

# Capítulo 7

## Eletro-hidráulica

---

**A**ssim como na eletropneumática, a eletro-hidráulica conta com elementos conversores de sinais, a fim de aproveitar as vantagens de cada técnica (elétrica e hidráulica) efetuando sua combinação na solução de problemas de comando. Para que essa combinação seja possível, faz-se necessária a utilização de elementos de ligação, responsáveis por fazer a conversão dos sinais de uma técnica para outra.

Os elementos eletro-hidráulicos básicos são os conversores de sinais hidráulicos em sinais elétricos e os conversores de sinais elétricos em sinais hidráulicos. Toda simbologia e lógica elétrica, sensores e pressostatos utilizados na eletropneumática se aplicam também à eletro-hidráulica.

O pressostato, como já mencionado, é um elemento eletro-hidráulico que converte um sinal de pressão variável em sinal elétrico.

Já as eletroválvulas, que agem segundo um princípio do eletromagnetismo, são elementos conversores de sinais elétricos para sinais hidráulicos.

Daremos atenção especial para as eletroválvulas usadas na hidráulica, por serem de construção um pouco mais robustas do que as eletroválvulas pneumáticas.

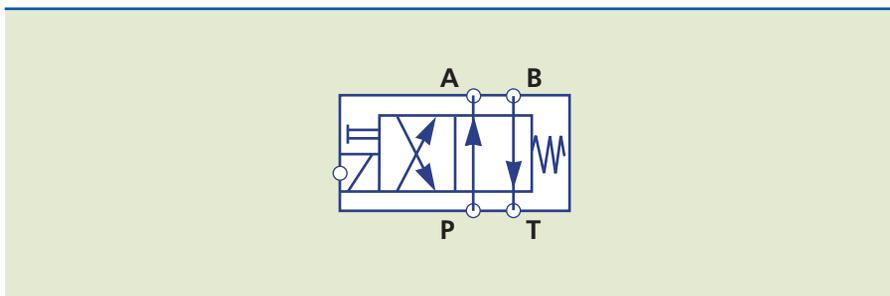
Nos sistemas eletro-hidráulicos, as eletroválvulas têm papel fundamental, pois são o elo de ligação entre o processamento de sinais elétricos e os atuadores hidráulicos (cilindros, motores hidráulicos).

Os eletroímãs para as eletroválvulas podem ser para uso em tensão contínua ou alternada. Existem eletroímãs que funcionam imersos em óleo e outros que funcionam a seco. Em casos especiais, há eletroímãs à prova de explosão. Os mais usados são os imersos em óleo.

## 7.1 Válvula solenoide de 4/2 vias

Nesse tipo de válvula, na configuração indicada na figura 7.1, na posição normal a conexão P (pressão) está aberta para A, e B está aberta para o tanque T ou retorno. Quando acionada pelo solenoide, a válvula é comutada para a outra posição. Caso não haja corrente passando pelo solenoide, a válvula pode ser acionada manualmente.



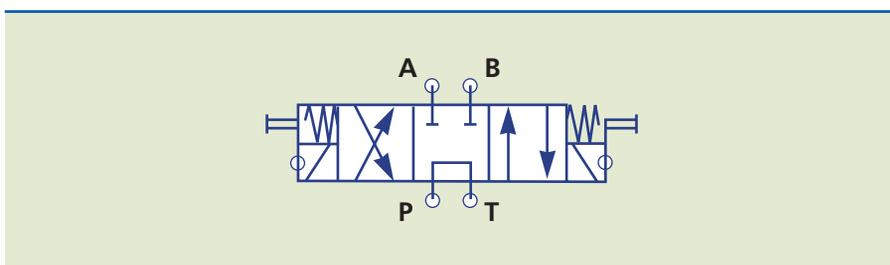
**Figura 7.1**

Representação simbólica de válvula solenoide de 2 posições e 4 vias.

## 7.2 Válvula solenoide de 4/3 vias

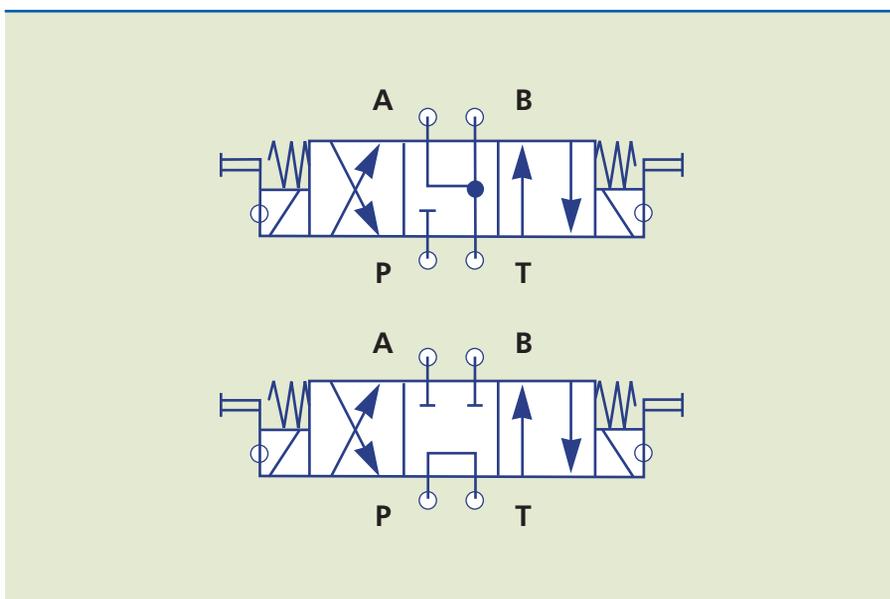
Nessa válvula (figura 7.2), na posição normal as conexões A e B estão fechadas, e P (pressão) para T (tanque) está aberta. Quando acionada pelos solenoides de acionamento, a válvula é comutada para a outra posição ou para a posição paralela. Essa válvula também pode ser acionada manualmente.

Esse tipo de válvula é uma das válvulas de característica direcional mais usadas nos circuitos.

**Figura 7.2**

Representação simbólica de válvula solenoide de três posições e quatro vias.

As eletroválvulas, como na hidráulica, podem ter outros tipos de centro. Veja os símbolos na figura 7.3.

**Figura 7.3**

Representação simbólica de duas válvulas de três posições e quatro vias com centro distinto daquele apresentado na válvula da figura 7.2.

## 7.3 Comandos eletro-hidráulicos sequenciais

Qualquer sequência de movimentos é realizada por meio de elementos de trabalho hidráulicos que podem receber comandos elétricos. Esses comandos elétricos fazem a captação de sinal, processando-os e enviando-os às unidades de acionamento, segundo uma ordem preestabelecida.

O esquema para esse comando pode ser construído de duas maneiras: pelo método experimental ou intuitivo e pelos métodos sistemáticos de resolução.

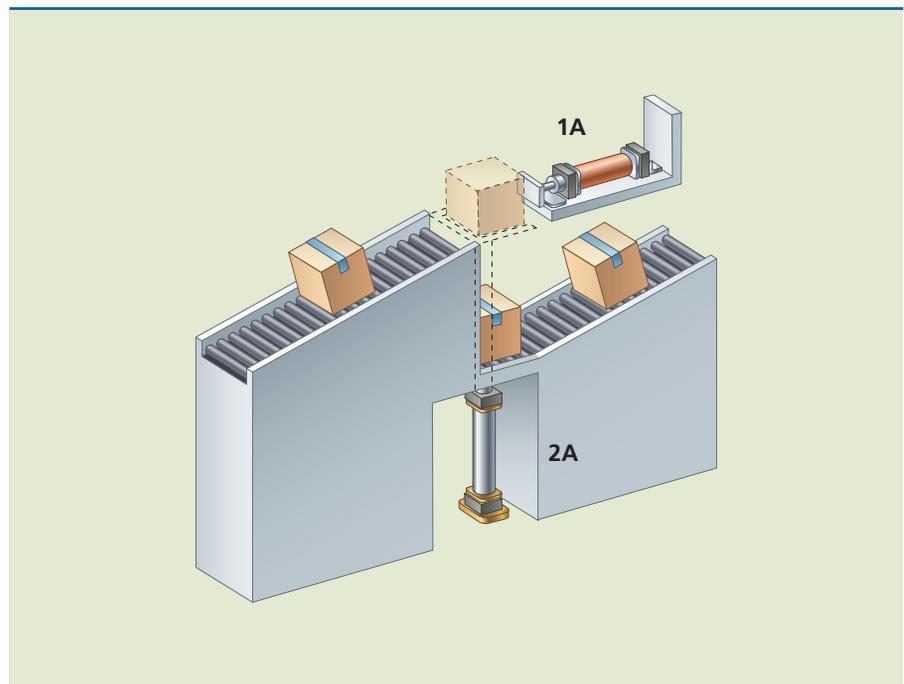
### 7.3.1 Método intuitivo

Para facilitar a compreensão, vamos utilizar um exemplo clássico de esquema de comando intuitivo.

#### Exemplo (treinamento Festo)

Seja um dispositivo de levantamento de pacotes como ilustrado na figura 7.4.

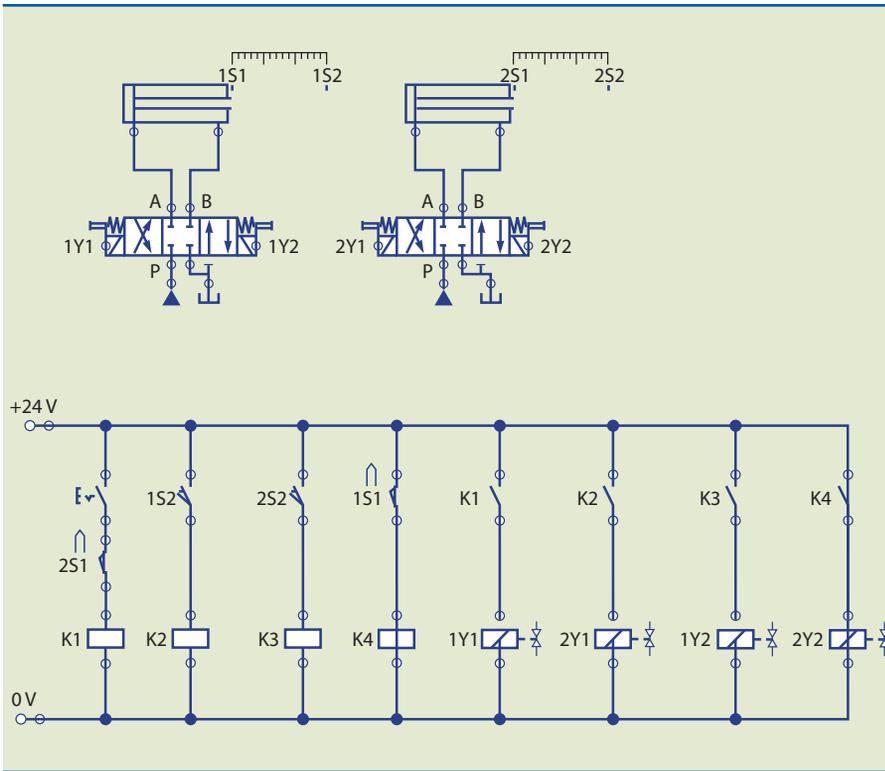
**Figura 7.4**  
Dispositivo de  
levantamento de pacotes.



Os pacotes que chegam a um dispositivo por uma esteira transportadora de roletes deverão ser levantados pelo cilindro 2A. Ao chegar à posição superior, o cilindro 1A deverá empurrar o pacote para uma segunda esteira. Após esse movimento, o cilindro 2A deverá retornar e somente depois de estar totalmente recuado é que poderá ocorrer o retorno de 1A.

As peças devem ser deslocadas pela rampa 1, com a seguinte sequência de movimentos: 2A+ 1A+ 2A- 1A-. Elaborar o circuito eletro-hidráulico. Ver a solução na figura 7.5.

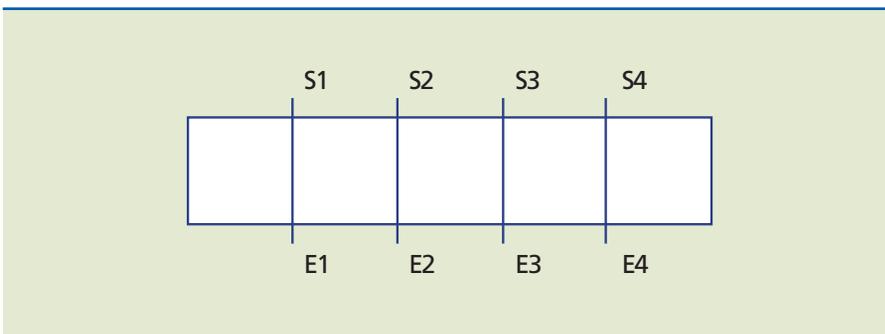
Solução:



**Figura 7.5**  
Circuito eletro-hidráulico.

### 7.3.2 Método sistemático

Uma vez que a operação foi executada, não há necessidade de que ela se mantenha. Com base nessa premissa, o método consiste em desconectar o sinal. Executada a operação, é preciso que ocorra a anulação do sinal após cada passo da operação.



**Figura 7.6**  
Representação esquemática dos sinais de entrada e saída.

A caixa da figura 7.6 representa uma unidade que indica esquematicamente os sinais de entrada (E1 até E4) e os sinais de saída (S1 até S4). Essa unidade deve resolver o problema gerado pelos sinais permanentes da seguinte forma:

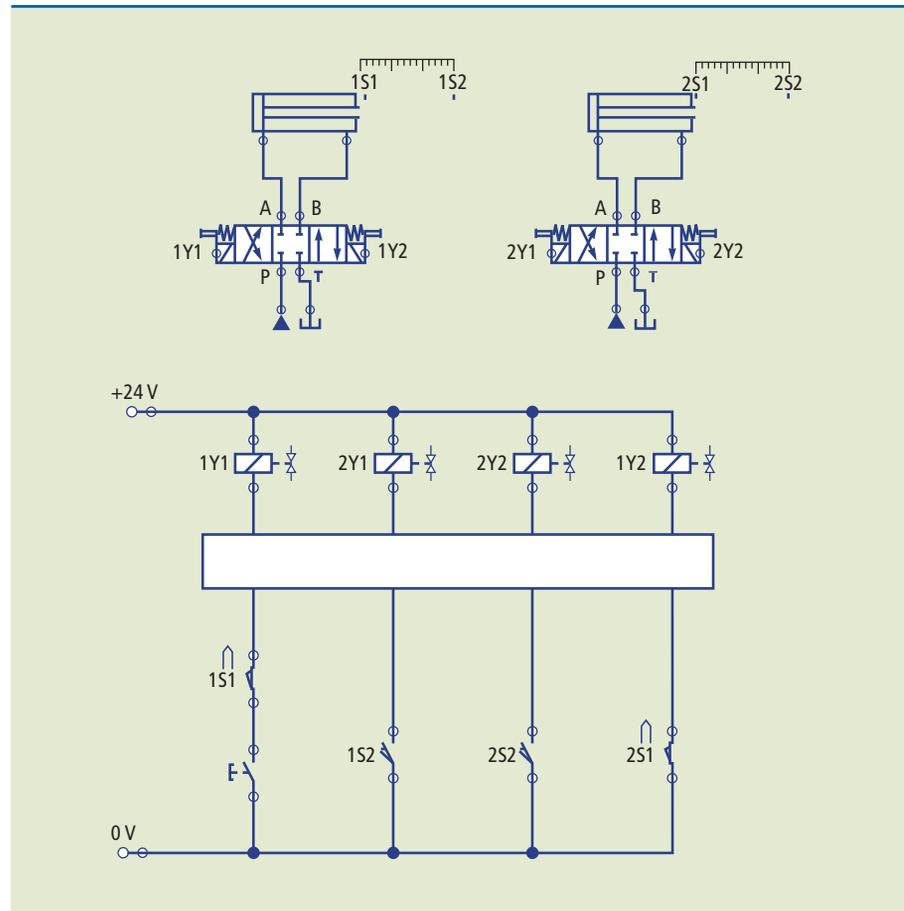
- a) O número de sinais de entrada é igual ao número de sinais de saída, ou seja, para cada sinal de entrada existe um sinal de saída.

- b) Os sinais de saída devem ser memorizados, quer dizer, devem permanecer mesmo que tenha desaparecido o sinal de entrada correspondente.  
 c) Somente pode ser detectado um único sinal de saída, e deve existir a possibilidade de desconectar esse sinal de forma controlada.  
 d) Os sinais de entrada devem ter efeito apenas seguindo uma ordem preestabelecida.

Ver, como exemplo, o esquema da figura 7.7.

**Figura 7.7**

Circuito.



A caixa representada na figura 7.7 e também indicada na figura 7.6 pode ter duas versões: método de sequência mínima ou método de sequência máxima.

### Método de sequência mínima

Nesse método, analisamos o diagrama trajeto passo e fazemos na sequência a divisão dos movimentos em grupos, não permitindo que seja efetuado, em um mesmo grupo, um movimento de avanço e de recuo do mesmo cilindro.

Outra maneira de reconhecer a sobreposição de sinais é a representação da sequência na forma abreviada:

$$1A+ 2A+ 2A- 1A-$$

Para solucionar esse problema, devemos introduzir uma classificação por grupos:

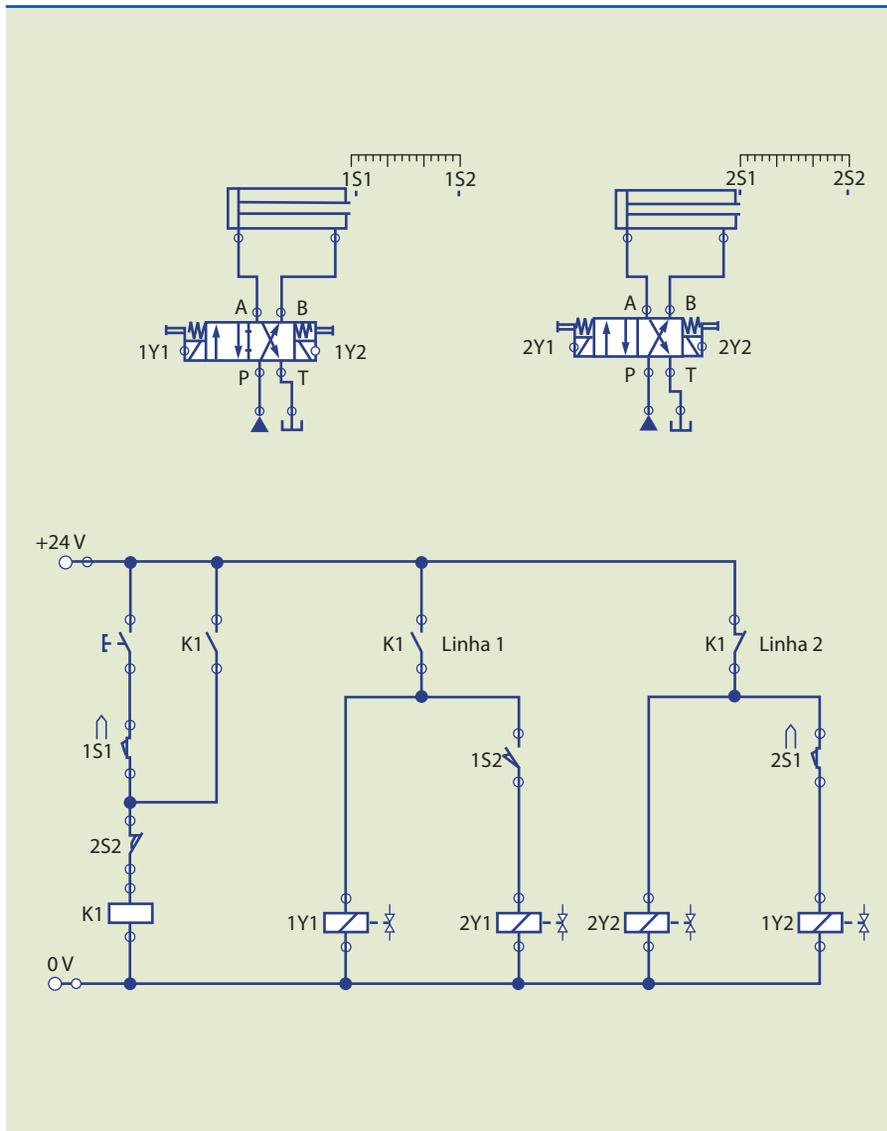
1A+ 2A+	2A- 1A-
grupo 1	grupo 2

Os desacionamentos acontecem, então, após o movimento de 2A+ e no final de 1A-.

Através de relés, com circuitos de autorretenção, serão eliminados os sinais indesejados por meio de linhas auxiliares de corrente que serão energizadas e desligadas uma a uma por esses relés.

A quantidade de linhas auxiliares necessárias dependerá do número de grupos encontrados na divisão. Para o exemplo dado, são necessárias duas linhas.

No circuito elétrico aparecem duas linhas auxiliares (figura 7.8).



**Figura 7.8**

Circuito.

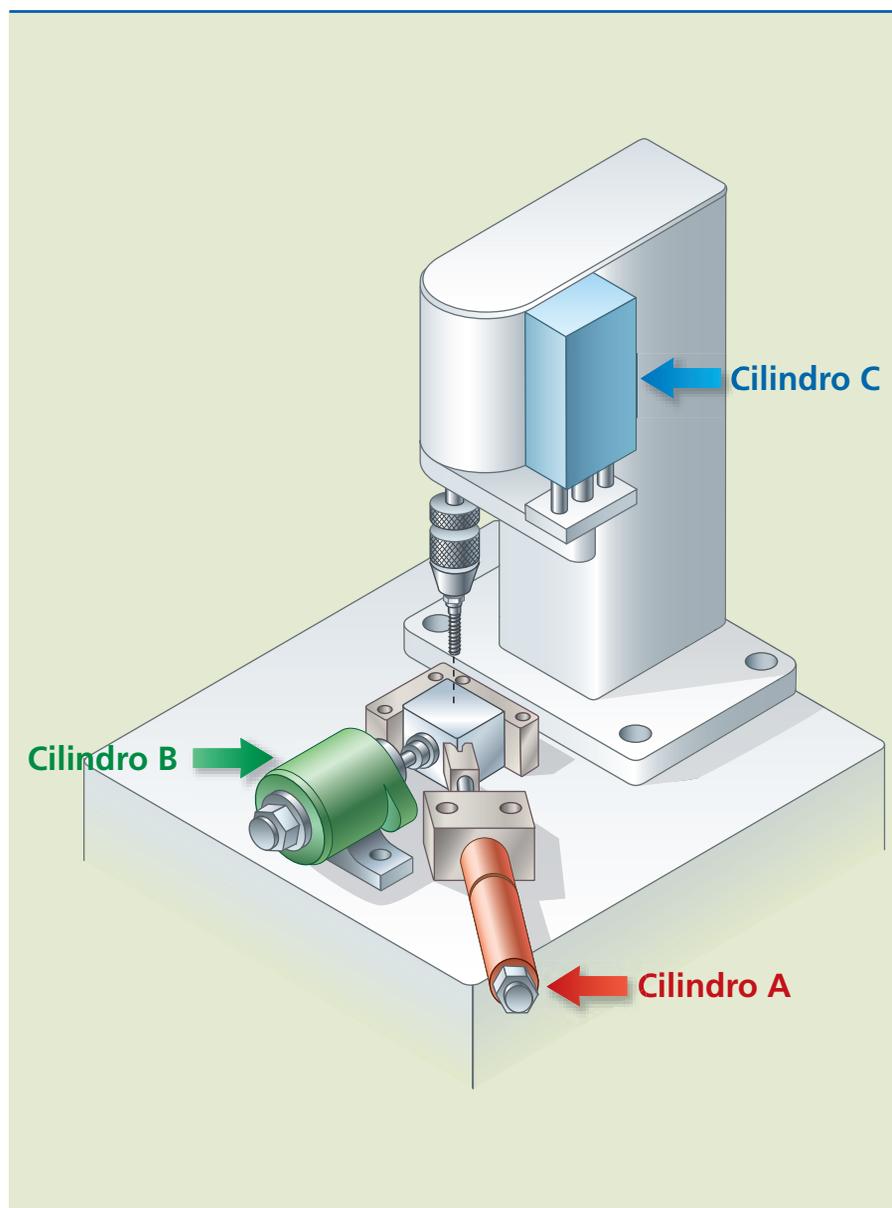
## Método de sequência máxima

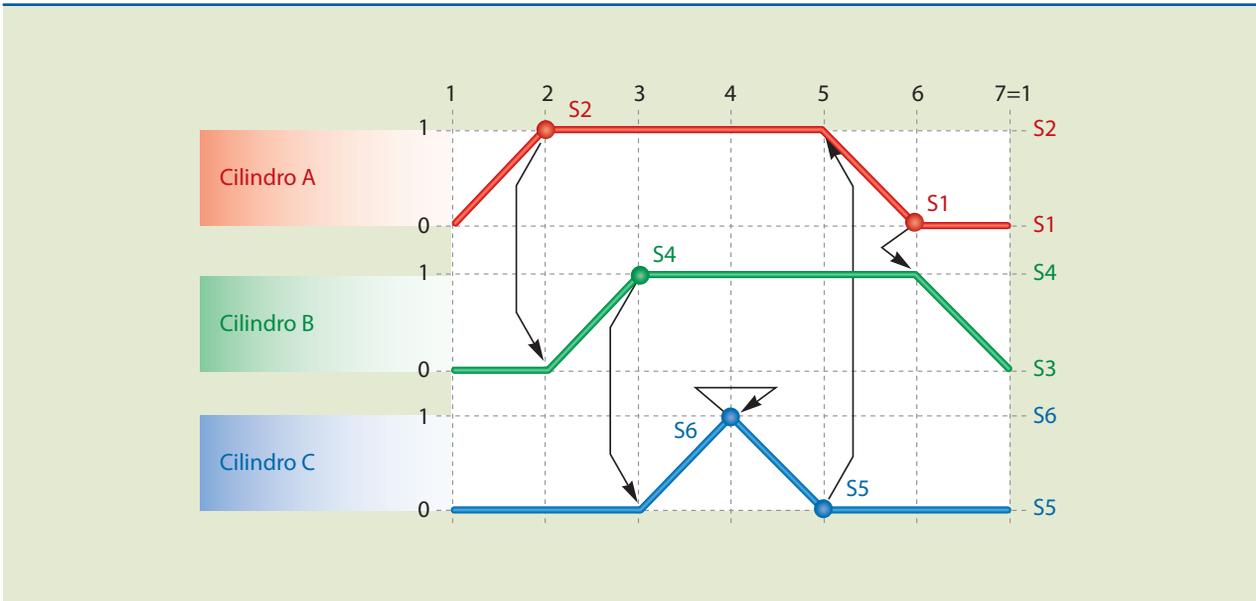
A fim de atingir a máxima segurança possível, um desligamento é efetuado após cada passo de sequência. Nesse caso, o número de grupos dependerá exclusivamente do número de passos do diagrama. Ver o próximo exemplo.

### Exemplo: furadeira vertical (treinamento Festo)

Uma furadeira vertical (ilustrada na figura 7.9) foi automatizada para processar blocos metálicos. O bloco é colocado manualmente, posicionado pelo cilindro A. Somente após ter sido posicionado o bloco é que o cilindro B avança, e em seguida avança o cilindro C, que efetua a furação. Finalizada a operação, o cilindro C retorna, em seguida retorna o cilindro A, e em seguida o cilindro B libera o bloco.

**Figura 7.9**  
Furadeira.



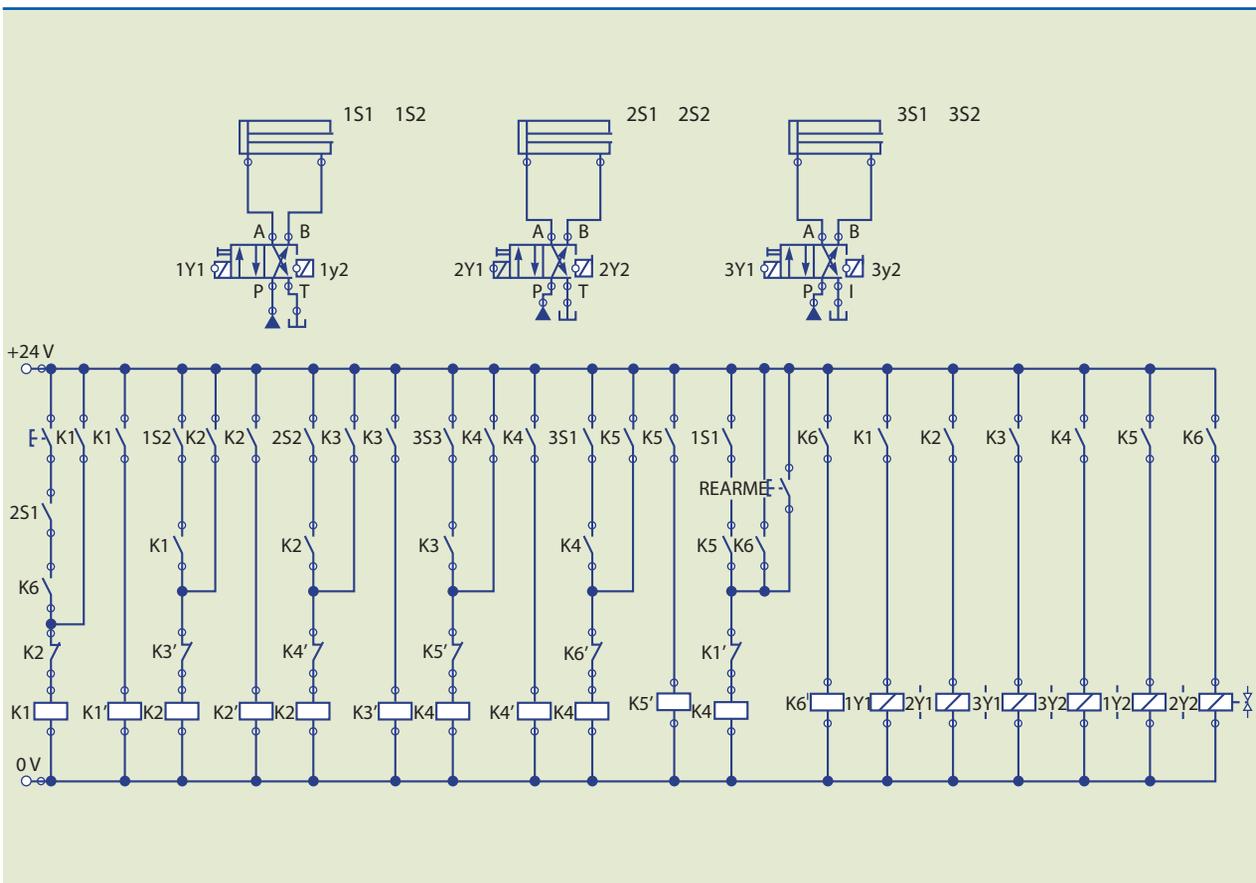


**Figura 7.10**  
Diagrama trajeto passo.

*Solução:*

O esquema eletro-hidráulico é representado na figura 7.11.

**Figura 7.11**



### Método de seqüência máxima – cadeia estacionária de comando cíclico

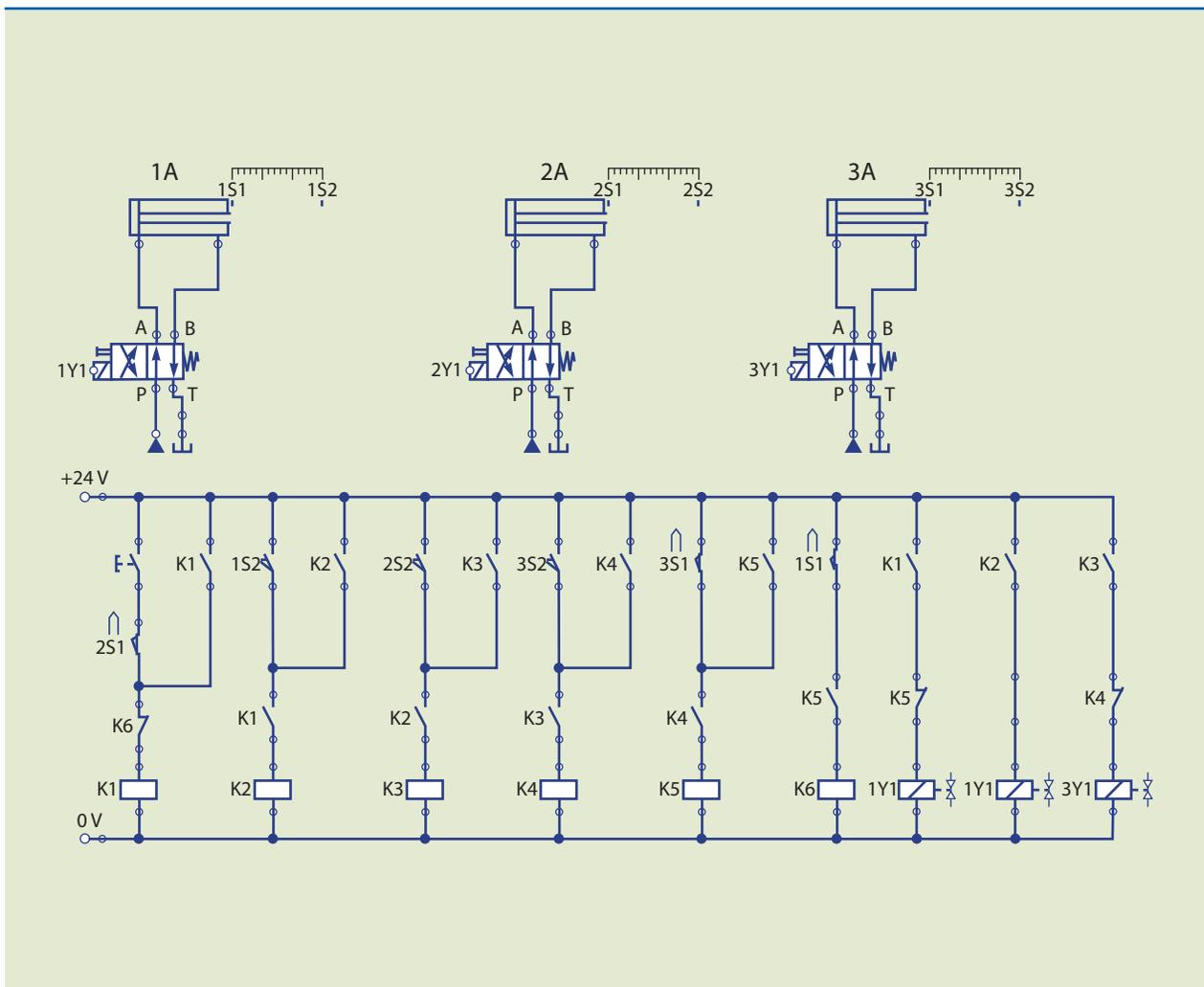
É uma alternativa usada para facilitar a execução do esquema de seqüência máxima. São utilizadas válvulas simples solenoides para comando dos cilindros. Naturalmente, o sinal deverá ser retido e só liberado quando houver o retorno do cilindro.

Os relés são energizados e só desarmados quando houver entrada do próximo relé.

**Figura 7.12**

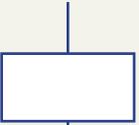
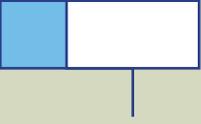
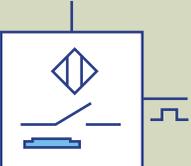
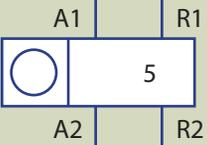
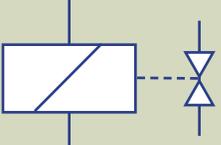
Circuito eletro-hidráulico para furadeira vertical.

Veja como fica o esquema eletro-hidráulico do exemplo “Furadeira vertical” executado dessa forma, pela análise da figura 7.12.



## 7.3.3 Simbologia elétrica básica (ver figura 7.13)

Figura 7.13

<p>0V</p>  <p>Conexão el...</p>	<p>+24V</p>  <p>Conexão el...</p>	 <p>Alarme sonoro</p>	 <p>Lâmpada de...</p>
 <p>Contato NA</p>	 <p>Contato NF</p>	 <p>Comutador</p>	 <p>Relé</p>
 <p>Botão com t...</p>	 <p>Botão com t...</p>	 <p>Botão com t...</p>	 <p>Relé com re...</p>
 <p>Botão de ac...</p>	 <p>Botão de ac...</p>	 <p>Botão de ac...</p>	 <p>Relé com re...</p>
 <p>Sensor indu...</p>	 <p>Relé contador</p>	 <p>Pressostato</p>	 <p>Solenóide d...</p>

