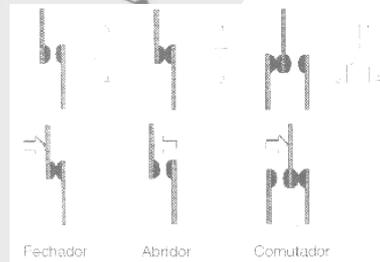


ELETROPNEUMÁTICA

Técnicas de Comando Exercícios



ETE JORGE STREET
SISTEMAS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS

1. ELETROPNEUMÁTICA

1.1. Introdução aos Sistemas Eletropneumáticos

A utilização de sistemas eletropneumáticos em substituição aos sistemas pneumáticos mostra-se vantajosa em diversas situações que envolvam velocidade de transmissão, perdas, segurança, etc. No entanto, os elementos pneumáticos mostram-se imprescindíveis dentro da cadeia de comando em função de seu tipo de construção, da segurança que apresentam e da velocidade de trabalho. Abaixo apresentamos uma Cadeia de Comando e a comparação na utilização de componentes elétricos e pneumáticos.

Pneumática	Cadeia de Comando	Eletropneumática
Atuadores (cilindros)	Elemento de Trabalho	Atuadores (cilindros)
Válvula Reguladora de Fluxo. Válvula de Escape Rápido	Elemento Auxiliar (controle de velocidade)	Válvula Reguladora de Fluxo. Válvula de Escape Rápido
Válvula 5/2 vias; 3/2 vias (Piloto e mola)	Elemento de Comando	Válvula 5/2 vias; 3/2 vias (Solenóide)
Válvula "E", "OU" Temporizadora, Seqüencial	Elemento Processador de Sinal	Contatores, Contadores, Reles, Temporizadores.
Botão, Fim de Curso.	Elemento de Sinal	Botão, Fim de Curso, Sensores
Filtro + Regulador de Pressão + Lubrificador	Fonte de Alimentação	Fonte de Energia Elétrica 12 Vcc ou 24 Vcc 12, 24, 115 ou 230 V

Observando a Cadeia de Comando acima, podemos considerar como interessante a utilização de elementos essencialmente pneumáticos nos dois primeiros níveis (Elemento de Trabalho e Elemento Auxiliar), ficando todos os demais níveis voltados à utilização de Sistemas Elétricos. Com isso estaríamos eliminando as perdas por vazamentos, velocidade de transmissão de sinais, respostas dos elementos sensores, etc.

Quando se comparam os sistemas elétricos aos sistemas pneumáticos, não se pode deixar de fazer uma analogia entre os dois sistemas, baseado nas formas de energia utilizadas. Vejamos:

ALIMENTAÇÃO: A TENSÃO gerada na Energia Elétrica e medida em V (Volt) corresponde à PRESSÃO utilizada no Ar Comprimido e medida em bar.

A CORRENTE ELÉTRICA medida em Ampere (A) corresponde à VAZÃO medida em Litros por Minuto (LPM).

ELEMENTO AUXILIAR: Resistência Ôhmica (Ohm - Ω) corresponde à Válvula Reguladora de Fluxo.

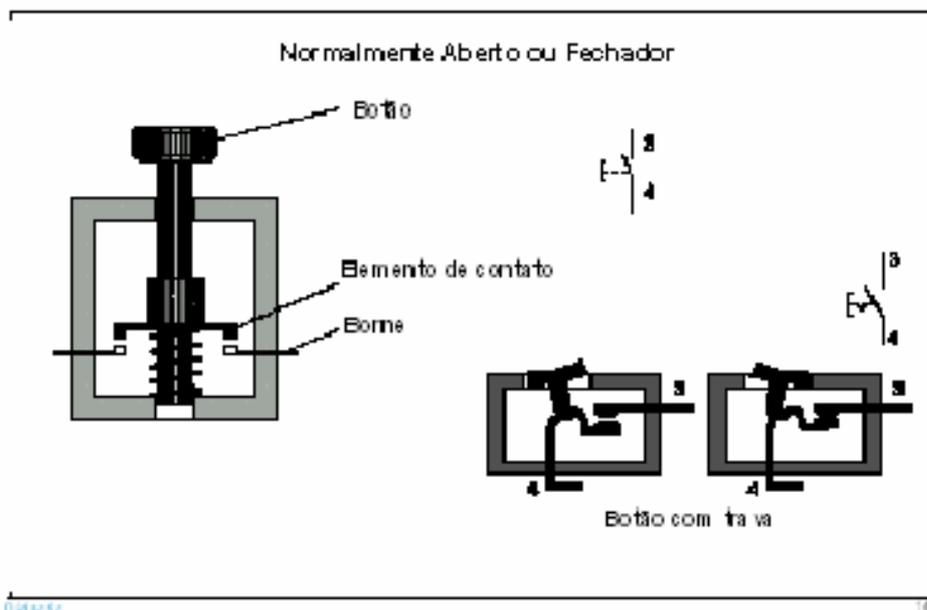
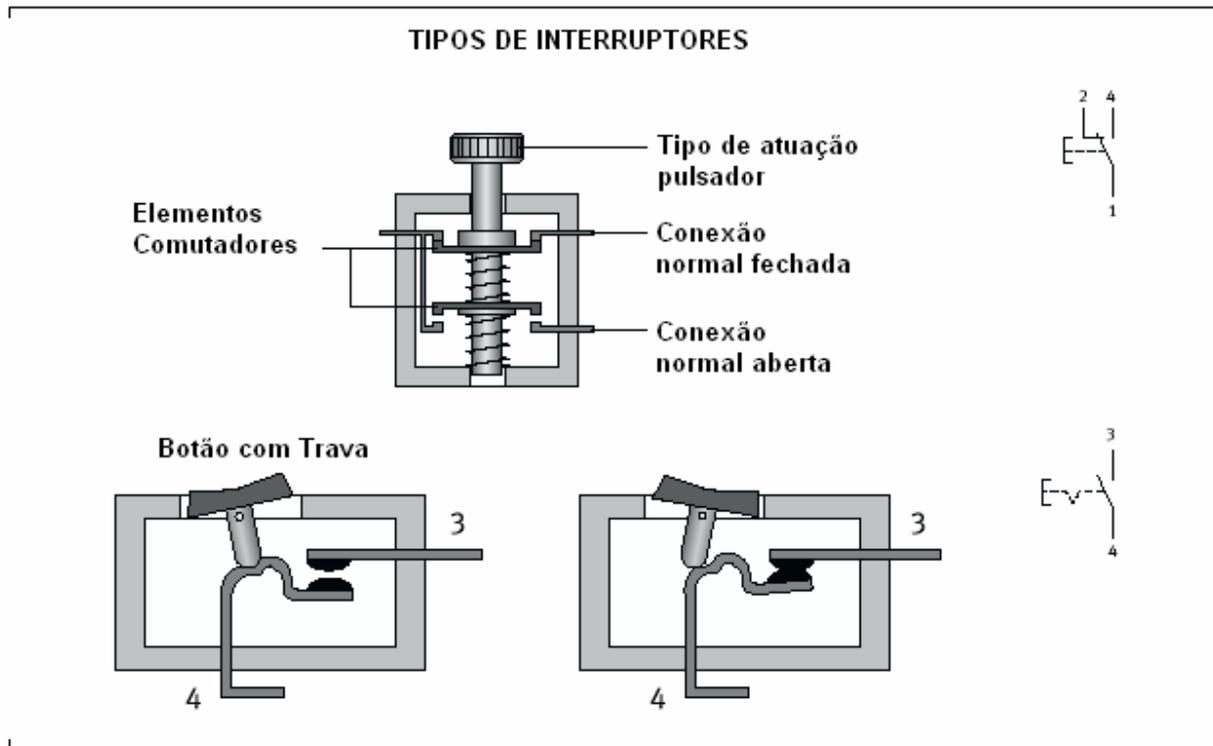
ELEMENTO PROCESSADOR: O Capacitor corresponde à Válvula "E" ou "OU".

ELEMENTO DE COMANDO: A Bobina corresponde ao Piloto.

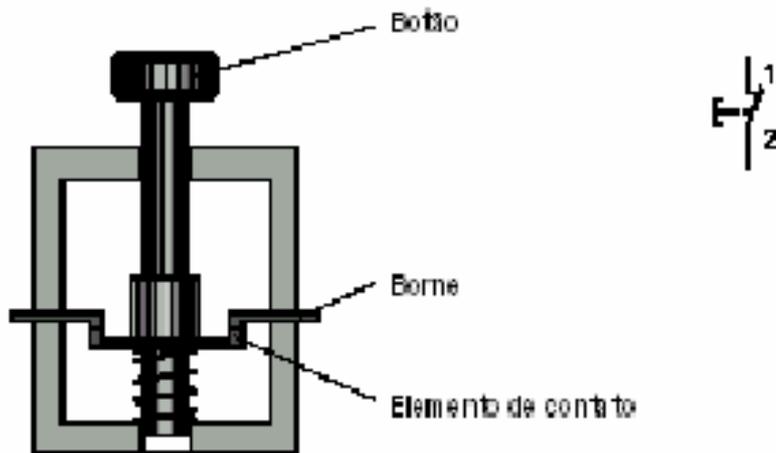
1.2. Elementos Elétricos

1.2.1. de introdução de sinais

Tem a função dar entrada dos sinais ao sistema, podem ser elementos de contato elétrico com contato físico ou sensores sem contato físico.



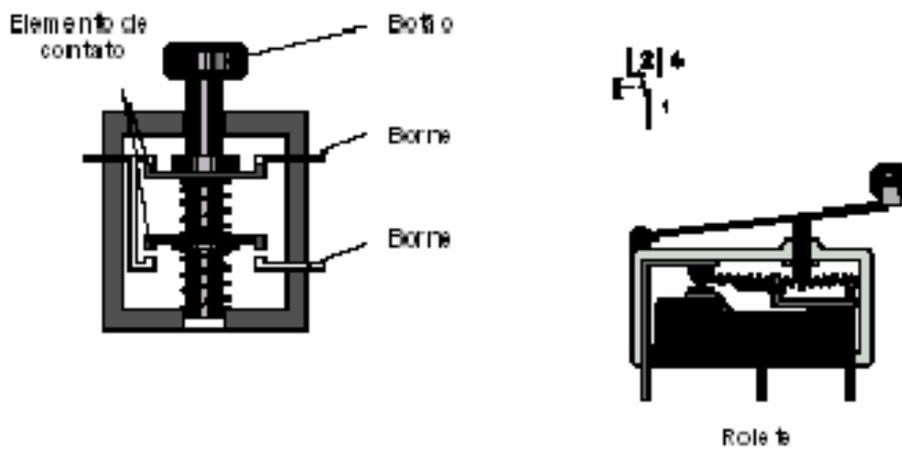
Normalmente Fechado ou Abridor



Didático

15

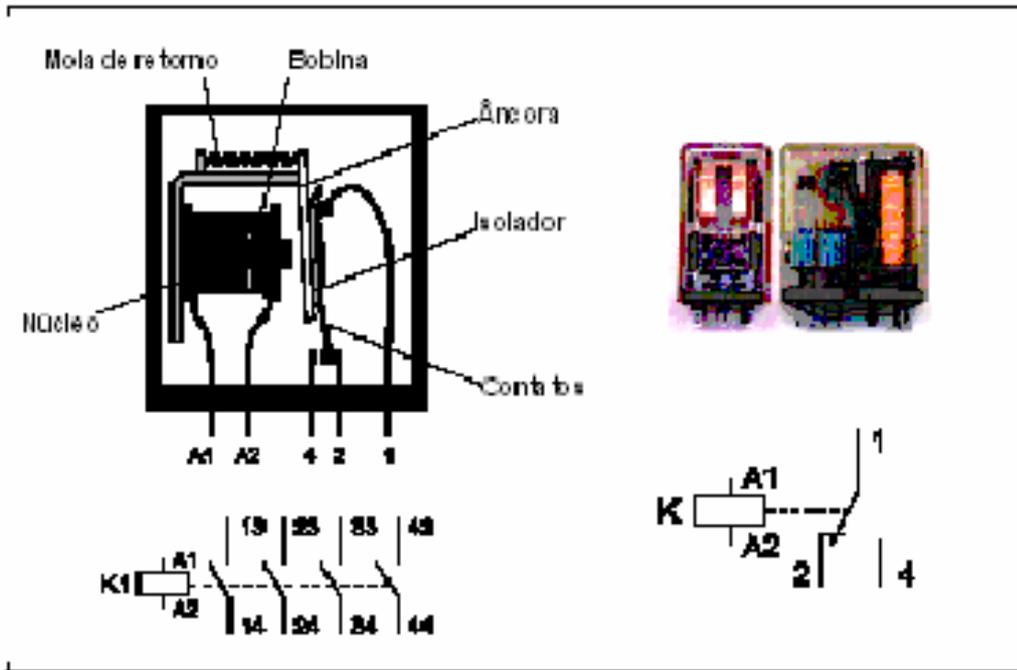
Comutadores



Didático

16

1.2.2. Elementos de processamento dos sinais RELÉS



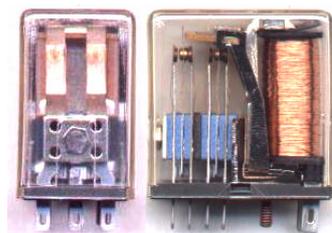
Elementos de Processamento de Sinais



Controlador Lógico Programável



Válvulas Pneumáticas



Relés

Elementos de Sinais



Sensores



Botão



Rolete



Pedal

Energia de Trabalho e de Controle



Unidade de Conservação



Fonte de Alimentação DC

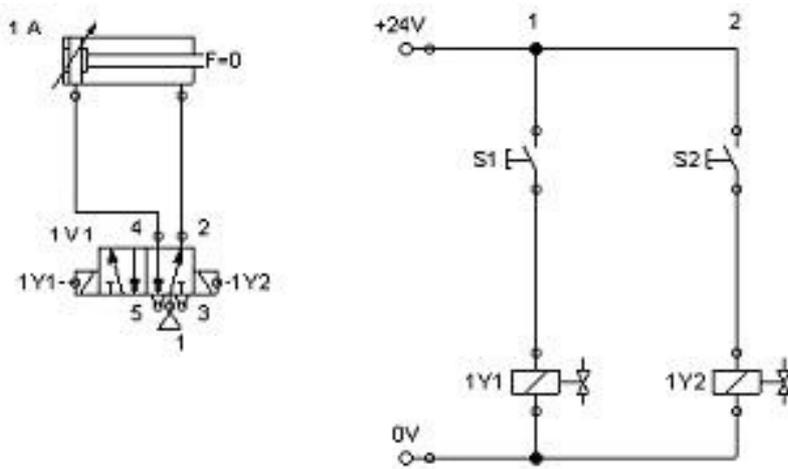
ETE JORGE STREET
SISTEMAS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS

1. ELETROPNEUMÁTICA

1.3 Técnicas de Comando Eletropneumatico

1.3.1. Comando Eletropneumatico direto

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando direto de um botão pulsador (S1), e recuar ao comando de outro botão (S2).

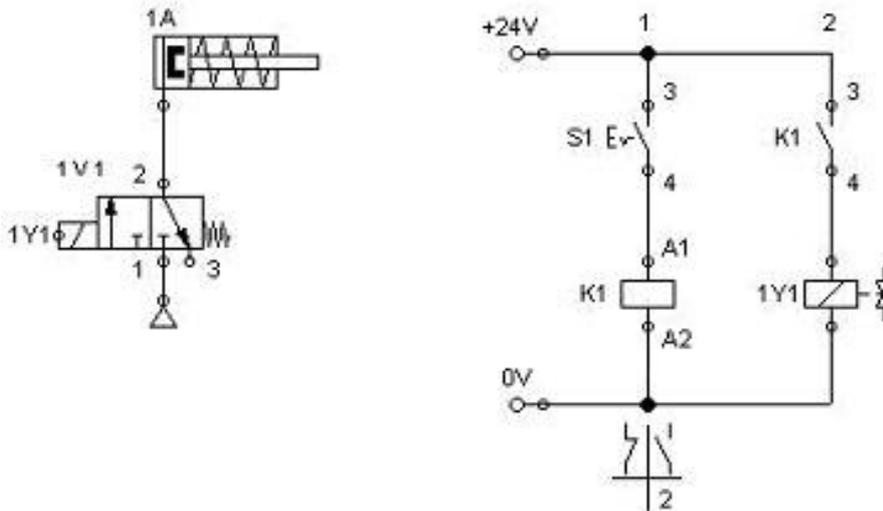


1.3.1.b) Elaborar o comando eletropneumatico para a seguinte operação:

A haste de um cilindro de simples ação deve avançar ao comando de um botão com trava (S1). Ao destravar o botão a haste retorna à posição inicial.

1.3.2.a) Comando Eletropneumatico indireto

Operação: A haste de um cilindro de simples ação deve avançar ao comando indireto de um botão com trava (S1). Ao destravar o botão a haste retorna à posição inicial.

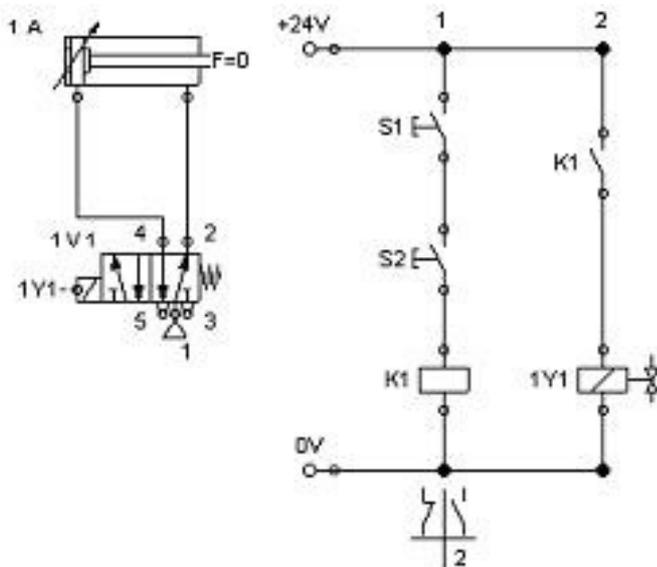


1.3.2.b) Elaborar o comando eletropneumatico para a seguinte operação:

A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando indireto de um botão pulsador (S1), e recuar ao comando de outro botão (S2).

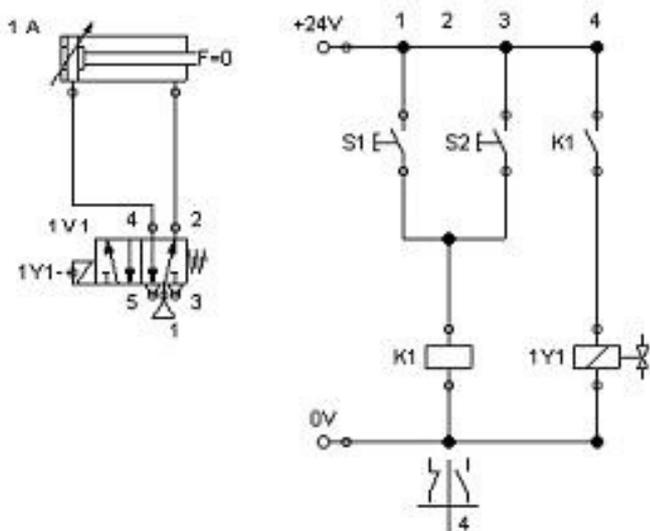
1.3.3. Comando em série.

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando indireto e simultâneo de dois botões pulsadores (S1 e S2) permanecendo avançada enquanto os botões estiverem acionados e retornando à posição inicial se um deles estiver desacionado.



1.3.4. Comando em paralelo.

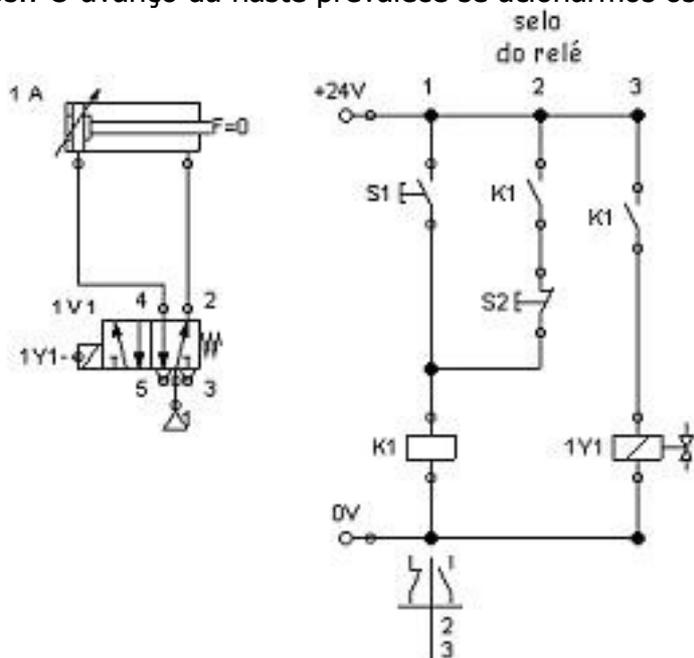
Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando indireto e opcional de dois botões (S1 ou S2), permanecendo avançada enquanto um dos botões estiver acionado, retornando à posição inicial se ambos estiverem desacionados.



1.3.5. Comando com auto-retenção de sinal (**Liga-dominante**).

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando indireto de um botão pulsador (S1), permanecendo avançada mesmo após ter sido desacionado o botão, e somente retornando à posição inicial ao acionar-se outro botão (S2)

Obs.: O avanço da haste prevalece se acionarmos os dois botões simultaneamente.

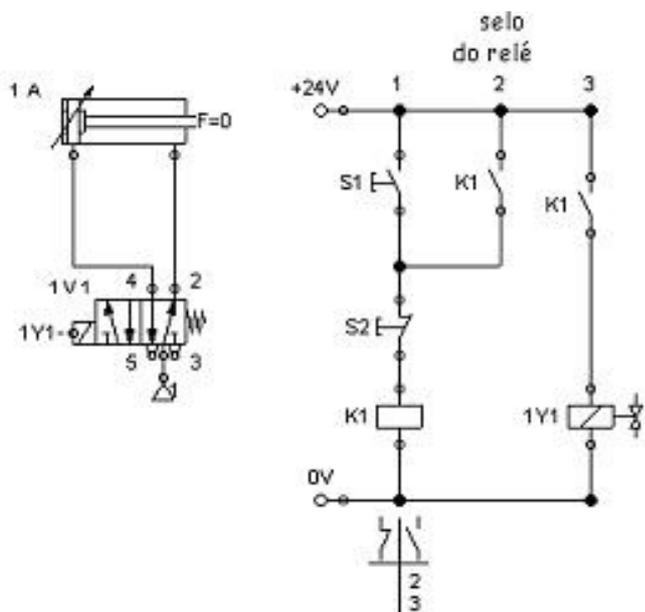


O contato que interrompe o sinal é colocado em série com o contato de **selo do relé**

1.3.6. Comando com auto-retenção de sinal (**Desliga-dominante**).

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando indireto de um botão pulsador (S1), permanecendo avançada mesmo após ter sido desacionado o botão, e somente retornando à posição inicial ao acionar-se outro botão (S2)

Obs.: A haste permanece recuada se acionarmos os dois botões simultaneamente

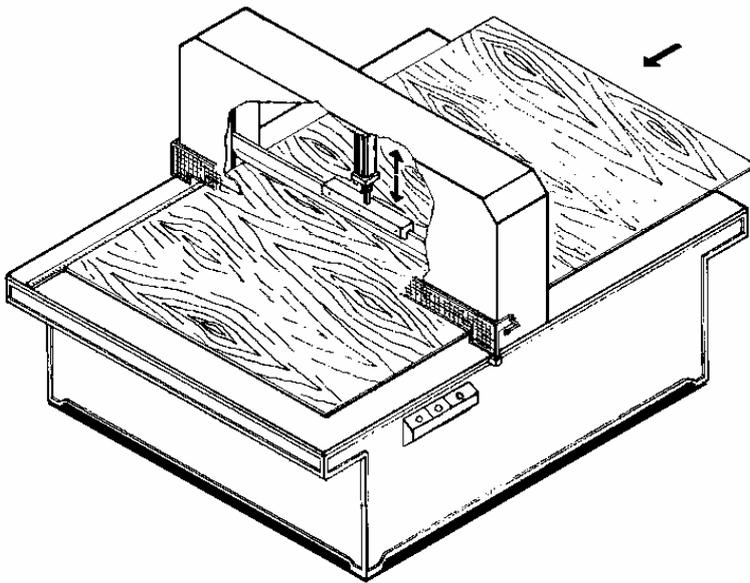


O contato que interrompe o sinal é usado como elemento de **segurança ou emergência**.

EX. 1. Uma guilhotina é utilizada para cortar folhas de madeira em diversos tamanhos. Pressionando dois botões simultâneos (S1 e S2) o atuador de dupla ação avança e corta a folha de madeira.

O retorno da guilhotina é realizado acionado um terceiro botão (S3), mas somente se o atuador estiver em sua posição final.

Elaborar o circuito eletropneumático.



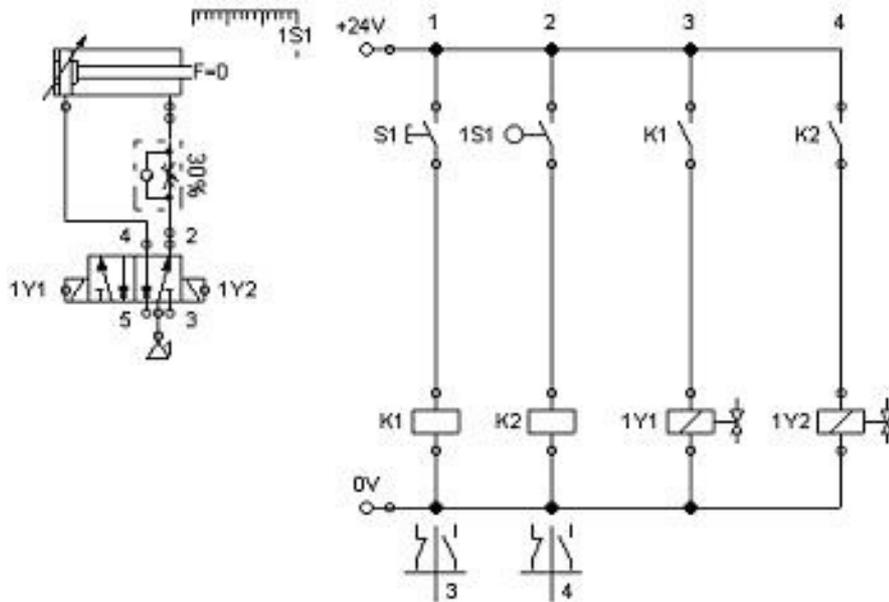
Sol.A. EX.1.

Sol.B Ex1

1.3.7. Comando de ciclo único

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando de um botão pulsador e, ao atingir a posição final dianteira, retornar automaticamente à posição inicial. A velocidade de avanço deve ser controlada.

Sol.A - Duplo Solenoide

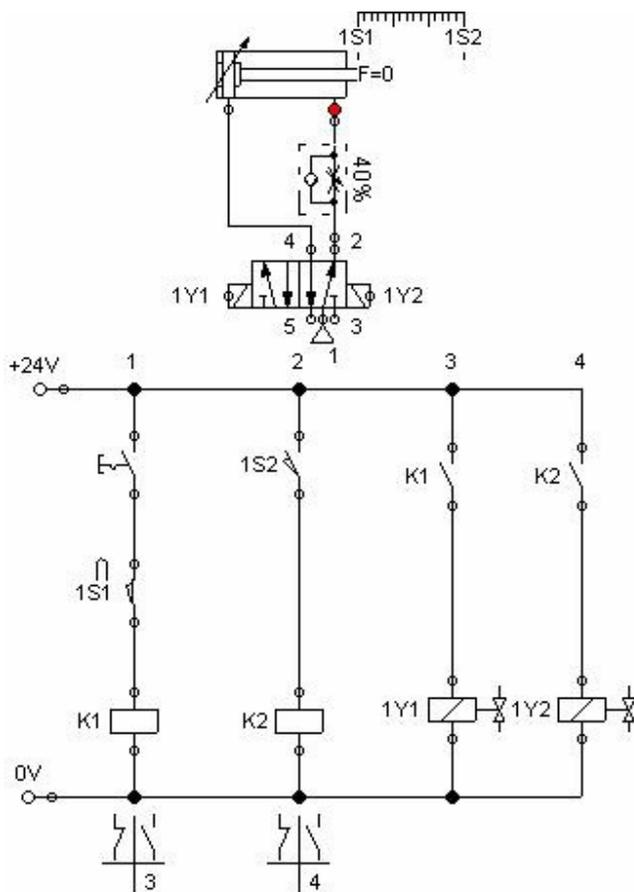


1.3.7. b) Elaborar o comando EP com a válvula Simples solenoide

1.3.8. Comando de ciclo contínuo.

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando de um botão com trava (S1) e, ao atingir a posição final dianteira, permanecer continuamente em movimento de avanço e retorno. Ao destravar o botão a haste deve retornar a posição final traseira. A velocidade de avanço deve ser controlada.

- Duplo Solenoide



1.3.9. Elaborar o Comando EP com opção ciclo Único/Contínuo que atenda a seguinte Operação:

A haste de um cilindro de dupla ação deve avançar ao comando de um botão com trava (S1) ou um botão pulsador (S2).

Ao acionar o botão com trava o ciclo deve ser contínuo, isto é, a haste deve permanecer em movimento avanço/retorno, até que o botão seja destravado retornando à posição inicial.

Ao acionar o botão pulsador o ciclo deve ser único.

A velocidade de avanço deve ser controlada.

- Utilizar válvula simples solenóide

Exercício 2

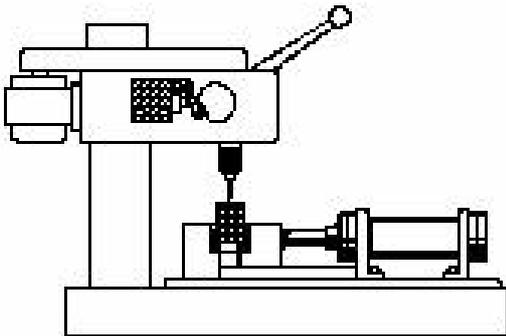
Uma furadeira manual possui uma morsa para fixação de peças, a qual é controlada por um atuador de dupla ação.

A peça é presa acionando-se dois botões opcionais e solta acionando-se um terceiro botão.

Condições:

- A morsa somente prenderá se houver peça.
- A abertura da morsa é impedida durante a furação.

Elaborar o circuito eletropneumático.



**Exercício 2 – Furadeira Manual
Solução Duplo Solenóide**

Solução Simples Solenóide

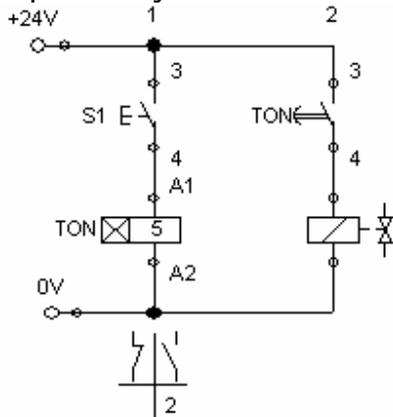
RELÉS TEMPORIZADORES

Este tipo de relé tem por finalidade, ligar ou desligar contatos, em função de um determinado tempo que pode ser regulável.

Existem relés temporizadores com retardo na ativação ou na desativação

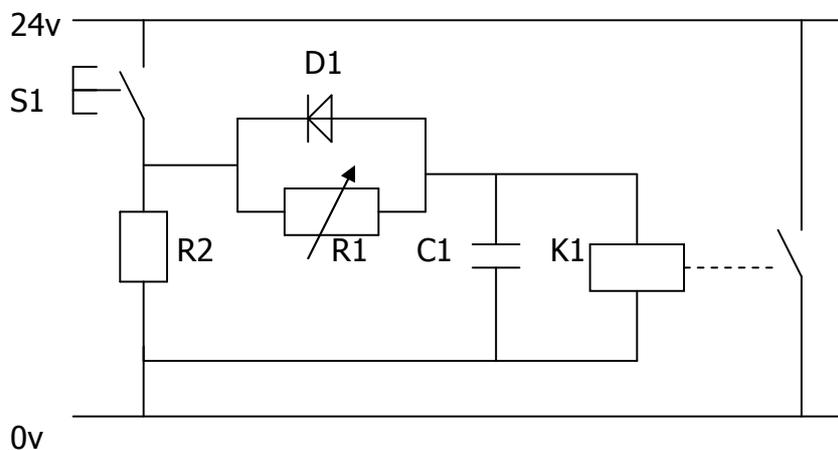
Relés com retardo na ativação

Representação do circuito e comportamento do sinal



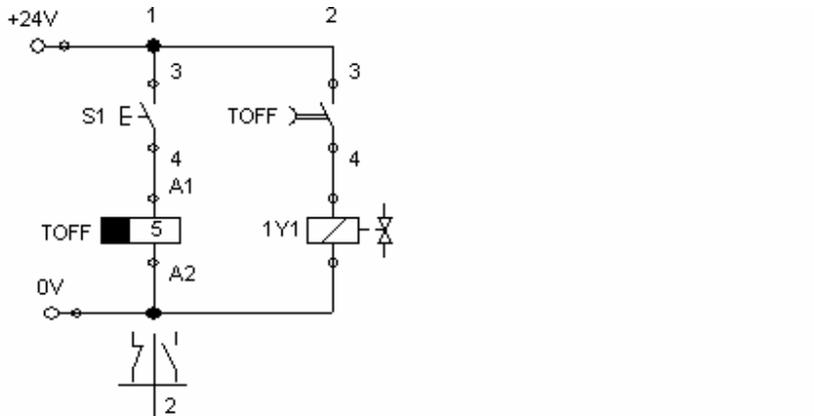
Designation	Quantity value	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S1	State	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TON	State	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Estrutura Interna



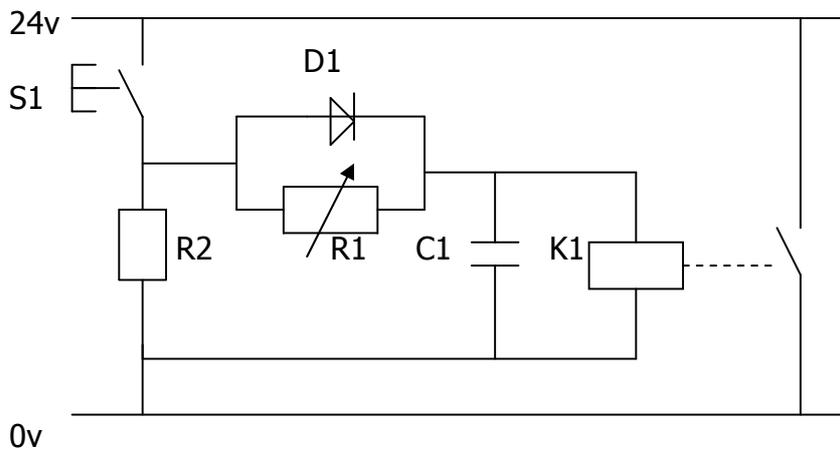
Relés com retardo na desativação

Representação do circuito e comportamento do sinal



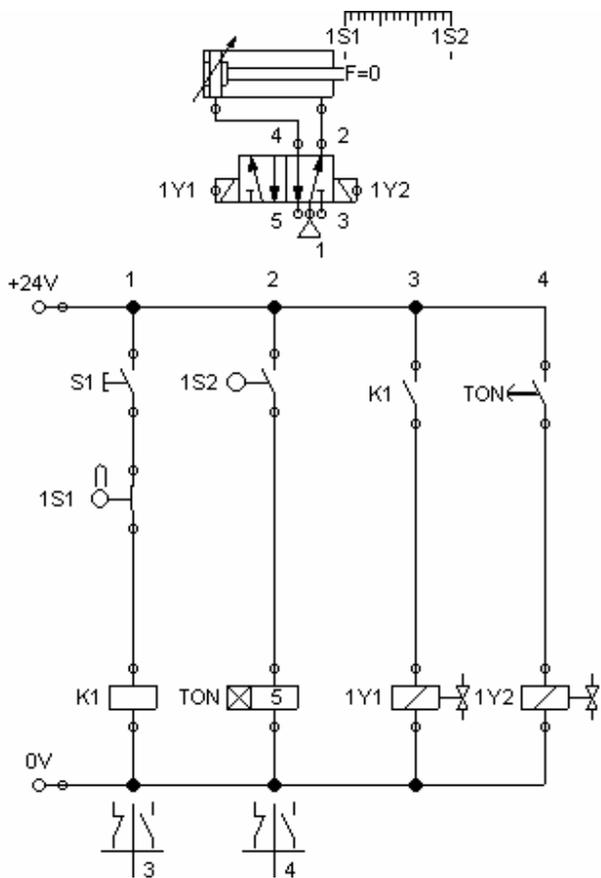
Designation	Quantity value	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1	State	1									
TOFF	State	1									

Estrutura Interna



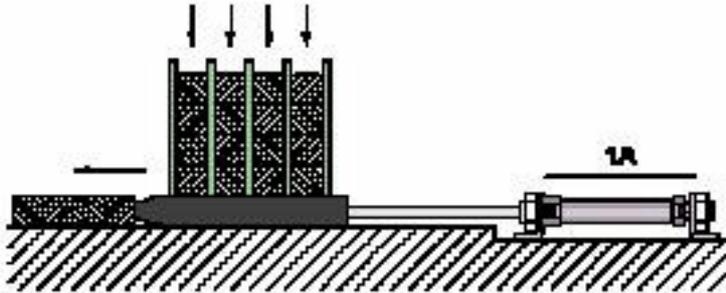
1.3.10. Comando de Inversão e corte de sinal em dependência de tempo

Operação: A haste de um cilindro de dupla ação de vê avançar ao comando de um botão pulsador e permanecer avançada por 5 segundos, retornando à posição inicial depois de decorrido o tempo. Controlar a velocidade de avanço.



Exercício 3. Peças são colocadas para processamento pelo magazine multi-trilhas ilustrado abaixo, por gravidade

- O dispositivo pneumático empurra as peças ao pressionar-se um botão com trava para início de ciclo contínuo, no avanço a velocidade é controlada.
- Após terminado o descarregamento das peças o dispositivo volta automaticamente à posição inicial, temporizando 5 seg para início de novo ciclo. A velocidade de avanço é controlada
- Esquematizar o circuito eletropneumático



Ex. 3) Sol.A)

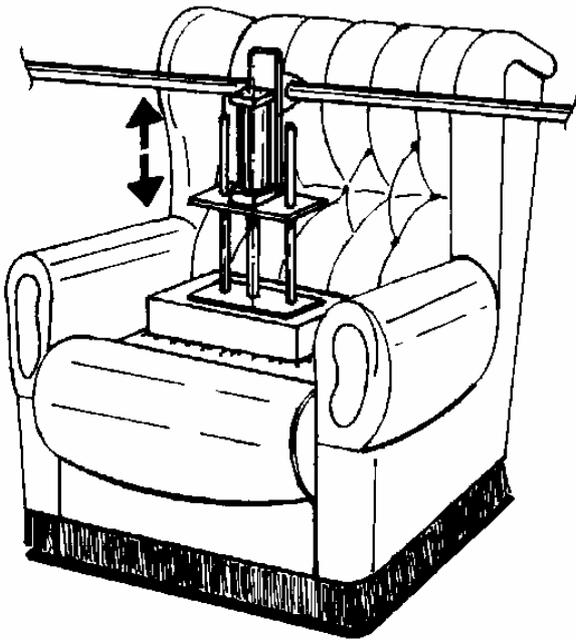
Sol. B)

EX 4. Uma fábrica de móveis necessita fazer o controle de qualidade das poltronas fabricadas. Para tanto se utiliza um cilindro de dupla ação guiado.

O teste consiste em comprimir o assento durante aproximadamente cinco segundos, repetindo esta operação 10 vezes.

Quando o teste é finalizado soa-se uma sirene.

Elaborar o circuito eletropneumático.



Sol. EX. 4

2. Comandos eletro pneumáticos seqüenciais.

A elaboração de circuitos eletro pneumáticos envolvendo uma seqüência de vários movimentos exige uma atenção maior para o processamento pois poderão evidenciar a ocorrência de contra-sinais.

O esquema eletro pneumático para este comando poderá ser solucionado de duas maneiras:

- 2.1 Método experimental (Intuitivo)
- 2.2 Métodos sistemáticos

Para o desenvolvimento dos métodos é necessária a organização do problema a resolver.

2.1 Método intuitivo

Chamamos de Método Intuitivo aquele onde o projetista elabora um circuito sem seguir uma determinada regra e sim uma ordenação própria, utilizando a sua intuição.

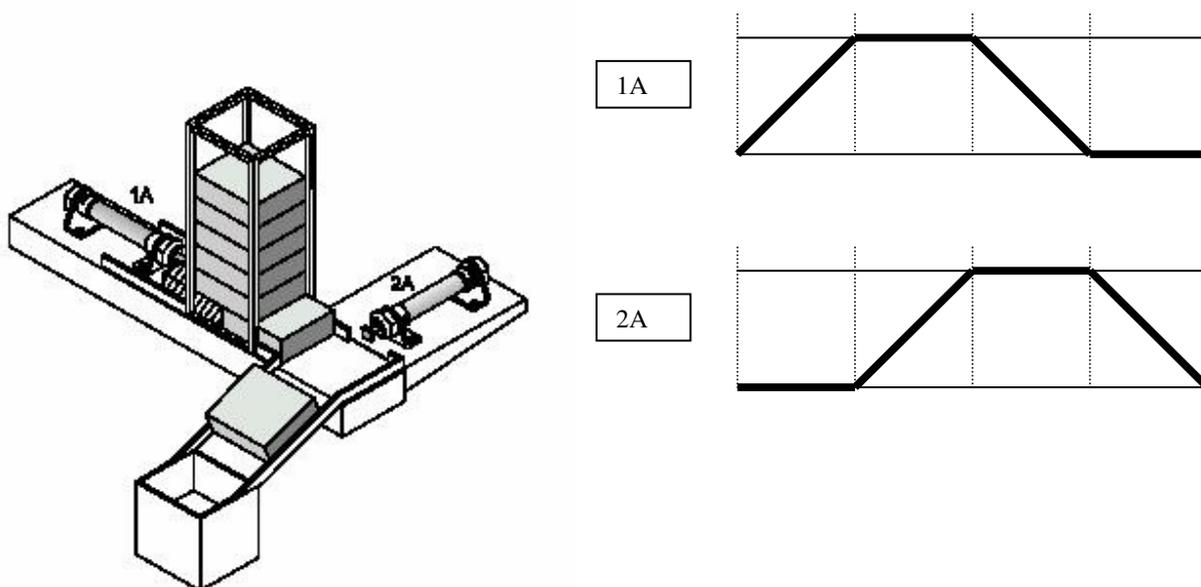
Os circuitos projetados a partir deste método podem apresentar diversas soluções para um mesmo problema, tendo em vista que as pessoas pensam de forma diferente, sendo mais indicado para circuitos que utilizem apenas um atuador ou circuitos com seqüências diretas.

Entende-se por seqüenciais diretas aquelas que não tem repetição e atuadores tipo:

1A+ / 1A- / 2A+ / 2A-

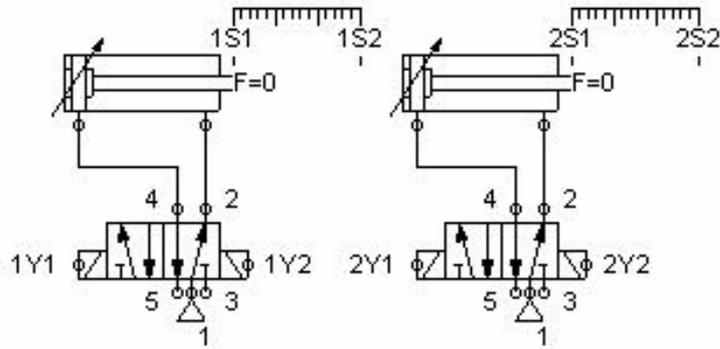
Um encaminhamento que auxilia a busca da solução pode ser observado no seguinte exemplo:

No dispositivo abaixo peças são enviadas para processamento obedecendo a seguinte seqüência de movimentos:

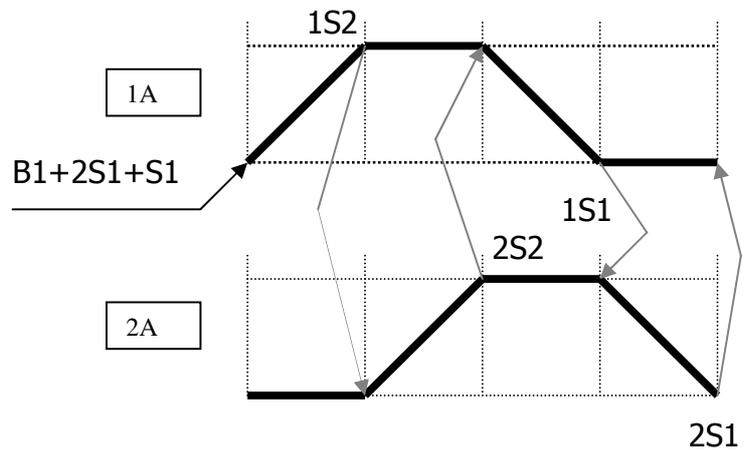
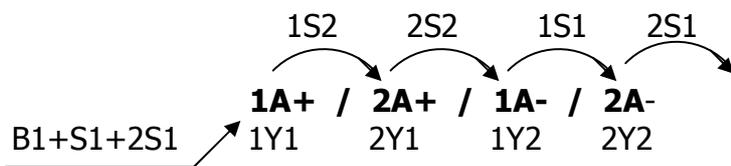


Solução:

1º Desenhe o circuito pneumático com atuadores, Válvulas e fins de curso

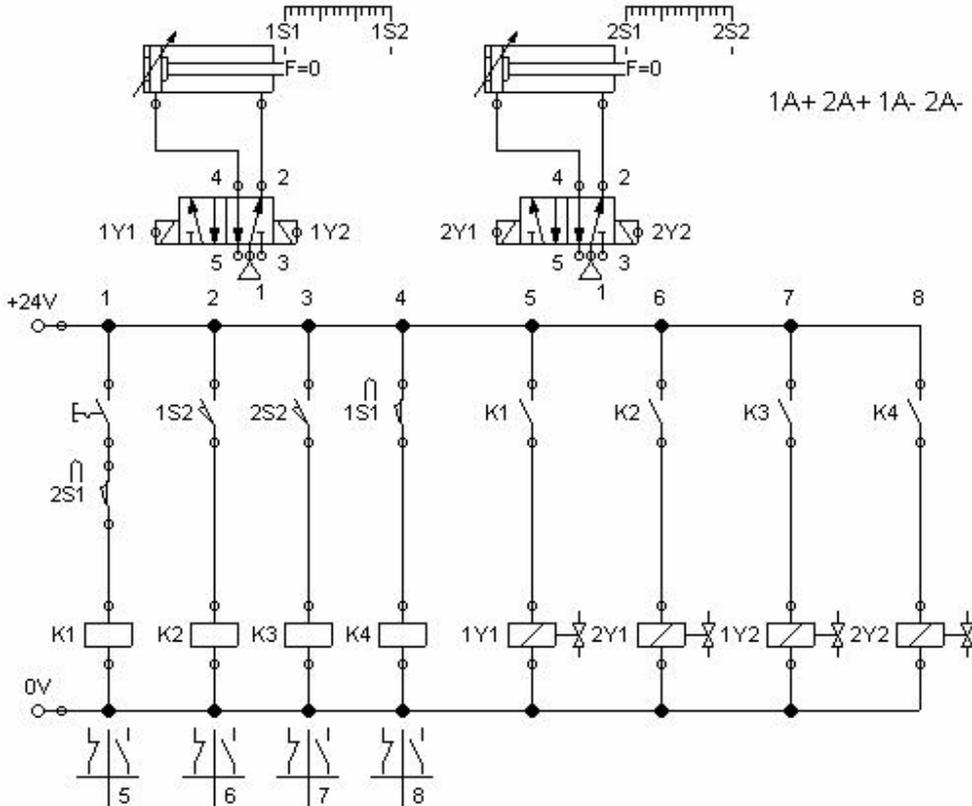


2º Escrever a seqüência acompanhada dos elementos que deverão acionar os movimentos seqüenciais:

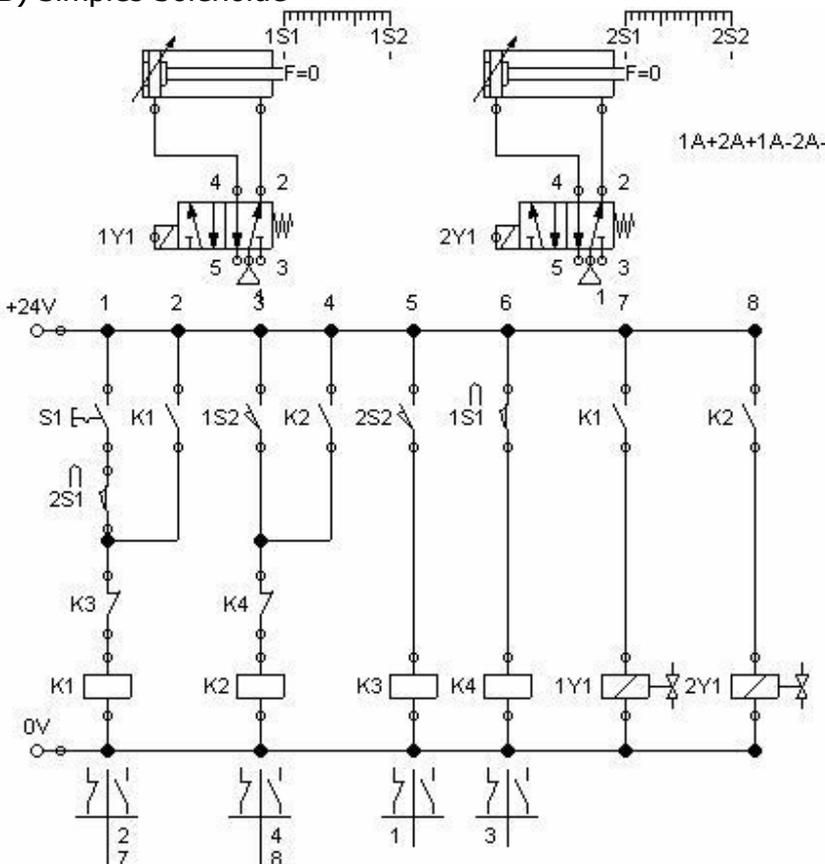


3º Com base nas informações fornecidas pelo diagrama, desenhe o esquema elétrico

A) Duplo Solenoide

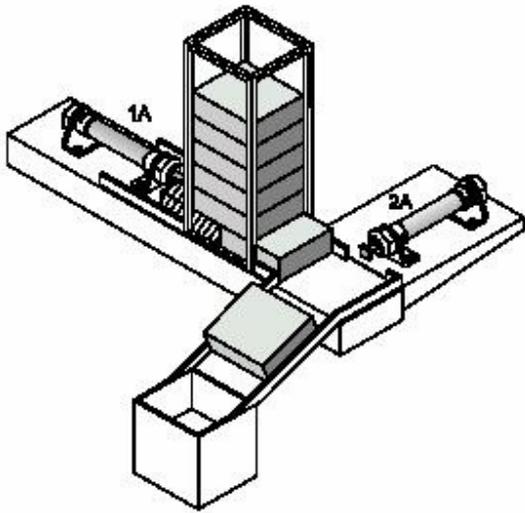


B) Simples Solenoide

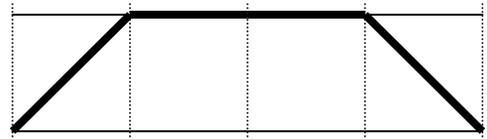


Utilizando o mesmo exemplo, mas alterando a seqüência, poderão ocorrer problemas de superposição de sinais, que deverão ser estudados pelo o projetista e propor uma solução que atenda as exigências dessa nova seqüência de movimentos.

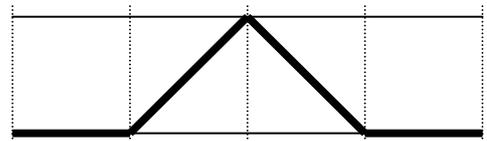
No dispositivo abaixo peças são enviadas para processamento obedecendo a seguinte seqüência de movimentos:



1A

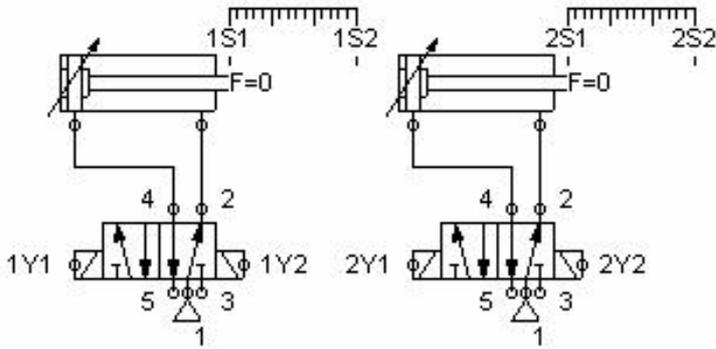


2A

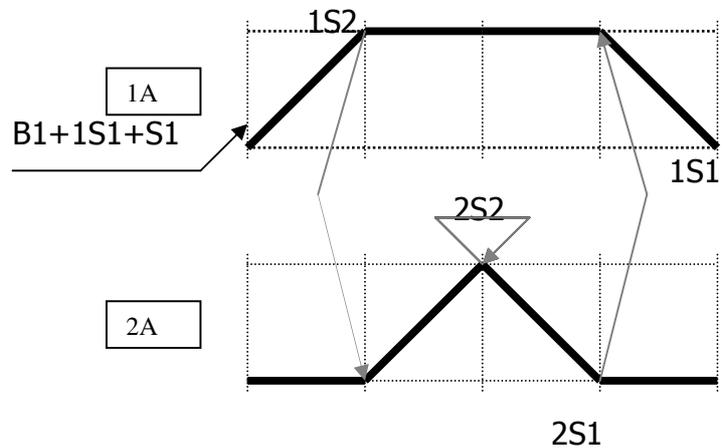
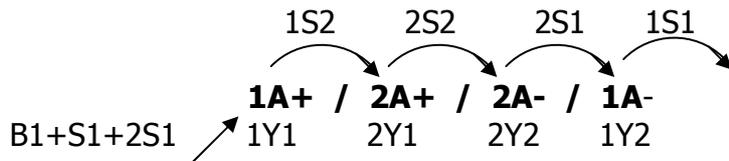


Solução:

1º Desenhe o circuito pneumático com atuadores, Válvulas e fins de curso



2º Escrever a seqüência acompanhada dos elementos que deverão acionar os movimentos seqüenciais:



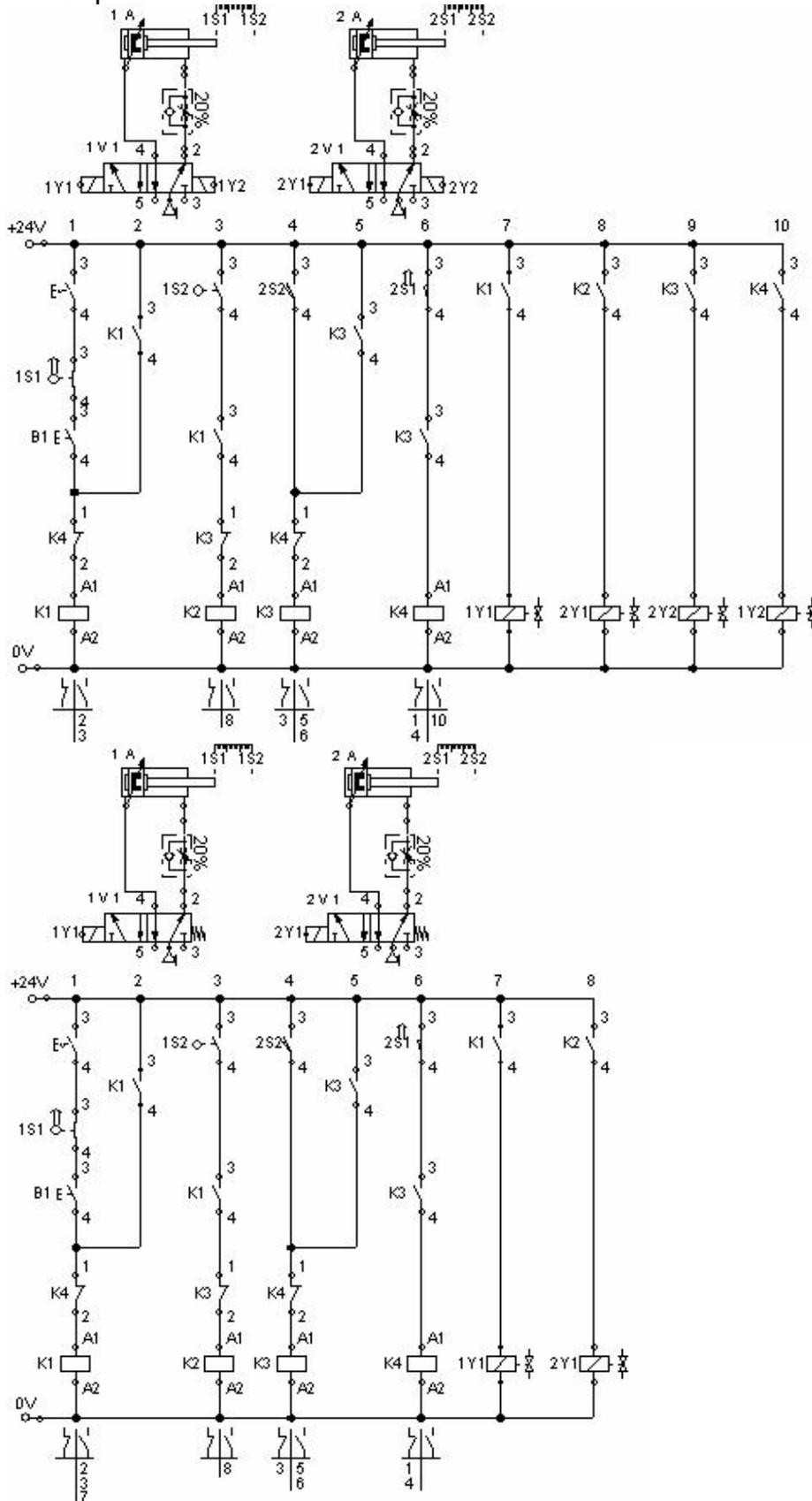
Observe que as válvulas direcionais 1V1 e 2V1 ficarão com sinais sobrepostos em determinados instantes durante a seqüência:

1º sobreposição: No início do ciclo a haste do cilindro 1A está acionando o rolete 1S1, que energiza o solenóide 1Y1 para avanço, mas observe que o solenóide 1Y2 está energizado pela ação do rolete 2S1 pois, nesse momento, a haste do cilindro 2A também está recuada.

2º sobreposição: Na seqüência a haste do cilindro 1A está avançada, acionando o rolete 1S2, energizando o solenóide 2Y1 para avanço da haste do cilindro 2ª, mas esta ao atingir a posição final dianteira aciona, ao mesmo tempo o rolete 2S2, que o faria recuar, pela ação do solenóide 2Y2

Pode-se elaborar intuitivamente a solução neutralizando essa ocorrência de sobreposição de sinais, para tanto desenhamos o circuito elétrico e através de artifícios procuramos ir eliminando tais situações, utilizando a lógica de relés e tentativas sucessivas.

Sol. Duplo solenoide



2.2. MÉTODOS SISTEMÁTICOS

2.2.1. MÉTODO SEQUÊNCIA MÁXIMA

Este método é indicado para resolver seqüências indiretas, podendo somente ser utilizado em circuitos com válvulas duplo solenóide.

Vamos tomar como exemplo a mesma seqüência do exercício anterior

Procedimento

1º) Escreva a seqüência de movimentos e divida-a em grupos

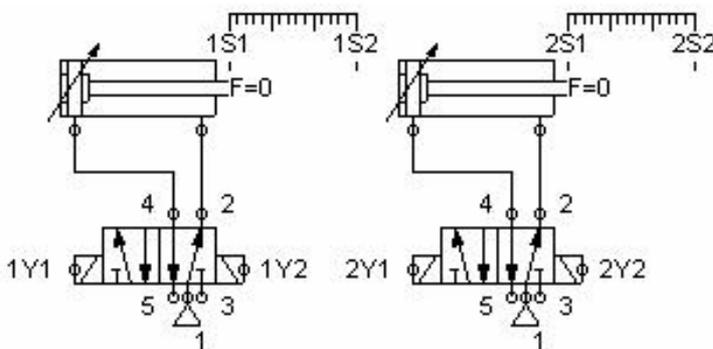
Cada movimento representa um grupo;

Exemplo:

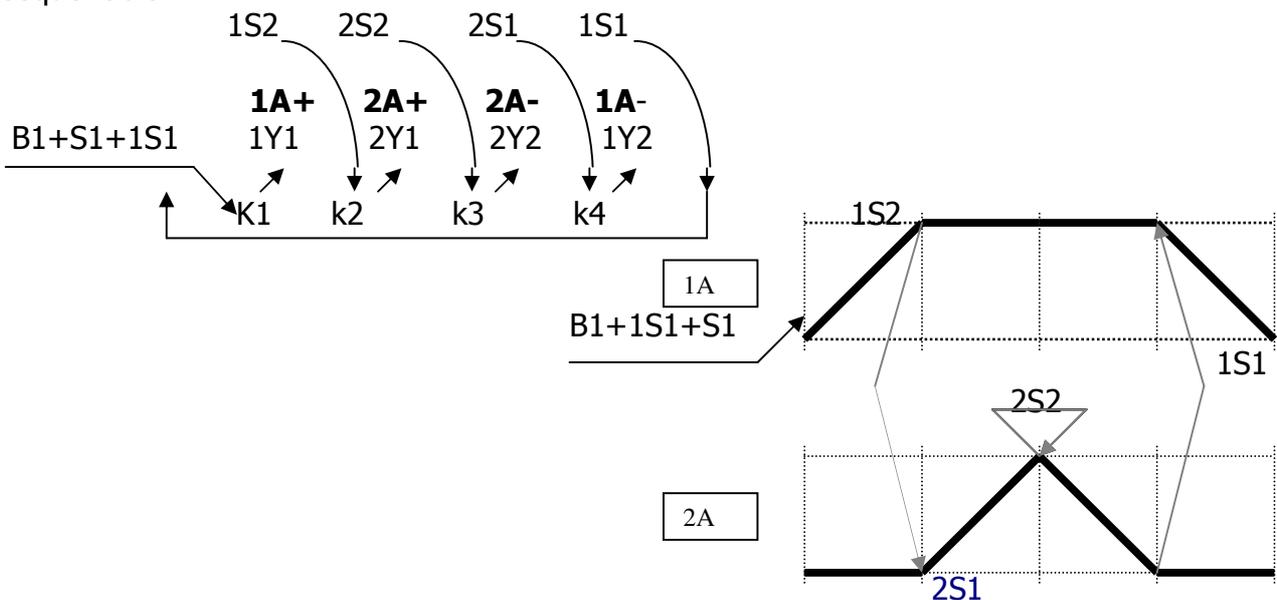
1A+	2A+	2A-	1A-
-----	-----	-----	-----

Nº MEMÓRIAS = Nº GRUPOS

2º) Desenhe o circuito pneumático com atuadores, Válvulas e fins de curso



3º) Escrever a seqüência acompanhada dos elementos que deverão acionar os movimentos seqüenciais:



2.2.2. MÉTODO CADEIA ESTACIONÁRIA

Este método é o mais indicado para resolver seqüências indiretas, podendo ser utilizado em circuitos com válvulas tipo duplo e simples solenóide.

Vamos tomar como exemplo a mesma seqüência do exercício anterior

Procedimento

1º) Escreva a seqüência de movimentos e divida-a em grupos

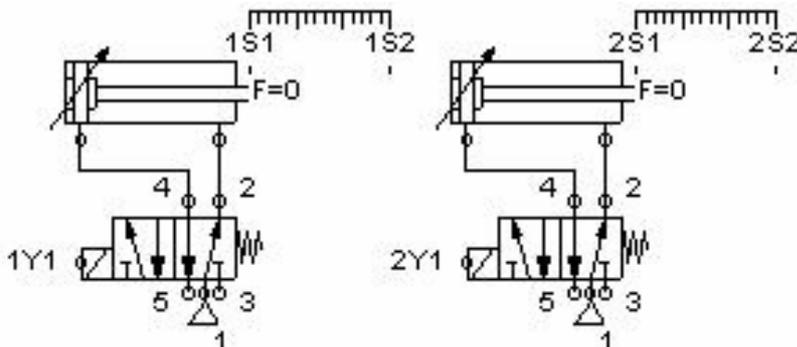
Cada movimento representa um grupo;

Exemplo:

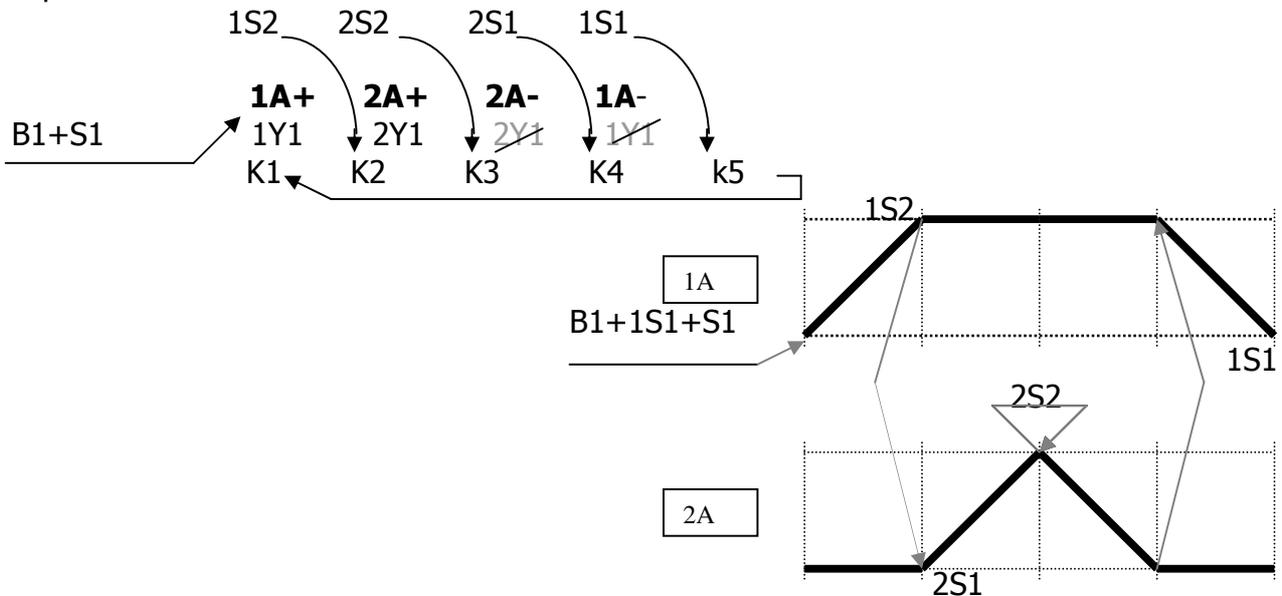
1A+	2A+	2A-	1A-
-----	-----	-----	-----

$N^{\circ} \text{ MEMORIAS} = N^{\circ} \text{ GRUPOS} + 1$

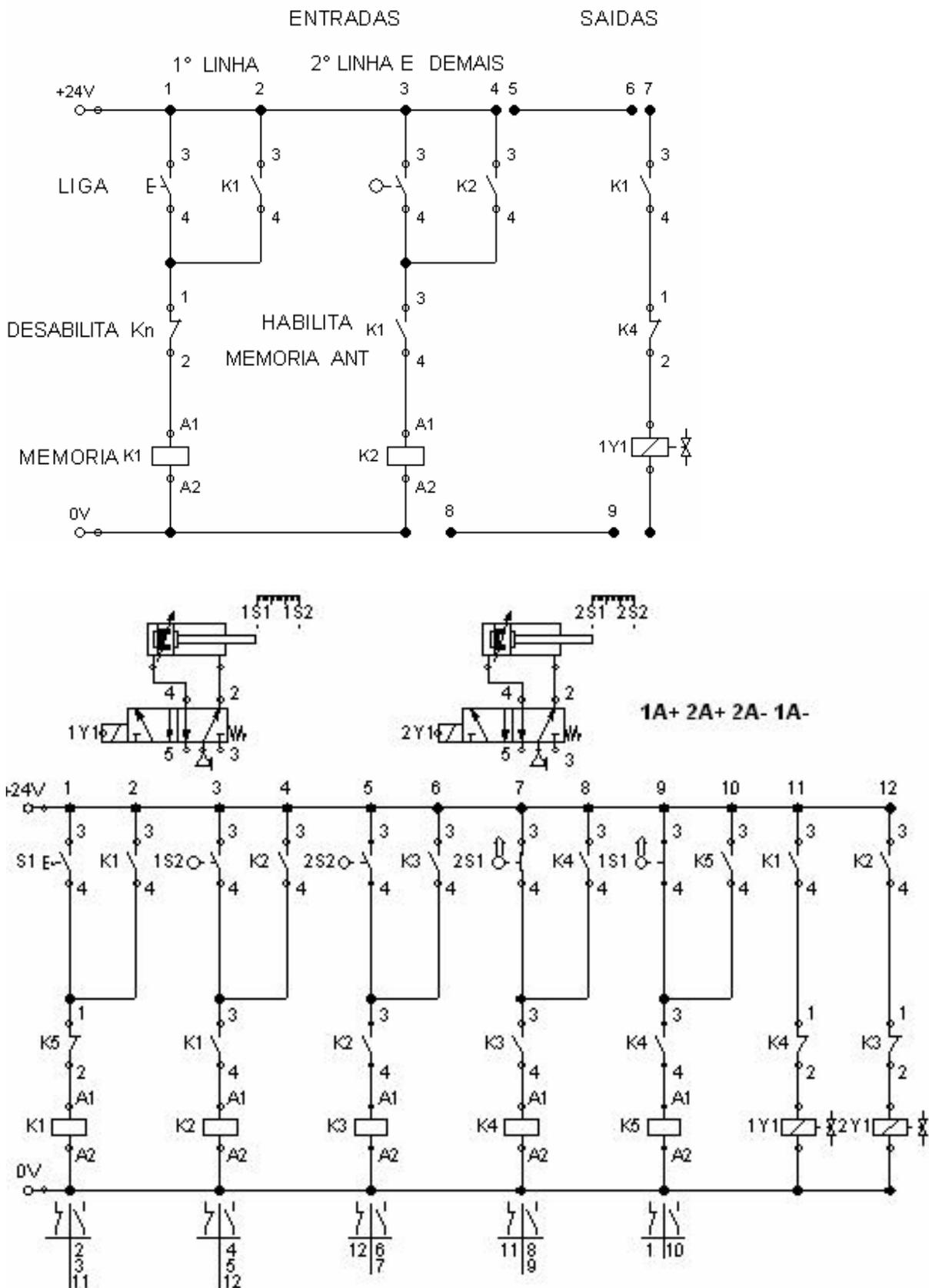
2º) Desenhe o circuito pneumático com atuadores, Válvulas e fins de curso



3º) Escrever a seqüência acompanhada dos elementos que deverão acionar os movimentos seqüenciais:



4º) Com base nas informações obtidas no diagrama desenhe o esquema elétrico seguindo a seguinte estrutura básica do método cadeia estacionária:



3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP's) são equipamentos eletrônicos de última geração utilizados em sistemas de automação flexível. Permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento de saídas em função das entradas. Desta forma, pode-se utilizar inúmeros pontos de entrada do sinal para controlar os pontos de saída.

Segundo a ABNT (*Associação Brasileira de Normas Técnicas*), é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais

Segundo a NEMA (*National Manufactures Association*) é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável que armazena internamente instruções e implementa funções específicas, tais como lógica, seqüência, temporização, contagem e aritmética, controlando por meio de módulos de entradas e saídas vários tipos de máquinas ou processos.

As vantagens dos controladores lógico programáveis em relação a outros sistemas convencionais são:

- Ocupam menos espaço;
- Requerem menor potência elétrica;
- São reutilizáveis;
- São programáveis permitindo alterar parâmetros de controle;
- Tem maior confiabilidade;
- Facilidade de manutenção;
- Oferece maior flexibilidade;
- Permitem interface de comunicação com outros CLP's e computadores;
- Permitem maior rapidez na elaboração do projeto.

O CLP é composto de módulos de entradas digitais ou analógicas. As entradas digitais são agrupadas em conjuntos de 8 ou 16 (cada uma delas é um **bit**) de forma que a unidade central de processamento pode tratar as informações como **bytes** ou **words**.

As entradas analógicas têm seu valor convertido para binário para que a CPU possa considerá-las e tratá-las. Alógica a que são submetidas as entradas para gerar as saídas é programada pelo usuário do sistema.

As saídas também podem ser digitais ou analógicas. A exemplo das entradas, as saídas digitais são tratadas em conjunto de 8 ou 16, e as analógicas são resultados da conversão de um valor digital gerado pela CPU.

A lógica desenvolvida pelo CLP com os sinais de entrada para acionar suas saídas é programável. É possível desenvolver lógicas combinatórias, lógicas seqüenciais e também uma composição das duas.

Como o CLP veio substituir elementos/componentes eletroeletrônicos de acionamento, a linguagem utilizada na sua programação é similar à linguagem de diagramas lógicos de acionamento desenvolvida por eletrotécnicos, técnicos, eletricitas ou profissionais da área de controle.

Uma das vantagens dos modernos CLP's é a sua capacidade de expansão, podendo acoplar vários módulos, aumentando substancialmente a capacidade de entradas e saídas para controle.

Cada fabricante adota nomenclatura própria para as entradas e saídas e seus símbolos são similares. No caso do CLP MITSUBISHI devemos utilizar alguns códigos específicos.

Os CLP's MITSUBISHI são fabricados em várias séries, sendo a série FX com modelos expansíveis e não expansíveis.

As entradas serão tratadas com a nomenclatura X e as saídas Y, os números de identificação são octais, não existem os números 8 e 9.

Ex.:

ENTRADAS

X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17

SAÍDAS

Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17

O CLP possui sistema de ligação PNP e NPN opcional, embora o mais utilizado no Brasil seja o PNP, também denominado positivo, onde o comum de ligação é 24 VCC.

Na programação através do computador é necessária a instalação de um conversor RS-422 para RS-322 acoplado a COM 1 ou COM 2. Pode-se ainda utilizar de uma IHM (interface Homem/máquina) para alterar a programação diretamente no sistema de controle.

O software utilizado é o GX Developer trabalhando no ambiente Windows, e os modos de programação mais comuns são:

- LADDER onde o método empregado é o de um diagrama de Relés horizontal onde são inseridos os símbolos das entradas, saídas, contatos e respectivas identificações linha a linha.
- LISTA DE INSTRUÇÕES permite ao programador atribuir nomes mnemônicos que são instruções de comando para que a CPU execute.

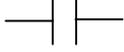
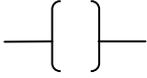
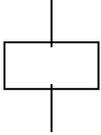
Após ter sido elaborado o programa este precisa ser transferido para o CLP gravando na sua memória, sendo que a operação inversa também é possível de ser feita.

3.1. CODIGOS DE IDENTIFICAÇÃO

Códigos de Identificação utilizados pelo CLP MITSUBISHI

COD.	DESCRIÇÃO
X	ENTRADA OCTAL
Y	SAIDA
M	MEMORIA AUXILIAR
T	TEMPORIZADOR
C	CONTADOR
D	REGISTRADOR DE DADOS
S	RELÉ
P	PONTEIROS
I	INTERRUPÇÕES (I0 A I5)
V,Z	INDEXADORES
K,H	CONSTANTES (K- DECIMAL) (H- HEXADECIMAL)

3.2. SÍMBOLOS DIAGRAMA LADDER E SUA EQUIVALÊNCIA ELÉTRICA

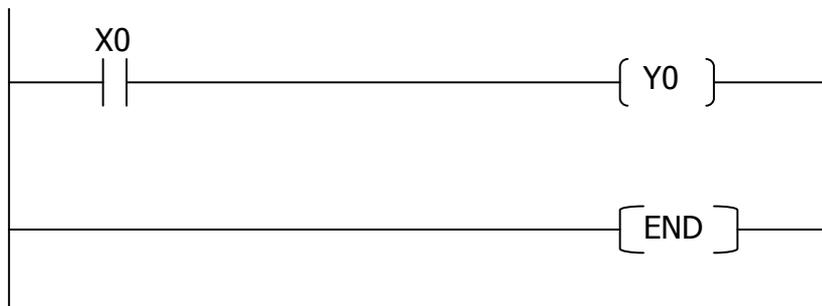
SÍMBOLO LADDER	EQUIVALÊNCIA ELÉTRICA
	 <p data-bbox="1007 546 1220 584">Contato Aberto</p>
	 <p data-bbox="983 808 1220 846">Contato Fechado</p>
	 <p data-bbox="983 999 1062 1037">Saída</p>
	<p data-bbox="807 1227 1090 1265">Função ou comando</p>

3.3. COMANDOS DE PROGRAMAÇÃO

COMANDOS BÁSICOS

Instrução **LD** - **LoaD**

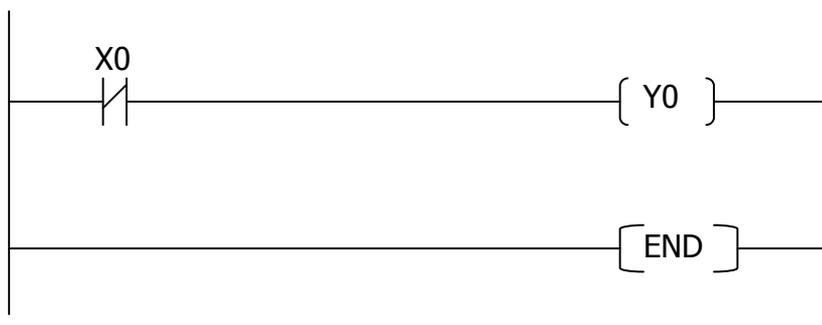
A instrução LD é um contato normalmente aberto. Ela sempre aparece como o primeiro contato na linha do programa. No diagrama Ladder ela é representada pelo primeiro contato do lado esquerdo do bus e é o sinal de entrada inicial necessário para processar uma linha de programa. Se a instrução LD não for verdadeira o programa não será processado.



O programa do exemplo, quando em funcionamento, mostra que a saída Y0 é não ativada até que a entrada X0 tenha sido ligada. Observar que a função END é obrigatória para informar o fim do programa.

Instrução **LDI** - **LoaD Inverse**

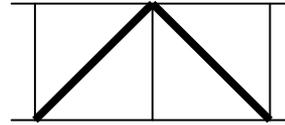
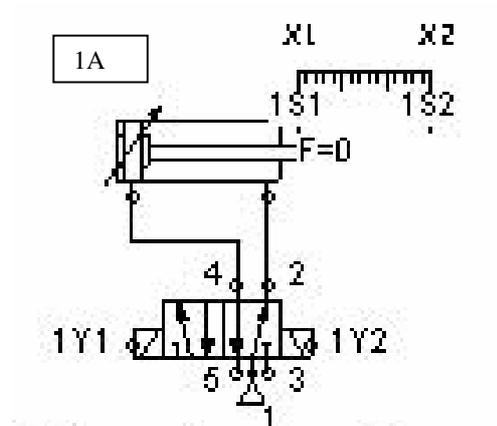
A instrução LDI é um contato normalmente fechado. Ela sempre aparece como o primeiro contato na linha de programa. No diagrama Ladder ela é representada pelo primeiro contato do lado esquerdo do bus e é o sinal de entrada inicial necessário para processar uma linha de programa. Se a instrução LDI não for verdadeira o programa não será processado.



O programa do exemplo, quando em funcionamento, mostra que a saída Y0 permanece ativada enquanto a entrada X0 estiver desligada. Observar que a função END é obrigatória para informar o fim do programa.

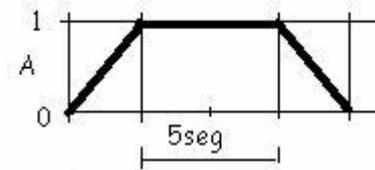
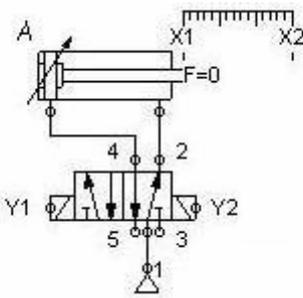
Ex 1: Elaborar o programa Ladder para acionamento circuito eletropneumatico que cumpra os movimentos propostos no diagrama Trajeto e Passo representado abaixo:

-Start por Botão Pulsador (X0)



Ex.3 Elaborar o diagrama LADDER para o circuito eletropneumático ao lado, que cumpra o diagrama de tempos e obedeça as seguintes condições:

- Acionamento por botão c/trava (X0)
- Manter a haste avançada por 5 seg.



Bibliografia

Introdução aos Sistemas Eletropneumaticos – FESTO/DIDACTIC 1998

Tecnologia Eletropneumatica Industrial – Parker Training 2002