e oriundos de informações colhidas por meio de anotações, apontamentos realizados nos cursos técnicos, graduação tecnológica e bacharelado em engenharia, bem como em livros da área de automação.

*O Tecnologias para automação*, além de servir como material de apoio para a formação de engenheiros da área de automação e controle, também é indicado para adoção em cursos de tecnologias e técnicos voltados para mesma área.



[www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

**Blucher**



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

## Tecnologias para automação

Circuitos pneumáticos – óleo-hidráulicos –  
controladores lógicos programáveis (CLP) e microcontrolador

---

Valdemir Martins Lira, Alexandre Acácio de Andrade,  
Carlos Eduardo Capovilla

ISBN: 9786555067392

Páginas: 270

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2024

---