

BANCADA PARA TREINAMENTO DE HIDRÁULICA E ELETROHIDRÁULICA

Modelo: ALL-BHE01



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. DESCRIÇÃO	5
2. CARACTERÍSTICAS DA BANCADA.....	6
2.1. INFORMAÇÕES ADICIONAIS.....	7
3. CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO	7
4. CILINDRO E UNIDADES DE BOMBEAMENTO.....	8
4.1. UNIDADE DE BOMBEAMENTO HIDRÁULICO	8
4.2. MOTOR DE INDUÇÃO DE FASE ÚNICA.....	9
4.3. MANGUEIRAS 3/8'' ENGATE RÁPIDO.....	9
4.4. CILINDRO DE DUPLA AÇÃO.	10
4.5. MOTOR HIDRÁULICO BIDIRECIONAL.....	11
4.6. ACUMULADOR HIDRÁULICO.....	11
5. COMPONENTES ELÉTRICOS.....	12
5.1. PAINEL ELÉTRICO.....	12
5.2. MODULO FONTE DE ALIMENTAÇÃO.....	12
5.3. DISTRIBUIDOR ELÉTRICO.....	13
5.4. CONTATOES COM 3 E 2 CONTATOS.....	14
5.5. RELÉS TEMPORIZADORES.....	15
5.6. BOTÃO DE COMANDO PULSADOR.....	16
5.7. BOTÃO DE COMANDO COM TRAVA.....	17
5.8. MICRORRUPTORES FIM DE CURSO.....	18
5.9. SENsoRES DE APROXIMIDADE CAPACITIVO/INDUTIVO/ÓPTICO.....	19
6. ELETROVÁLVULAS HIDRÁULICAS.....	20
6.1. VÁLVULA DIRECIONAL 4/2 VIAS SIMPLES SOLENOIDE.....	20
6.2. VÁLVULA DIRECIONAL 4/2 VIAS DUPLA SOLENOIDE.....	21
6.3. VÁLVULAS DIRECIONAIS 4/3 VIAS, CENTRO ABERTO NEGATIVO.	21
6.4. VÁLVULAS DIRECIONAIS 4/3 VIAS, CENTRO ABERTO NEGATIVO.	22
6.5. VÁLVULAS DIRECIONAIS 4/3 VIAS, CENTRO ABERTO NEGATIVO.	22
6.6. VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO.	23

7. TEORIA.....	32
7.1. INTRODUÇÃO	33
7.2. CONCEITOS BÁSICOS.....	33
7.2.1. FORÇA.....	34
7.2.2. RESISTÊNCIA	34
7.2.3. O ATRITO COMO RESISTÊNCIA	34
7.2.4. A INÉRCIA COMO RESISTÊNCIA.....	34
7.2.5. ENERGIA	35
7.2.6. A INÉRCIA COMO ENERGIA.....	35
7.3. LEI DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.....	36
7.4. O ESTADO DE ALTERAÇÃO DE ENERGIA	37
7.5. POTÊNCIA.....	39
7.6. DEFINIÇÃO DE PRESSÃO	39
7.7. LEI DE PASCAL.....	39
8. TRANSMISSÃO HIDRÁULICA DE FORÇA E ENERGIA.....	40
8.1. LÍQUIDOS	41
8.2. ENERGIA MOLECULAR.....	41
8.2.1. OS LÍQUIDOS ASSUMEM QUALQUER FORMA	42
8.2.2. OS LÍQUIDOS SÃO RELATIVAMENTE INCOMPRESSÍVEIS	42
8.2.3. TRANSMISSÃO DE FORÇA.....	42
8.2.4. FORÇA TRANSMITIDA ATRAVÉS DE UM SÓLIDO	42
8.2.5. FORÇA TRANSMITIDA ATRAVÉS DE UM LÍQUIDO	43
8.3. MANÔMETRO.....	43
8.4. MANÔMETRO DE BOURDON	44
8.4.1. FUNCIONAMENTO	44
8.5. MANÔMETRO DE NÚCLEO MÓVEL	44
8.5.1. FUNCIONAMENTO	45
8.6. VISCOSIDADE.....	45

8.7.	EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A VISCOSIDADE.....	45
8.8.	VISCOSIDADE GERA CALOR.....	46
8.9.	VELOCIDADE X VAZÃO	47
8.10.	ATRITO GERA CALOR	48
8.11.	MUDANÇA NA DIREÇÃO DO FLUIDO GERA CALOR	48
8.12.	DIFERENCIAL DE PRESSÃO	49
9.	EXERCÍCIOS.....	50

1. INTRODUÇÃO

A Bancada de hidráulica e eletrohidráulica se constituem em uma plataforma autônoma projetada para realizar estudos e experimentos no referido segmento. As características construtivas de alta qualidade e excelente acabamento possibilitam aos professores e alunos realizarem diversos ensaios elétricos e hidráulicos durante as aulas de laboratório. A bancada se dispõe de conexões rápidas, seguras e eficientes para uma aula dinâmica e eficaz.

1.1. DESCRIÇÃO

A linha de Bancadas Didáticas Allerbest, foi desenvolvida com alta tecnologia, visando às necessidades das Escolas Tecnológicas, Instituições de Ensino Profissional e Faculdades, e com o objetivo de auxiliar no Ensino, Treinamento, Desenvolvimento e Formação de Profissionais. Com o objetivo de facilitar o manuseio e aperfeiçoar o tempo de aulas práticas, as bancadas e módulos didáticos foram desenvolvidos em sistemas flexíveis, permitindo a montagem e a troca rápida dos componentes, em sistema de encaixe inteligente.

2. CARACTERÍSTICAS DA BANCADA

Bancada didática para ensino de pneumática com estrutura construída em alumínio (perfil de 40x40mm), apoiada sobre 04 rodízios giratórios reforçados com trava, bastidor superior em aço com pintura eletrostática (tratamento anticorrosivo), acondicionamento dos módulos eletroeletrônicos, painel de alumínio (para a fixação, sem o auxílio de ferramentas, dos componentes pneumáticos e eletropneumáticos) de 1100x350mm dupla face com possibilidade de trabalhar nos 2 lados da bancada e bandeja em MDF para apoio dos componentes a serem utilizados, possuindo gaveteiro móvel em aço para armazenamento dos componentes, com 3 gavetas de deslizamento sobre rolamento.

Dimensões da bancada: 1200x700x1800mm (CxLxA);

Dimensões dos painéis perfilados: 1100x350mm (CxL);



O gaveteiro é confeccionado em aço com tratamento anticorrosivo e pintura eletrostática para armazenamento e organização dos componentes pneumáticos e elétricos. Possui 03 gavetas com deslizamento sobre rolamentos com fechadura de segurança. Para manuseio, o mesmo possui 04 rodízios giratórios. Cor: cinza.



Dimensões do gaveteiro: 500x500x600mm (AxCxL);

2.1. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

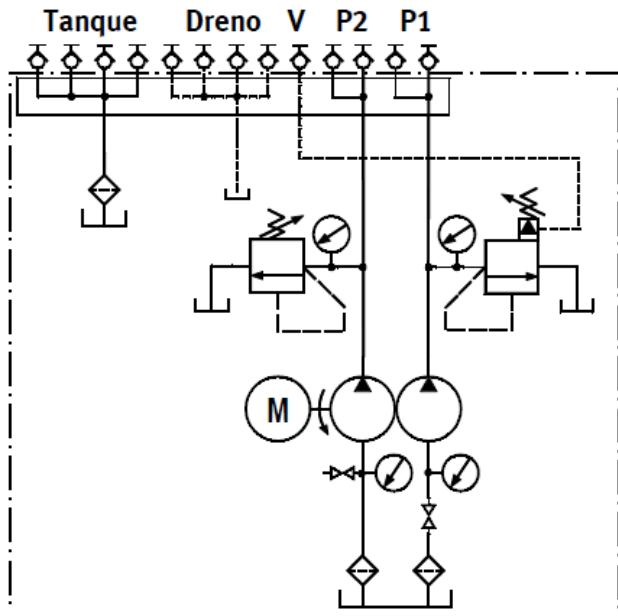
- Os componentes de hidráulicos são montados sobre base especial, com conexões de engate rápido para mangueira de 4 mm e saída para frente.
- Os componentes possuem dispositivos de fixação rápida sobre o painel sem auxílio de ferramentas, etiquetas de identificação com os dados técnicos e respectiva simbologia na conexão, quando necessário.
- Os cilindros possuem came de aço montado por rosca na ponta da haste para acionamento de válvulas de atuação mecânica ou chaves fim-de-curso;
- Os componentes elétricos possuem bornes de ligação e os cabos elétricos equipados com pinos banana de 4mm, tensão de alimentação de 24Vdc;
- Todas as válvulas acionadas por solenoide possuem LED's indicadores de operação;

3. CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO

- Mantenha a bancada didática e todos os seus componentes sempre limpos.
- A limpeza pode ser efetuada com um pano, ou uma estopa.
- Não é aconselhável a utilização de produtos químicos de limpeza, pois os mesmos podem acarretar a anodização dos perfis de alumínio bem como a pintura dos componentes pneumáticos e eletroeletrônicos do painel.
- Fixe ao painel somente os componentes a serem utilizados na realização do ensaio, mantendo os demais devidamente acondicionados no gaveteiro.
- Mantenha a pressão do ar comprimido ajustada entre 4 e 8 bar.

4. CILINDRO E UNIDADES DE BOMBEAMENTO.

4.1. UNIDADE DE BOMBEAMENTO HIDRÁULICO.



Dados Técnicos:

- Pressão Nominal: 10 Mpa.
- Fluxo Avaliado: 11 L/min.
- Volume do Tanque: 60 L.
- Pressão de Trabalho: 10 Mpa.
- Potencia Nominal: 2,2 Kw.
- Peso: 88 Kg.

4.2. MOTOR DE INDUÇÃO DE FASE ÚNICA.

Modelo: YL100L2 – 4.

Tensão: 220 V.

Potência: 3 Kw.

Corrente de Partida: 18.4 A.

RPM: 1710 Rpm.

Frequência: 60 Hz.

Cos Ø: 0.95.

4.3. MANGUEIRAS 3/8'' ENGATE RÁPIDO.

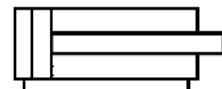
- Trabalhar até a pressão máxima de 3000 PSI.
- As mangueiras hidráulicas têm bitolas de 3/8" e atendem as normas SAE 100R1AT, DIN 20022-1SN, EN 853-1SN E ISO 1436-1 TIPO 1SN.
- Tubo interno da mangueira é de borracha sintética, possui reforço de um trançado de fios de aço de alta resistência e cobertura de borracha sintética de alta



resistência a abrasão, capacidade de trabalhar até a pressão máxima de 3000 PSI.

- 10 Mangueiras de 600mm;
- 10 Mangueiras de 1000mm;
- 10 Mangueiras de 1200mm;

4.4. CILINDRO DE DUPLA AÇÃO.



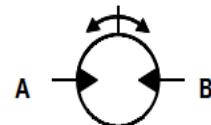
Dados Técnicos.

- Modelo HOB40/28X200-B
- Pressão máxima de trabalho: 10 Bar.
- Camisa de aço e haste microroletada.
- Embolo magnético para detecção por sensores sem contato físico.
- Came de acionamento para fim de curso, montado na ponta da haste.

Dimensões:

- Áreas diferenciais: 1: 1,33
- Camisa de diâmetro: 40mm
- Diâmetro da haste: 8 mm.
- Curso: 200 mm.
- Conexões de engate rápido tipo quick star, para tubos flexíveis com Ø externo de 4mm.

- Montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas.



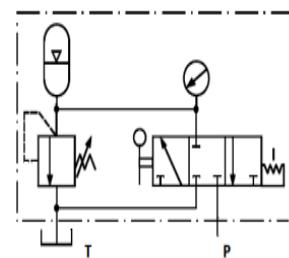
4.5. MOTOR HIDRÁULICO BIDIRECIONAL



Dados Técnicos.

- Um conjunto de transmissão.
- BMR-80P1AIY
- OIL deslocamento 8.1-15cc / ver.
- Pressão máxima de operação: 270 bar.
- Velocidade máxima: 4000 rpm.
- Drenagem externa.
- Conexões de acoplamento rápido anti-drenagem.

4.6. ACUMULADOR HIDRÁULICO.



Dados Técnicos.

- Vedaçāo do tipo acumulador hidráulico preenchido com válvula direcional de gás para controlar o acumulador entrada.
- Manômetro e válvula de alívio de pressão operado diretamente.
- Com sub-placa (40USD).

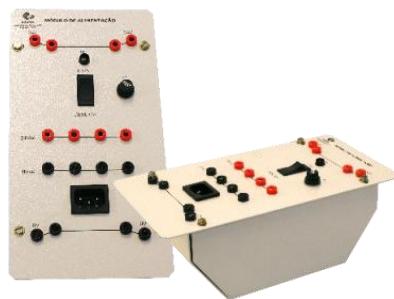
5. COMPONENTES ELÉTRICOS.

5.1. PAINEL ELÉTRICO.

- Proteção contra curto circuito.
- Sobrecarga.
- Contem relé de segurança.
- Dimensionado conforme suas respectivas cargas.
- Disjuntor Diferencial Residual.
- Emergência.
- Chave geral, botão Liga/Desliga.
- Botão reset.
- Sinais com Led.



5.2. MODULO FONTE DE ALIMENTAÇÃO.



Dados Técnicos.

- 24 Vcc/10A com proteção.
- 110/220Vca automática, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4mm.
- montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

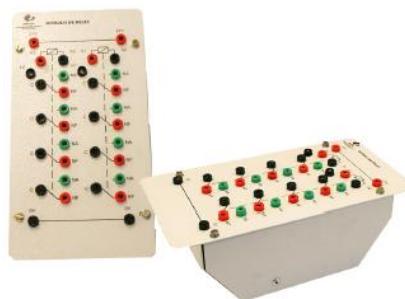
5.3. DISTRIBUIDOR ELÉTRICO.



Dados Técnicos.

- 08 saídas.
- 08 indicadores luminosos.
- 01 sinal sonoro, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4mm.
- montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

5.4. CONTATOES COM 3 E 2 CONTATOS.



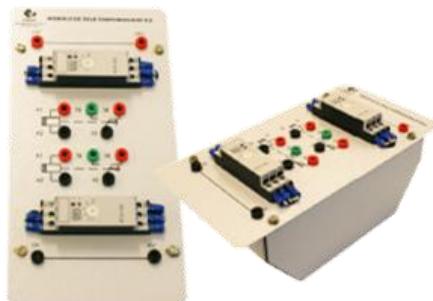
Dados Técnicos.

- 3 contatos NA e 1 NF tensão de 24 Vcc, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4 mm e montados em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

- 2 contatos NA e 2 NF, tensão de 24Vcc, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4mm e montado em base

apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

5.5. RELÉS TEMPORIZADORES.



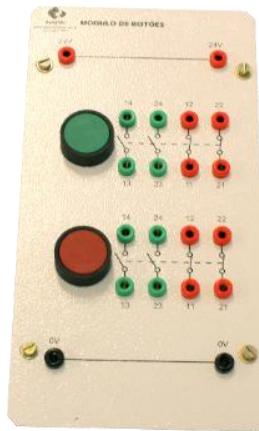
Dados Técnicos.

- 04 Relés temporizador com retardo na energização, com 01 contato comutador, tensão de 24 Vcc, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4 mm e montados em base adequada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

- 04 Relés temporizador com retardo na desenergização, com 01 contato comutador, tensão de 24 Vcc, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4mm e montado em base

apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

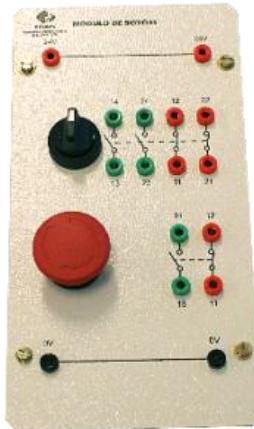
5.6. BOTÃO DE COMANDO PULSADOR.



Dados Técnicos.

- 02 Botões de comando pulsador.
- Contatos NF e 02 contatos NA.
- Bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4 mm, montado em base adequada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

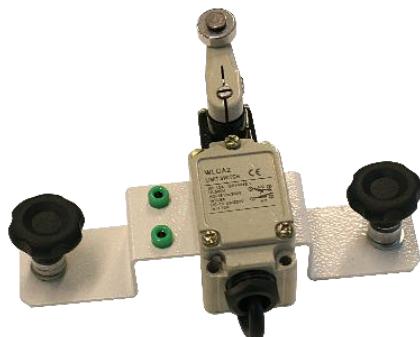
5.7. BOTÃO DE COMANDO COM TRAVA.



- 01 Botões de comando com trava, com 01 contato NF e 01 contato NA, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4 mm, montado em base adequada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

- 01 Botões de emergência com trava vermelho, com 01 contato NF e 01 contato NA, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4 mm, montado em base adequada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

5.8. MICRORRUPTORES FIM DE CURSO.



Dados técnicos.

- 12 Microrruptores fim de curso, com 01 contato comutador, tensão de 24Vcc, acionamento mecânico por rolete, com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4mm e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

5.9. SENSORES DE APROXIMIDADE CAPACITIVO/INDUTIVO/ÓPTICO.

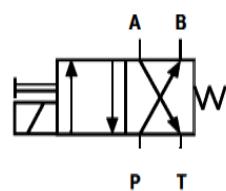


Dados técnicos.

- Sensores de proximidade capacitivo, tensão de 24Vcc, com cabo elétrico montado com pinos do tipo banana de 4mm e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas
- Sensores de proximidade indutivo, tensão de 24Vcc, com cabo elétrico montado com pinos do tipo banana de 4mm e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.
- Sensores de proximidade óptico, tensão de 24Vcc, com cabo elétrico montado com pinos do tipo banana de 4mm e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

6. ELETROVÁLVULAS HIDRÁULICAS.

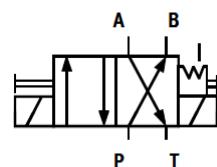
6.1. VÁLVULA DIRECIONAL 4/2 VIAS SIMPLES SOLENOIDE.



Dados técnicos:

- Válvula direcional 4/2 desencadeada por solenóide simples com retorno de mola 024 Vcc.
- Pressão máxima de operação: conexões (A B P) 350 bar.
- Pressão operacional máxima: conexões (T) 210 bar.
- TAXA CAL maxima: 80 l / min.
- Massa: 1750g.
- Solenóide: operado com banho de óleo de 24 VCC com operação do indicador LED, substituição manual alternativa e grau de proteção IP 65.

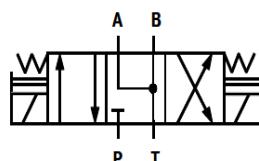
6.2. VÁLVULA DIRECIONAL 4/2 VIAS DUPLA SOLENOIDE.



Dados Técnicos:

- Válvula direcional 4/2 vias duplo solenoide, com conexões de engate rápido face plana com sistema anti-vazamento de 3/8 e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

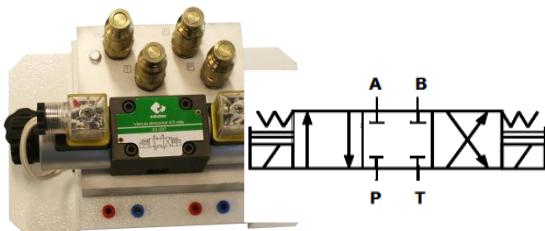
6.3. VÁLVULAS DIRECIONAIS 4/3 VIAS, CENTRO ABERTO NEGATIVO.



Dados Técnicos:

- Válvulas direcionais 4/3 vias, centro aberto negativo, acionamento por duplo solenoide, centrada por molas, com conexões de engate rápido face plana com sistema anti-vazamento de 3/8 e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio, sem a utilização de ferramentas.

6.4. VÁLVULAS DIRECIONAIS 4/3 VIAS, CENTRO ABERTO NEGATIVO.



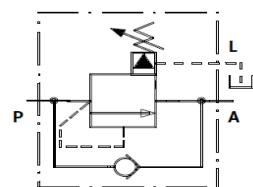
- Válvula direcional 4/3 vias desencadeadas pelo centro fechado de solenoide duplo. Pressão máxima de operação conexões (A B P) 350 bar pressão operacional máxima: conexões (T) 210 bar taxa cal máxima: 80 l / min massa: 1950g solenoide: operado com banho de óleo de 24 VCC com operação do indicador LED, substituição manual alternativa e grau de proteção IP 65.

6.5. VÁLVULAS DIRECIONAIS 4/3 VIAS, CENTRO ABERTO NEGATIVO.



- Válvula direcional de 4/3 vias acionada por uma alavanca com retenção central "A" e "B" anexada ao reservatório e "P" e fechado (CAN) tamanho nominal 6 pressão máxima de operação conexões (A B P) 350 bar pressão operacional máxima: conexões (T) 210 bar TAXA CAL máxima: 60 l min massa: 1400 g.

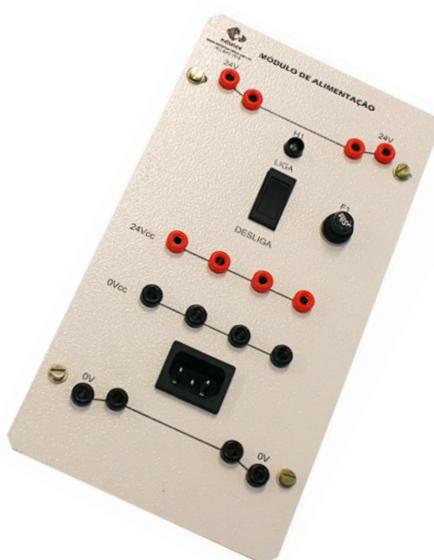
6.6. VÁLVULA DE ALÍVIO DE PRESSÃO.



Dados Técnicos:

- Válvula de alívio de pressão com um bloqueio integrado com dreno externo (sequência) tamanho nominal 10 pressão máxima de operação 315 bar pressão mínima de ajuste 3 bar taxa cal máxima: 150 l / min massa: 2450 g válvula direcional 3/2 vias NF acionada por botão pulsador.

4) Modulo fonte de alimentação.



Dados técnicos:

- Tensão de entrada 110/220 Vac.
- Tensão de saída 24 Vcc.
- Corrente de saída 5 A.
- Proteção contra curto circuito.
- Montada em caixa para acondicionamento no bastidor.
- Possui tomada frontal para alimentação da fonte (cabo incluso).
- Led de indicação de operação.
- Chave liga/desliga.

5) Modulo distribuição.



8 x

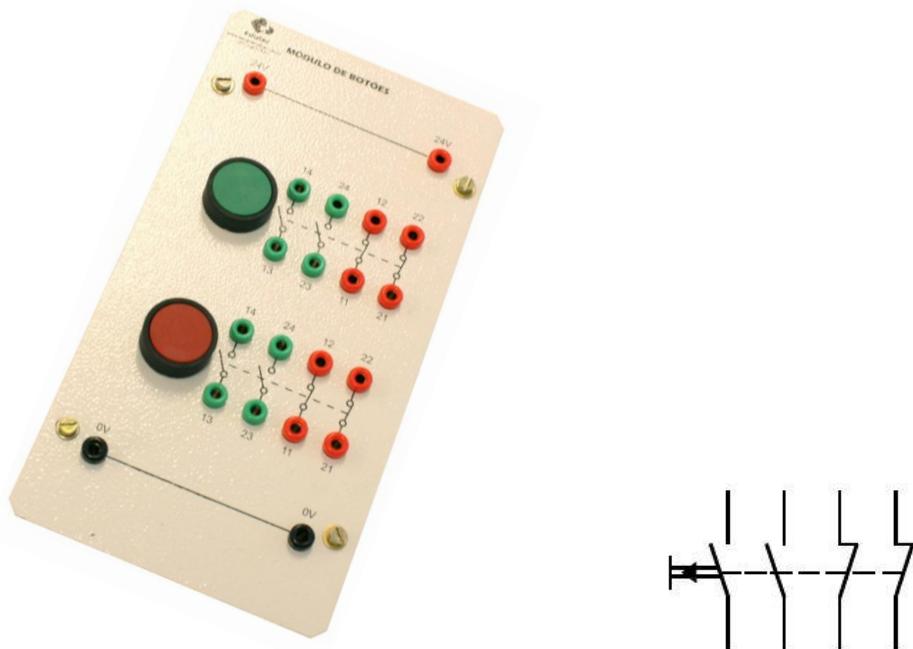


1 x

Dados técnicos:

- 6 bornes para distribuição da linha positiva (bornes vermelhos).
- 6 bornes para distribuição da linha negativa (bornes preto)
- 8 Leds indicadores luminosos tensão de 24 Vcc.
- 1 Indicador sonoro com tensão de 24 Vcc.
- Bornes de ligação de 4 mm.
- Montada em caixa para acondicionamento no bastidor.

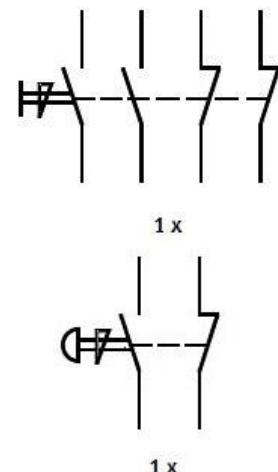
6) Modulo de Botão pulsador.



Dados técnicos:

- 2 Botões pulsadores.
- Reposição por mola.
- Cada botão com 2NA + 2NF.
- Bornes de ligação de 4 mm.
- Montada em caixa para acondicionamento no bastidor.

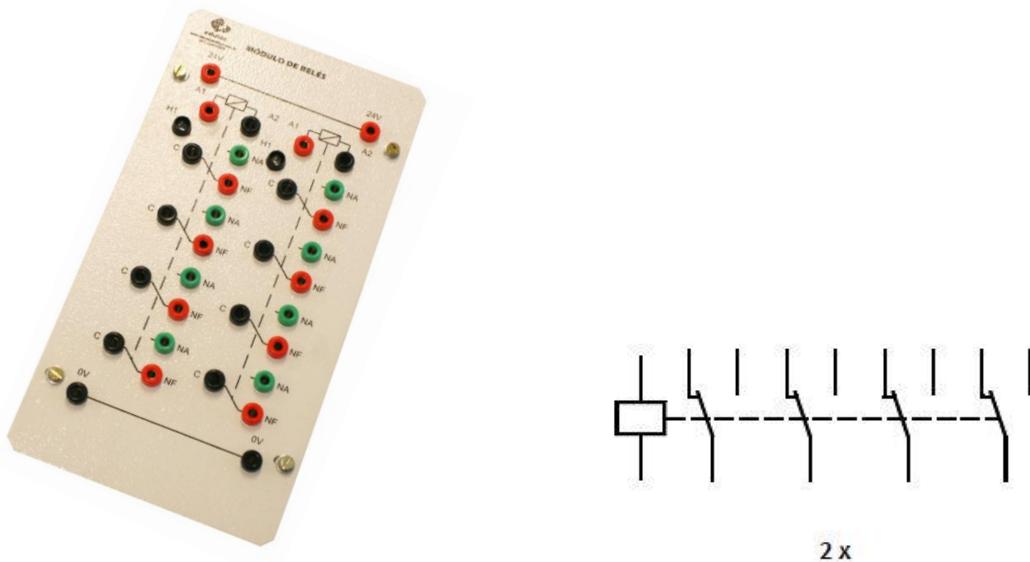
7) Modulo de botão pulsador 2.



Dados técnicos:

- 1 Chave seletora com trava.
- Contatos 2NA + 2NF.
- 1 Botão de emergência com trava.
- Contatos 1NA + 1NF.
- Bornes de ligação de 4mm.
- Montada em caixa para acondicionamento no bastidor.

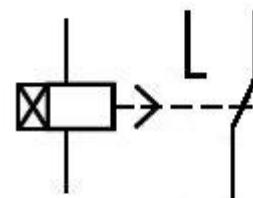
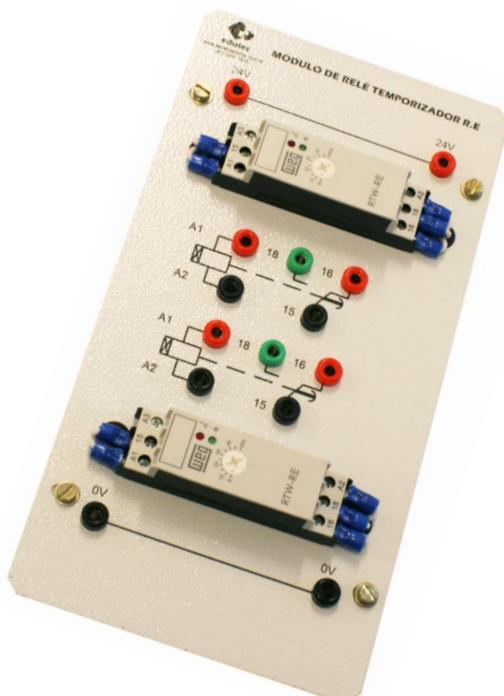
8) Módulo de reles.



Dados técnicos:

- 2 reles auxiliares.
- 4 Contatos cada um.
- Leds indicadores para as bobinas.
- Corrente de 5 A.
- Tensão de alimentação de 24 Vcc.
- Bornes de ligação de 4mm.
- Montada em caixa para acondicionamento no bastidor.

9) Modulo rele temporizador.

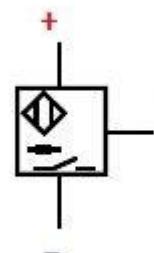


2 x

Dados técnicos:

- 2 reles temporizadores.
- 1 contato reversível 1NAF.
- Faixa de ajuste de 0 a 10 s.
- Corrente de 5 A.
- Tensão de alimentação de 24 Vcc.
- Bornes de ligação de 4mm.
- Montada em caixa para acondicionamento no bastidor.

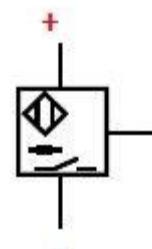
Sensor de proximidade indutivo.



Dados técnicos:

- Sensor indutivo.
- Led indicador de operação.
- Bornes disponíveis:
 - Vermelho – Positivo. (alimentação).
 - Azul – negativo (alimentação).
 - Preto – Sinal de saída positivo.
 - Amarelo – Sinal de saída negativo.
- Tensão de alimentação de 24 Vcc.
- Bornes de ligação de 4mm.
 - Montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas.

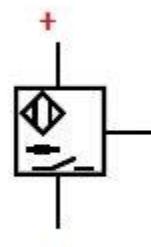
Sensor proximidade capacitivo.



Dados técnicos:

- Sensor capacitivo.
- Led indicador de operação.
- Bornes disponíveis:
 - Vermelho – Positivo. (alimentação).
 - Azul – negativo (alimentação).
 - Preto – Sinal de saída positivo.
 - Amarelo – Sinal de saída negativo.
- Tensão de alimentação de 24 Vcc.
- Bornes de ligação de 4mm.
 - Montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas.

Sensor de proximidade óptico.



Dados técnicos:

- Sensor óptico.
- Led indicador de operação.
- Bornes disponíveis:
 - Vermelho – Positivo. (alimentação).
 - Azul – negativo (alimentação).
 - Preto – Sinal de saída positivo.
 - Amarelo – Sinal de saída negativo.
- Tensão de alimentação de 24 Vcc.
- Bornes de ligação de 4mm.
- Montada sobre base de fixação rápida no tampo do painel, sem o uso de ferramentas.

7. TEORIA

7.1. INTRODUÇÃO

Com a constante evolução tecnológica, tem-se no mercado a intensa necessidade de se desenvolverem técnicas de trabalho que possibilitem ao homem o aprimoramento nos processos produtivos e a busca da qualidade. Para se buscar a otimização de sistemas nos processos industriais, faz-se o uso da junção dos meios de transmissão de energia, sendo estes:

- Mecânica
- Elétrica
- Eletrônica
- Pneumática
- Hidráulica

Experiências têm mostrado que a hidráulica vem se destacando e ganhando espaço como um meio de transmissão de energia nos mais variados segmentos do mercado, sendo a Hidráulica Industrial e Móbil as que apresentam um maior crescimento. Porém, pode-se notar que a hidráulica está presente em todos os setores industriais. Amplas áreas de automatização foram possíveis com a introdução de sistemas hidráulicos para controle de movimentos.

Para um conhecimento detalhado e estudo da energia hidráulica vamos inicialmente entender o termo Hidráulica. O termo Hidráulica derivou-se da raiz grega Hidro, que tem o significado de água, por essa razão entendem-se por Hidráulica todas as leis e comportamentos relativos à água ou outro fluido, ou seja, Hidráulica é o estudo das características e uso dos fluidos sob pressão.

7.2. CONCEITOS BÁSICOS.

Para compreendermos a hidráulica e suas aplicações, se faz necessário o conhecimento básico de conceitos físicos.

7.2.1. FORÇA

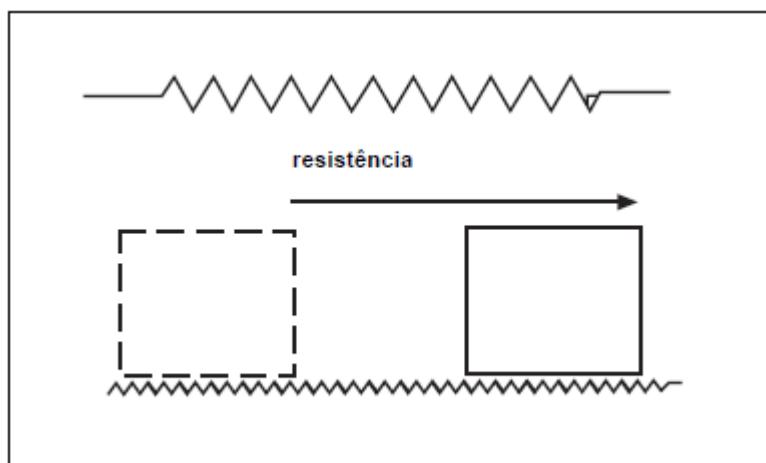
Força é qualquer influência capaz de produzir uma alteração no movimento de um corpo. Temos como unidade de medida de força o NEWTON (N).

7.2.2. RESISTÊNCIA

A força que pode parar ou retardar o movimento de um corpo é uma resistência. Exemplos de resistência são: o atrito e a inércia.

7.2.3. O ATRITO COMO RESISTÊNCIA

A resistência por atrito ocorre sempre que dois objetos estejam em contato e que as suas superfícies se movam uma contra a outra.



7.2.4. A INÉRCIA COMO RESISTÊNCIA.

A inércia é a relutância de um corpo em aceitar uma alteração no seu movimento. A inércia está diretamente relacionada à quantidade de matéria no corpo. Quanto maior a massa ou a matéria em um corpo, mais pesado é este e, consequentemente, mais difícil movê-lo.



7.2.5. ENERGIA

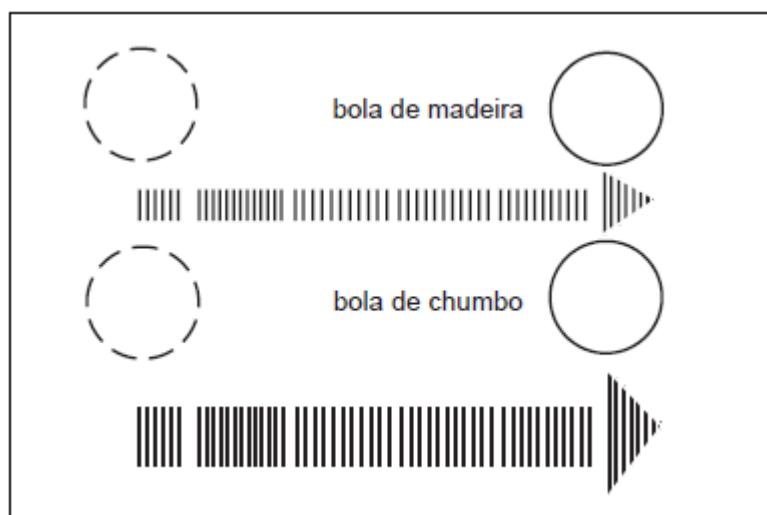
Uma força que pode causar o movimento de um corpo é energia.

7.2.6. A INÉRCIA COMO ENERGIA.

A inércia, sendo a relutância de um corpo a uma alteração no seu movimento, pode também ser energia. Um corpo em movimento exibe uma relutância ao ser parado, e pode assim bater em outro corpo e causar o seu movimento.

Com uma bola de madeira e outra de chumbo movendo-se na mesma velocidade, a bola de chumbo exibe uma inércia maior, desde que é mais difícil pará-la.

A bola de chumbo tem mais energia do que a bola de madeira.



7.3. LEI DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.

A lei da conservação de energia diz que a energia não pode ser criada e nem destruída, embora ela possa passar de uma forma à outra.

- O ESTADO CINÉTICO DA ENERGIA.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

A energia no estado cinético está em movimento. Ela causa o movimento quando toca a superfície do objeto.

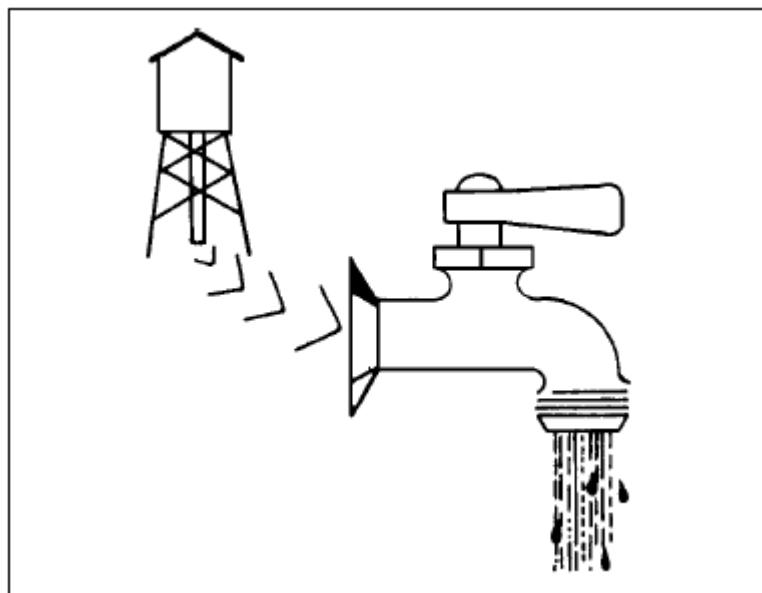
- O ESTADO POTENCIAL DA ENERGIA.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Quando no estado potencial a energia está acumulada, ela está pronta e esperando para entrar em ação, para transformar-se em energia cinética tão logo surja a oportunidade.

A energia potencial tem a propriedade de transformar-se em energia cinética por causa do seu constituinte físico, ou da sua posição acima de certo ponto de referência.

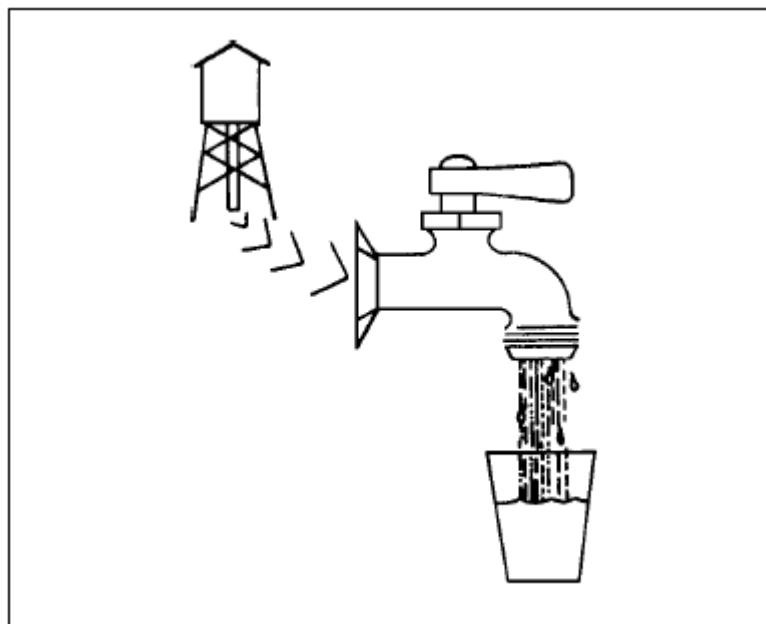
Por causa da elevação, a água contida em uma torre de água é energia potencial. Ela tem a propriedade de escoar por gravidade pela torneira de uma residência que estiver em um nível mais baixo.



7.4. O ESTADO DE ALTERAÇÃO DE ENERGIA

A energia potencial tem a propriedade de se transformar em energia cinética. E a energia cinética pode ser também transformada em energia potencial.

A água na torre é energia potencial que se transforma em energia cinética hidráulica na torneira. Esta energia cinética se transforma em energia potencial à medida que se enche um copo.



- TRABALHO

É o movimento de um objeto através de uma determinada distância.

Temos como unidade para trabalho o:

Newton - Metro (Nm)

A expressão que descreve o trabalho é:

$$\text{Trabalho} = \text{força exercida} \times \text{distância do movimento} = \text{joule}$$

(Nm)	(N)	(m)	(J)
------	-----	-----	-----

7.5. POTÊNCIA

A unidade para medir "potência" é o N.m/s. James Watt, o inventor da máquina a vapor, quis comparar a quantidade de potência que a sua máquina poderia produzir com a potência produzida por um cavalo. Por métodos experimentais, Watt descobriu que um cavalo poderia erguer 250 kgf à altura de 30,5 cm em um segundo, que é igual a:

$$745,7 \frac{\text{N m}}{\text{s}}$$

A expressão que descreve potência é:

$$\text{HP} = \frac{\text{Força exercida} \times \text{distância do movimento}}{\text{(N)} \quad \text{(m)}} \times 745$$

Tempo (segundos)

7.6. DEFINIÇÃO DE PRESSÃO

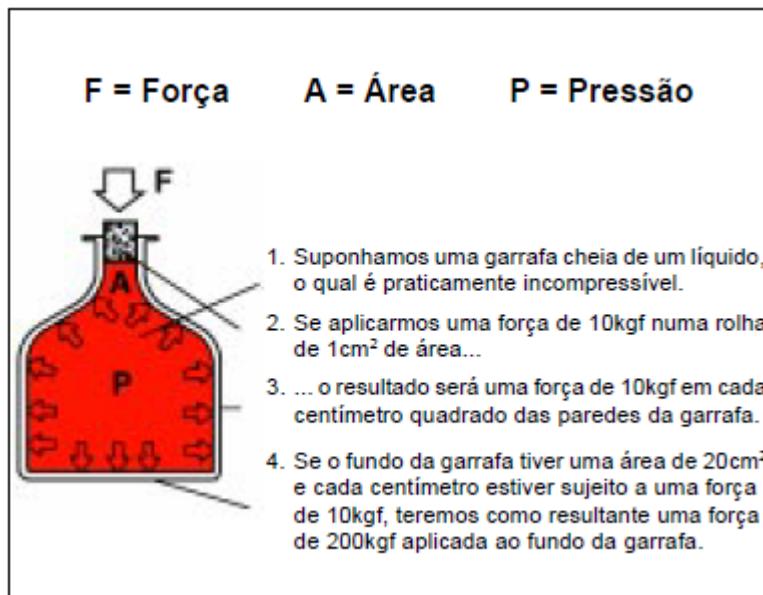
Pressão é a força exercida por unidade de superfície. Em hidráulica, a pressão é expressa em kgf/cm², atm ou bar.

A pressão também poderá ser expressa em psi (pound per square inch) que significa libra força por polegada quadrada, abrevia-se lbf/pol².

7.7. LEI DE PASCAL

A pressão exercida em um ponto qualquer de um líquido estático é a mesma em todas as direções e exerce forças iguais em áreas iguais.

Vamos supor um recipiente cheio de um líquido, o qual é praticamente incompressível.



Quando aplicamos uma força de 10 kgf em uma área de 1cm^2 , obtemos como resultado uma pressão interna de 10kgf/cm^2 agindo em toda a parede do recipiente com a mesma intensidade.

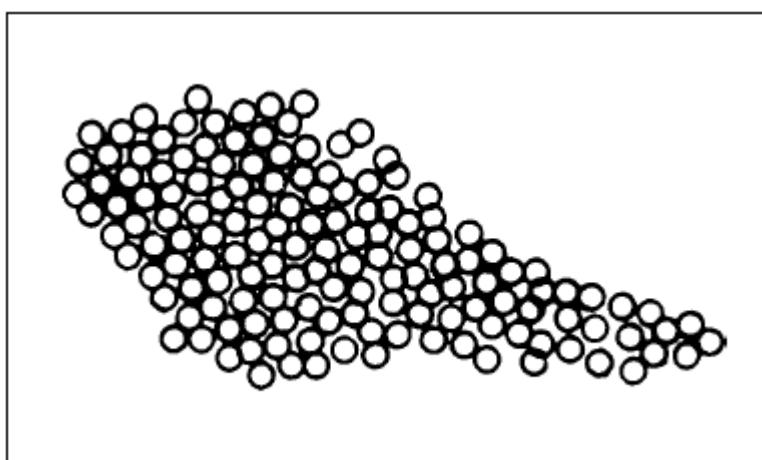
Este princípio, descoberto e enunciado por Pascal, levaram à construção da primeira prensa hidráulica no princípio da Revolução Industrial. Quem desenvolveu a descoberta de Pascal foi o mecânico Joseph Bramah.

8. TRANSMISSÃO HIDRÁULICA DE FORÇA E ENERGIA.

Antes de trabalhar diretamente com a transmissão de energia através de líquidos, torna-se necessário rever o conceito de hidráulica estudando as características de um líquido, para depois saber como uma força se transmite através dele.

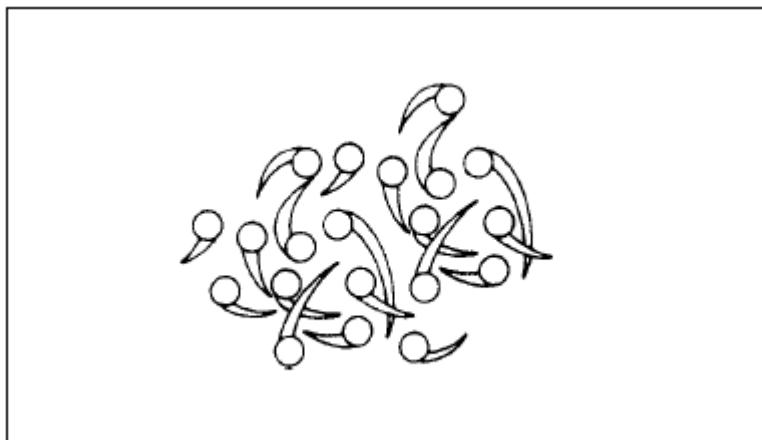
8.1. LÍQUIDOS

Líquido é uma substância constituída de moléculas. Ao contrário dos gases, nos líquidos as moléculas são atraídasumas às outras de forma compacta. Por outro lado, ao contrário dos sólidos, as moléculas não se atraem a ponto de adquirirem posições rígidas.



8.2. ENERGIA MOLECULAR

As moléculas nos líquidos estão continuamente em movimento. Elas deslizam umas sob as outras, mesmo quando o líquido está em repouso. Este movimento das moléculas chama-se energia molecular.



8.2.1. OS LÍQUIDOS ASSUMEM QUALQUER FORMA

O deslizamento das moléculas umas sob as outras ocorre continuamente, por isso o líquido é capaz de tomar a forma do recipiente onde ele está.

8.2.2. OS LÍQUIDOS SÃO RELATIVAMENTE INCOMPRESSÍVEIS

Com as moléculas em contato umas às outras, os líquidos exibem características de sólidos. Os líquidos são relativamente impossíveis de serem comprimidos.

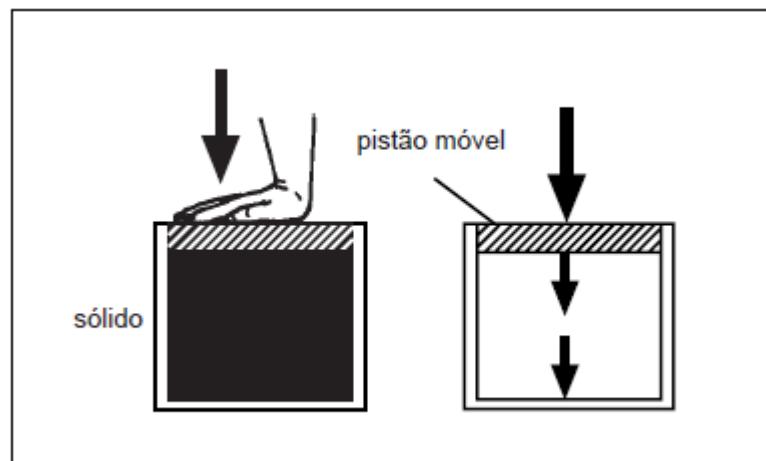
Uma vez que os líquidos são relativamente Incompressíveis e podem tomar a forma do recipiente, eles possuem certas vantagens na transmissão de força.

8.2.3. TRANSMISSÃO DE FORÇA

Os quatro métodos de transmissão de energia: mecânica, elétrica, hidráulica e pneumática, são capazes de transmitir forças estáticas (energia potencial) tanto quanto a energia cinética. Quando uma força estática é transmitida em um líquido, essa transmissão ocorre de modo especial. Para ilustrar, vamos comparar como a transmissão ocorre através de um sólido e através de um líquido em um recipiente fechado.

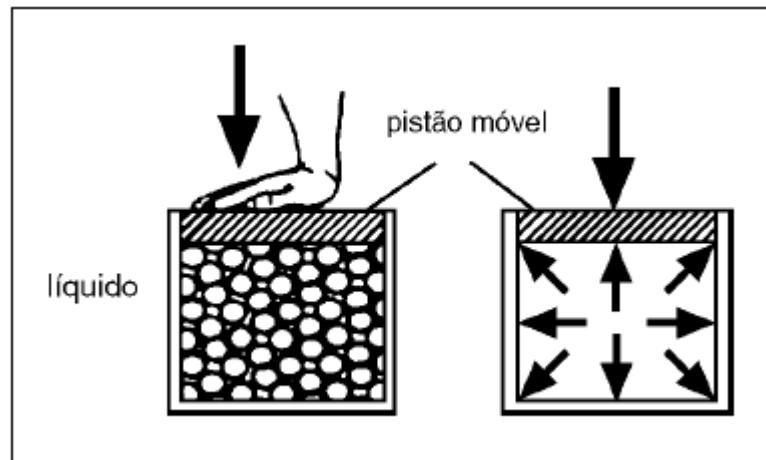
8.2.4. FORÇA TRANSMITIDA ATRAVÉS DE UM SÓLIDO

A força através de um sólido é transmitida em uma direção. Se empurrarmos o sólido em uma direção, a força é transmitida ao lado oposto, diretamente.



8.2.5. FORÇA TRANSMITIDA ATRAVÉS DE UM LÍQUIDO.

Se empurrarmos o tampão de um recipiente cheio de líquido, o líquido do recipiente transmitirá pressão sempre da mesma maneira, independentemente de como ela é gerada e da forma do mesmo.

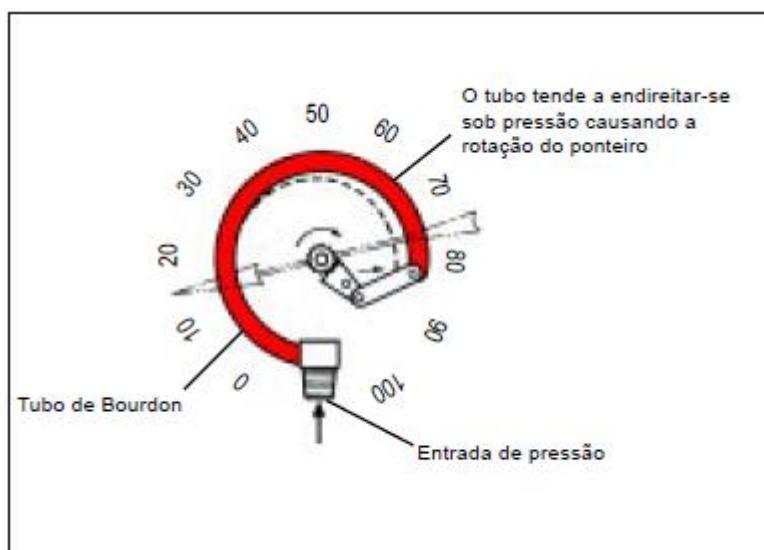


8.3. MANÔMETRO

O manômetro é um aparelho que mede um diferencial de pressão. Dois tipos de manômetros são utilizados nos sistemas hidráulicos: o de Bourdon e o de núcleo móvel.

8.4. MANÔMETRO DE BOURDON

O tubo de Bourdon consiste de uma escala calibrada em unidades de pressão e de um ponteiro ligado, através de um mecanismo, a um tubo oval, em forma de "C". Esse tubo é ligado à pressão a ser medida.

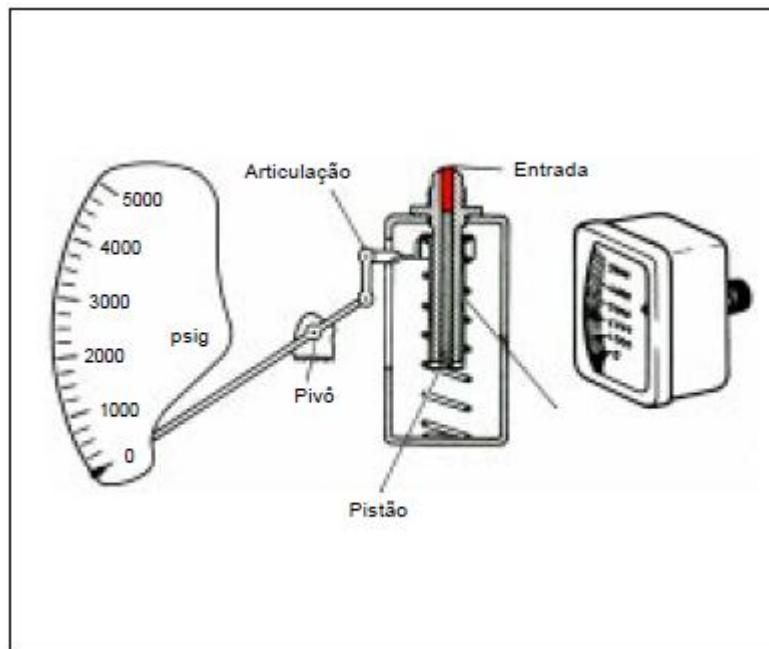


8.4.1. FUNCIONAMENTO

Conforme a pressão aumenta no sistema, o tubo de Bourdon tende a endireitar-se devido às diferenças nas áreas entre os diâmetros interno e externo do tubo. Esta ação de endireitamento provoca o movimento do ponteiro, proporcional ao movimento do tubo, que registra o valor da pressão no mostrador. Os manômetros de Bourdon são instrumentos de boa precisão com valores variando entre 0,1 e 3% da escala total. São usados geralmente para trabalhos de laboratórios ou em sistemas onde a determinação da pressão é de muita importância.

8.5. MANÔMETRO DE NÚCLEO MÓVEL

O manômetro de núcleo móvel consiste de um núcleo ligado ao sistema de pressão, uma mola de retração, um ponteiro e uma escala graduada em kgf/cm² ou psi.



8.5.1. FUNCIONAMENTO

Conforme a pressão aumenta, o núcleo é empurrado contra a mola de retração. Este movimento provoca o movimento do ponteiro que está ligado ao núcleo e este registra o valor da pressão no mostrador graduado. Os manômetros de núcleo móvel são duráveis e econômicos.

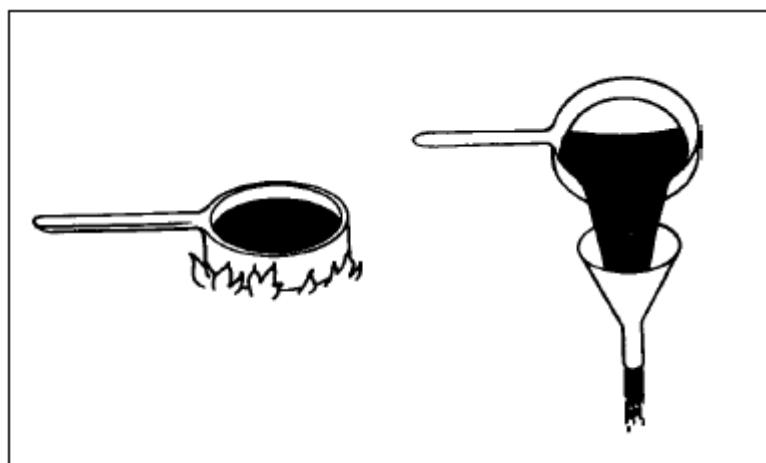
8.6. VISCOSIDADE

A viscosidade é a medida de resistência ao fluxo das moléculas de um líquido quando elas deslizam umas sobre as outras. É uma medida inversa à de fluidez.

8.7. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A VISCOSIDADE

Uma garrafa de melado tirada da geladeira apresenta uma alta resistência ao fluxo. Tentar passar esse líquido por um funil constitui-se numa operação demorada.

Aquecendo-se o melado, faz-se com que ele escoe perfeitamente pelo funil. O aquecimento das moléculas do melado faz com que elas deslizemumas às outras com maior facilidade. Conforme se aumenta a temperatura de um líquido, a sua viscosidade diminui.



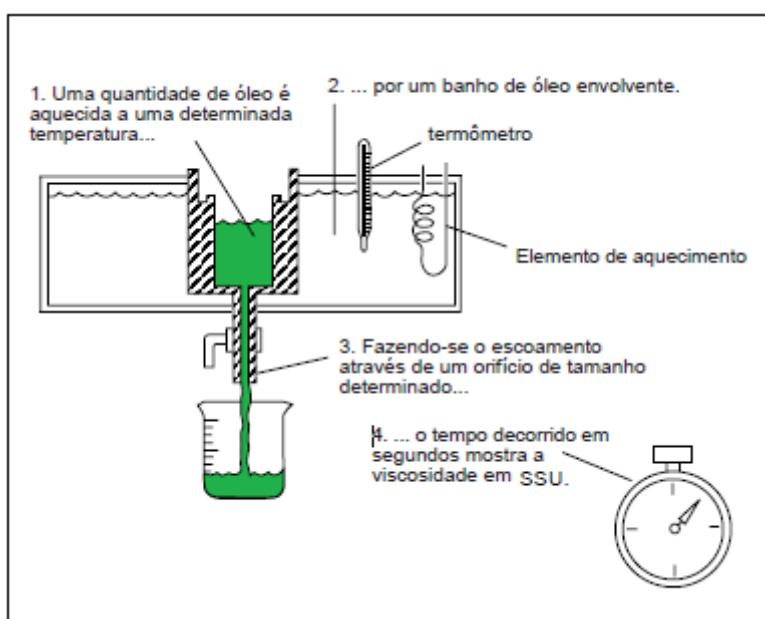
8.8. VISCOSIDADE GERA CALOR

Um líquido de alta viscosidade, ou seja, de 315 SSU, apresentando maior resistência ao fluxo, gera mais calor no sistema do que um líquido de baixa viscosidade, digamos, de 100 SSU. Em muitas aplicações industriais, a viscosidade do óleo deve ser de 150 SSU a 38 C°.

NOTA: Nenhum sistema hidráulico usa fluido de baixa viscosidade. A determinação apropriada da viscosidade do fluido para um sistema hidráulico incorpora fatores que não serão tratados neste curso.

SSU SEGUNDO SAYBOLT UNIVERSAL

Uma das medidas de viscosidade dos fluidos é o SSU - abreviatura de Segundo Saybolt Universal. O professor Saybolt aqueceu um líquido com volume predeterminado a uma dada temperatura e fez o líquido passar por uma abertura de tamanho também especificado. Ele cronometrou o fluxo (em segundos), até que o líquido enchesse um recipiente com capacidade de 60 mililitros. O resultado foi à medição da viscosidade em SSU.



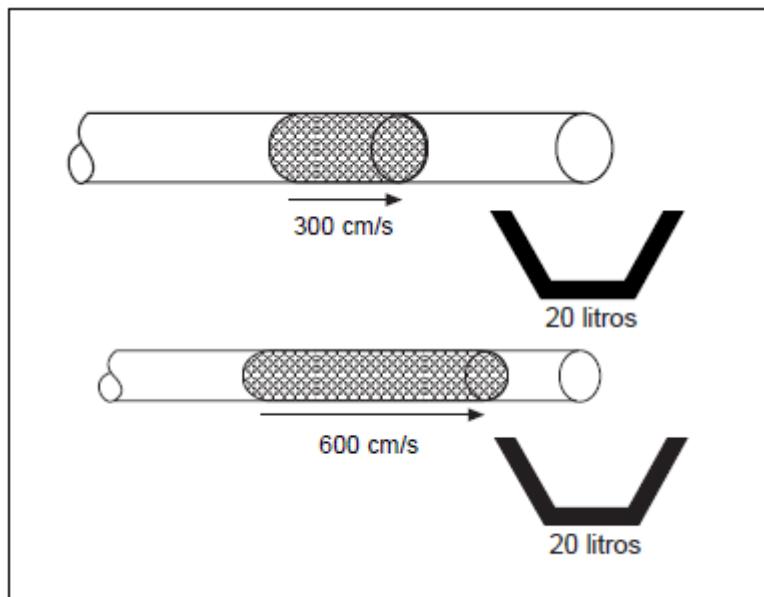
8.9. VELOCIDADE X VAZÃO

Nos sistemas dinâmicos, o fluido que passa pela tubulação se desloca a certa velocidade.

Esta é a velocidade do fluido, que de modo geral é medida em centímetros por segundo (cm/seg.).

O volume do fluido passando pela tubulação em um determinado período de tempo é a vazão ($Q = V \cdot A$), em litros por segundo (l/s).

A relação entre velocidade e vazão pode ser vista na ilustração.



Para encher um recipiente de 20 litros em um minuto, o volume de fluido em um cano de grande diâmetro deve passar a uma velocidade de 300 cm/s. No tubo de pequeno diâmetro, o volume deve passar a uma velocidade de 600 cm/s para encher o recipiente no tempo de um minuto. Em ambos os casos a vazão é de 20 litros/minuto, mas as velocidades do fluido são diferentes.

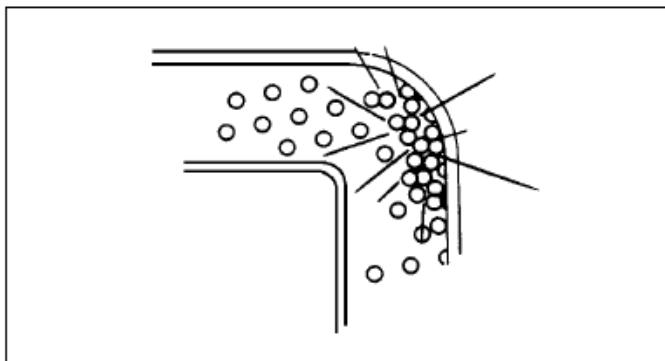
8.10. ATRITO GERA CALOR

Em um sistema hidráulico, o movimento do fluido na tubulação gera atrito e calor. Quanto maior for a velocidade do fluido, mais calor será gerado.

8.11. MUDANÇA NA DIREÇÃO DO FLUIDO GERA CALOR

Em uma linha de fluxo de fluido há geração de calor sempre que o fluido encontra uma curva na tubulação. O fator gerador do calor é o atrito provocado pelo choque das moléculas que se deparam com o obstáculo da curva.

Dependendo do diâmetro do cano, um cotovelo de 90° pode gerar tanto calor quanto vários metros de cano.

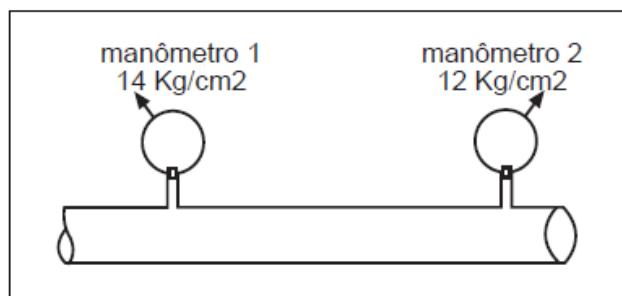


8.12. DIFERENCIAL DE PRESSÃO

Um diferencial de pressão é simplesmente a diferença de pressão entre dois pontos do sistema que pode ser caracterizado:

1. Por indicar que a energia de trabalho, na forma de movimento de líquido pressurizado, está presente no sistema.
2. Por medir a quantidade de energia de trabalho que se transforma em calor entre os dois pontos.

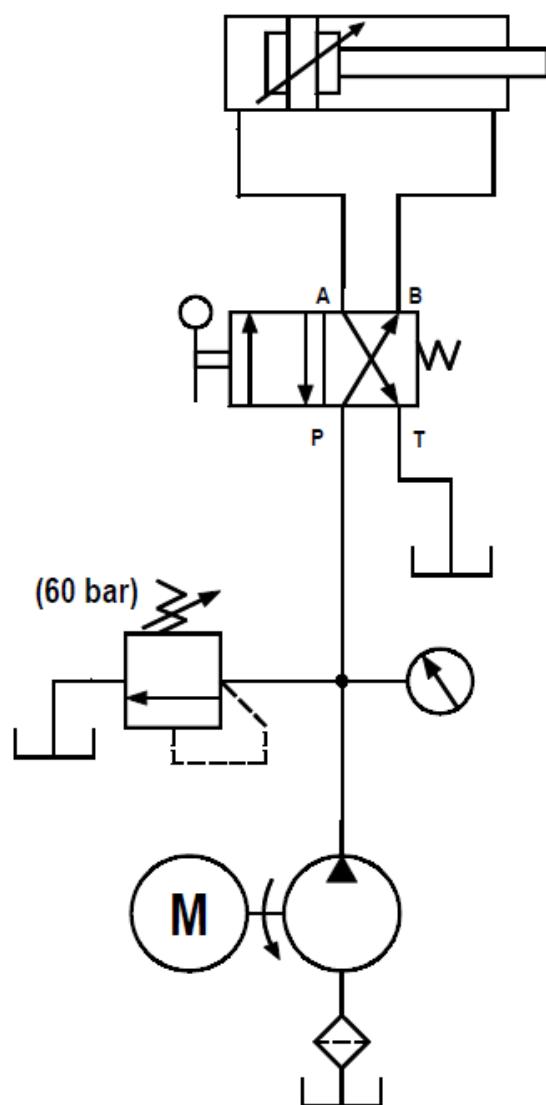
Na ilustração o diferencial de pressão entre os dois pontos, marcados pelos manômetros, é de 2 kgf/cm².



1. A energia de trabalho está se deslocando do ponto 1 para o ponto 2.
2. Enquanto está se deslocando entre os dois pontos, 2 kgf/cm² da energia são transformados em energia calorífica por causa da resistência do líquido.

9. EXERCÍCIOS.

1. Um cilindro de ação dupla avança mediante a mudança de estado da alavanca de uma válvula direcional. Soltando-se à, o cilindro deve retornar a sua posição inicial.

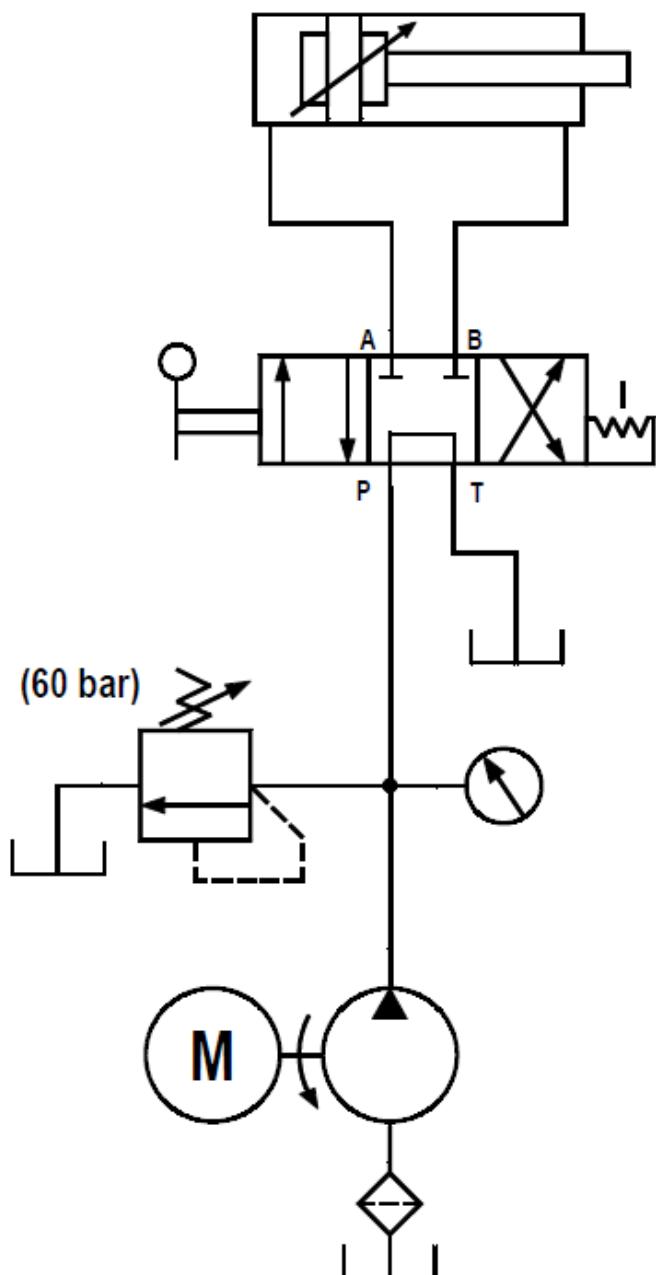


Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a direita, na posição paralela, o óleo hidráulico sob pressão flui através dos pórticos P e A e daí para a câmara traseira do cilindro, empurrando o êmbolo para a direita e fazendo com que a haste se estenda. O óleo acumulado na câmara dianteira do cilindro flui livremente ao reservatório através da válvula direcional, pelos pórticos B e T.

Enquanto a alavanca de acionamento da válvula direcional for mantida acionada, a haste do cilindro permanece avançando, até atingir o final do curso.

Soltando-se a alavanca, a mola da válvula direcional a reposiciona para a esquerda, na posição cruzada, dirigindo o fluxo do óleo sob pressão para a câmara dianteira do cilindro, através dos pórticos P e B, empurrando o êmbolo para a esquerda e fazendo com que a haste se retrai. O óleo acumulado na câmara traseira do cilindro retorna livremente ao tanque através da válvula direcional, pelos pórticos A e T.

2. Um cilindro de ação dupla deve avançar, retornar e parar em qualquer ponto de seu curso, mediante três posicionamentos diferentes de uma alavanca de comando.



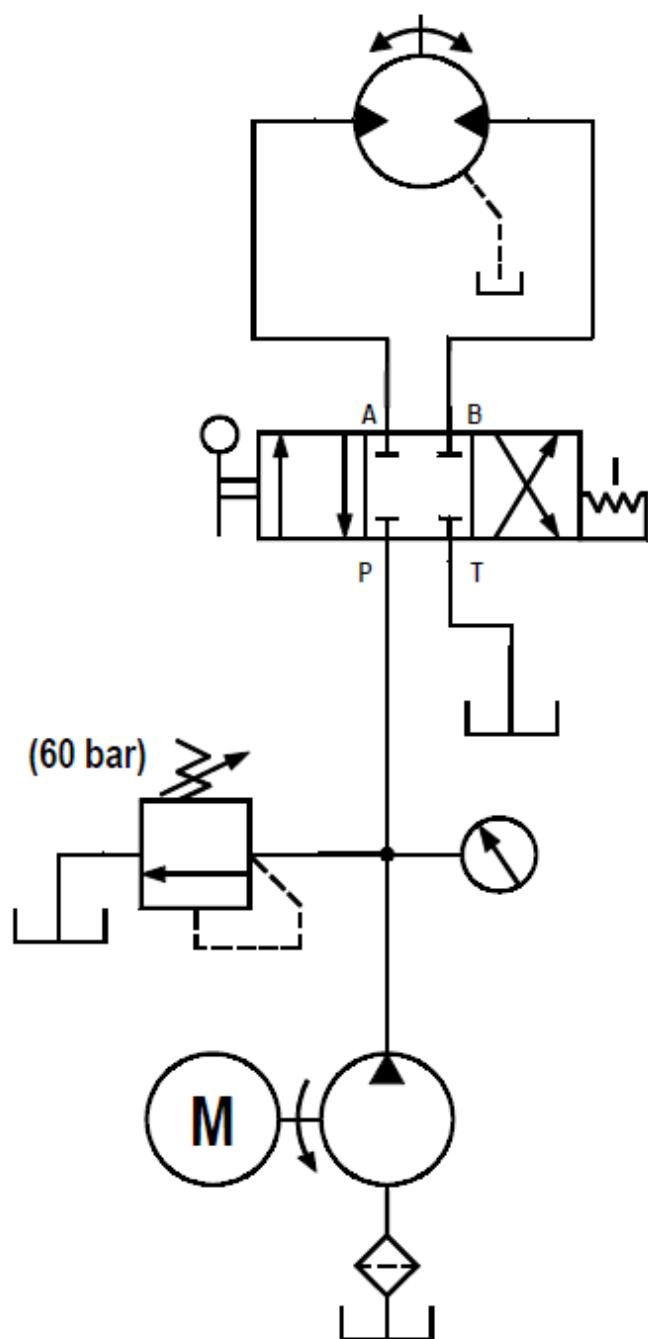
Com a válvula direcional na posição central, a haste do cilindro permanece parada, considerando-se que os pórticos A e B bloqueiam o fluxo hidráulico. Ao mesmo tempo, o óleo proveniente da bomba pode fluir livremente ao reservatório, por meio do centro tandem da válvula direcional, através dos pórticos P e T interligados.

Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a direita, na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida para a câmara traseira do cilindro, fazendo com que a haste avance. Caso haja necessidade de interromper o movimento de avanço da haste, em qualquer ponto do seu curso, basta recolocar a alavanca de acionamento da válvula direcional na sua posição central, bloqueando as vias de trabalho A e B e descarregando a vazão da bomba para o tanque, pelos pórticos P e T.

Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a esquerda, na posição cruzada, a pressão hidráulica é dirigida para a câmara dianteira do cilindro, fazendo com que a haste retorne. Agora, se for necessário interromper o movimento de retorno da haste, novamente em qualquer ponto do seu curso, basta recolocar a alavanca de acionamento da válvula direcional na sua posição central, bloqueando mais uma vez as vias de trabalho A e B e descarregando a vazão da bomba para o tanque, pelos pórticos P e T.

Como a válvula direcional possui um detente que trava o carretel na última posição acionada, não apresentando portanto molas de reposição, basta selecionar uma das três posições de comando para que o cilindro avance, retorne ou pare, sem a necessidade de manter o acionamento da alavanca.

3. O eixo de um motor hidráulico reversível deve girar em ambos os sentidos de rotação e parar, sob o comando de uma válvula direcional.



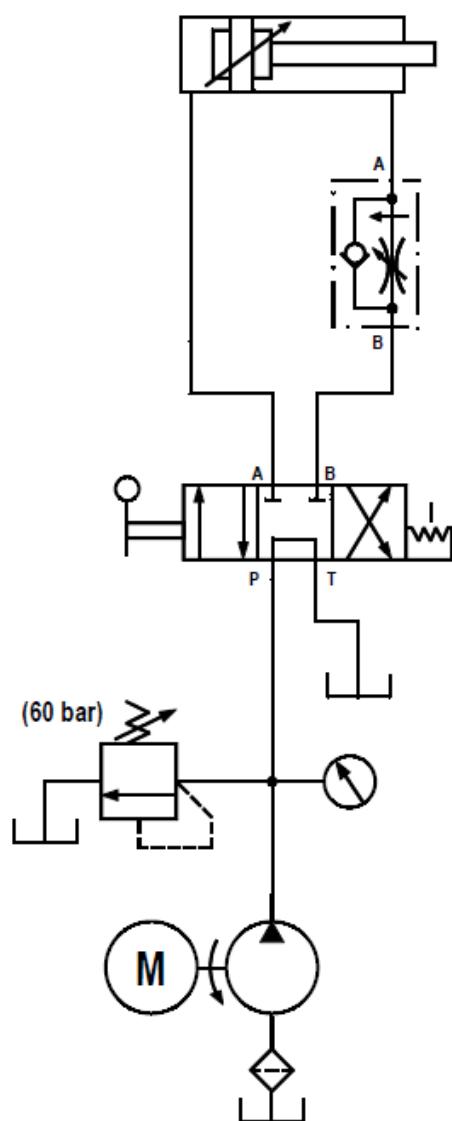
Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a direita, na posição paralela, a pressão hidráulica flui de P para A, gira o eixo do motor hidráulico no sentido horário e retorna ao reservatório através dos pórticos B e T.

Soltando-se a alavanca de acionamento, as molas recolocam o carretel da válvula direcional na posição central, bloqueando todos os pórticos, o que permite a frenagem abrupta do motor hidráulico.

Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a esquerda, na posição cruzada, a pressão hidráulica flui de P para B, gira o eixo do motor hidráulico no sentido anti-horário e retorna ao reservatório através dos pórticos A e T.

4. Um cilindro, que movimenta um cabeçote de usinagem, deve avançar com velocidade controlada, compatível com a velocidade de corte da ferramenta. Ao retornar, o cilindro deve apresentar velocidade normal para que a ferramenta seja extraída da peça rapidamente.

Exemplo 1: Controle de velocidade de avanço do cilindro na saída do óleo da câmara dianteira.



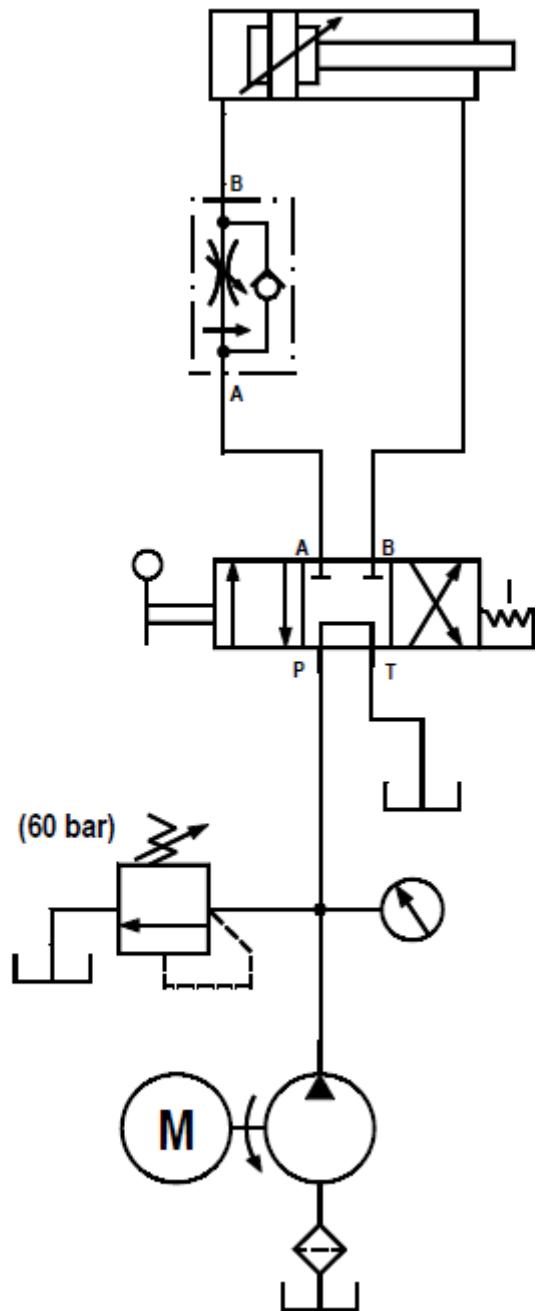
Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida diretamente à câmara traseira do cilindro e o óleo acumulado na câmara dianteira é descarregado ao reservatório, passando pela válvula reguladora de fluxo. O óleo entra pelo pórtico A da válvula reguladora de fluxo, passa controlado na restrição variável, sai pelo pórtico B e descarrega ao tanque através da válvula direcional. Abrindo-se a restrição, o óleo flui em maior quantidade, o que aumenta a velocidade de avanço da haste. Por outro lado, fechando-se a restrição, a vazão de óleo é menor, o que diminui a velocidade de avanço da haste. Dessa forma, controlando a quantidade de óleo que sai da câmara dianteira do cilindro, pode-se regular a velocidade de avanço da haste, compatível com a velocidade de corte da ferramenta atuada pelo cilindro.

O compensador de pressão, incorporado à válvula reguladora de fluxo, garante a mesma vazão de óleo, independentemente do ajuste da pressão de operação. Dessa forma, alterando-se a pressão de trabalho do circuito, a válvula reguladora de fluxo mantém a vazão ajustada.

Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição cruzada, a pressão hidráulica passa livremente pela retenção incorporada na válvula reguladora de fluxo, no sentido de B para A, e entra na câmara dianteira do cilindro, fazendo com que a haste retorne com uma velocidade normal, sem nenhum controle. O óleo acumulado na câmara traseira sai e descarrega diretamente ao reservatório, através da válvula direcional.

Mais uma vez, com a válvula direcional na posição central, o cilindro interrompe seu movimento em qualquer ponto de seu curso de avanço ou de retorno e o fluxo da bomba retorna livremente ao tanque através do centro tandem da direcional.

Exemplo 2: Controle de velocidade de avanço do cilindro na entrada do óleo na câmara traseira.



Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida à câmara traseira do cilindro e o óleo acumulado na câmara dianteira é descarregado livremente ao reservatório. O óleo hidráulico entra pelo pórtico A da válvula reguladora de fluxo, passa controlado na restrição variável, sai pelo pórtico B e entra na câmara traseira do cilindro. Abrindo-se a restrição, o óleo flui em maior quantidade, o que aumenta a velocidade de avanço da haste. Por outro lado, fechando-se a restrição, a vazão de óleo é menor, o que diminui a velocidade de avanço da haste. Dessa forma, controlando a quantidade de óleo que entra na câmara traseira do cilindro, pode-se regular a velocidade de avanço da haste, compatível com a velocidade de corte da ferramenta atuada pelo cilindro.

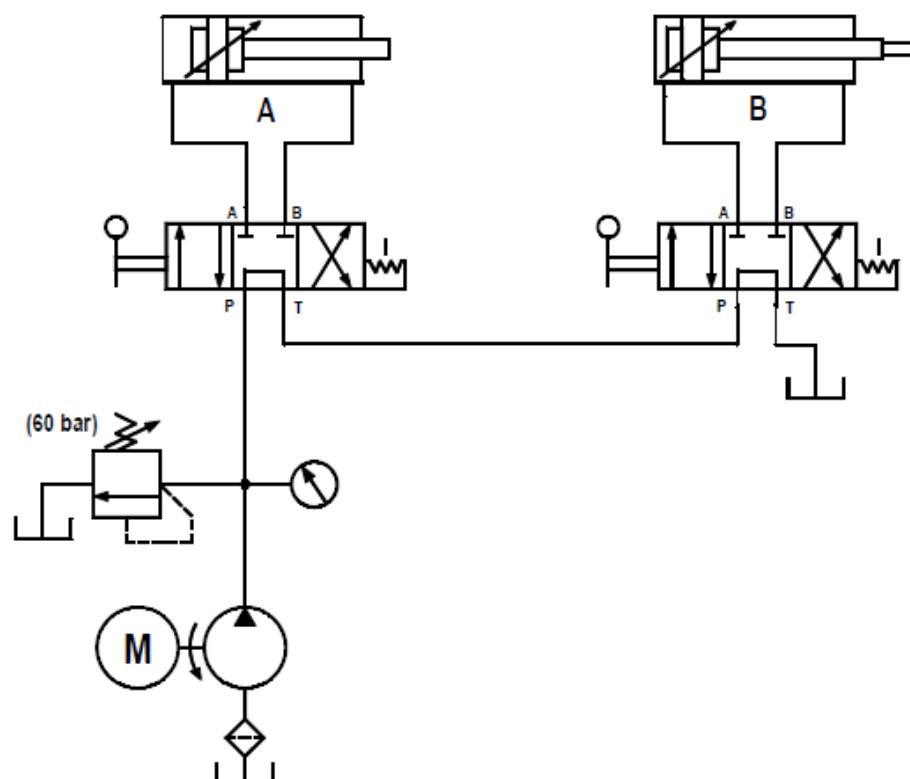
O compensador de pressão, incorporado à válvula reguladora de fluxo, garante a mesma vazão de óleo, independentemente do ajuste da pressão de operação. Dessa forma, alterando-se a pressão de trabalho do circuito, a válvula reguladora de fluxo mantém a vazão ajustada.

Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição cruzada, a pressão hidráulica é dirigida à câmara dianteira do cilindro, fazendo com que a haste retorne. O óleo acumulado na câmara traseira sai, passa livremente pela retenção incorporada na válvula reguladora de fluxo, no sentido de B para A, e descarrega diretamente ao reservatório, permitindo que a haste do cilindro tenha uma velocidade normal de retorno, sem nenhum controle.

Com a válvula direcional na posição central, o cilindro interrompe seu movimento em qualquer ponto de seu curso de avanço ou de retorno e o fluxo da bomba retorna livremente ao tanque através do centro tandem da direcional.

5. Dois cilindros hidráulicos deverão se movimentar de forma independente. Porém, o comando somente poderá ser efetuado para um cilindro de cada vez.

- **CIRCUITO EM SÉRIE.**



Neste circuito, duas válvulas direcionais de 4/3 vias com centro tandem são ligadas em série. O óleo hidráulico proveniente da bomba alimenta diretamente apenas a primeira válvula. O pórtico de entrada P da segunda válvula recebe alimentação da saída T da primeira.

Dessa forma, acionando-se somente a válvula direcional esquerda na posição paralela, o cilindro A avança. O óleo acumulado na câmara dianteira de A atravessa a válvula esquerda, de B para T, passa pelo centro tandem da válvula direita e retorna ao tanque.

Acionando-se somente a válvula esquerda na posição cruzada, o cilindro A retorna. O óleo acumulado na câmara traseira de A atravessa a válvula esquerda, de A para T, passa também pelo centro tandem da válvula direita e retorna ao reservatório.

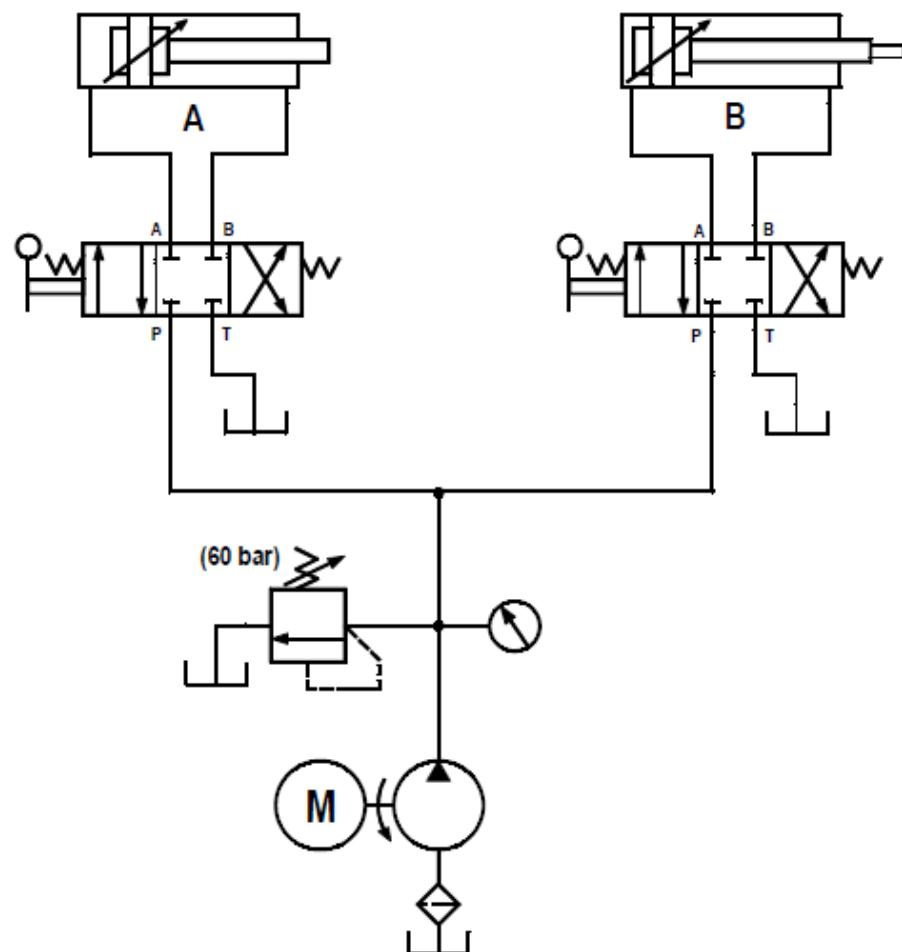
Com relação ao cilindro B, acionando-se somente a válvula direcional direita na posição paralela, o óleo proveniente da bomba passa pelo centro tandem da válvula esquerda e atravessa a válvula direita de P para A, fazendo com que o cilindro B avance. O óleo acumulado na câmara dianteira de B atravessa a válvula direita, de B para T, e retorna ao tanque.

Acionando-se somente a válvula direita na posição cruzada, o óleo proveniente da bomba passa pelo centro tandem da válvula esquerda e atravessa a válvula direita de P para B, fazendo com que o cilindro B retorne. O óleo acumulado na câmara traseira de B atravessa a válvula direita, de A para T, e retorna ao reservatório.

Com as duas válvulas centralizadas, o óleo hidráulico atravessa o centro tandem das duas e descarrega ao tanque, mantendo baixa a pressão do circuito e os dois cilindros paralisados.

6. Dois cilindros hidráulicos deverão se movimentar de forma independente. O comando poderá ser efetuado para um cilindro de cada vez ou para os dois simultaneamente.

- **CIRCUITO EM PARALELO**



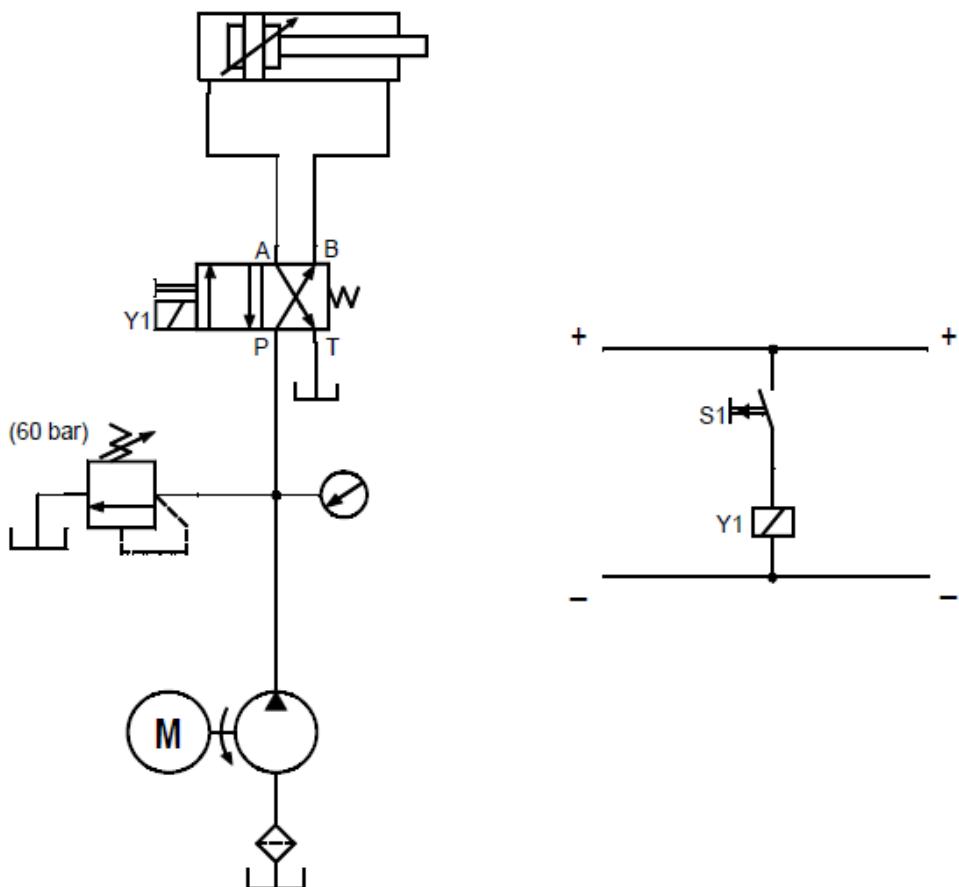
Neste circuito, duas válvulas direcionais de 4/3 vias com centro fechado são ligadas em paralelo. O óleo hidráulico proveniente da bomba alimenta simultaneamente as duas válvulas, permitindo que os cilindros se movimentem separadamente ou ao mesmo tempo.

Acionando-se qualquer uma das válvulas na posição paralela, o cilindro a qual ele está conectado avança. Na posição cruzada das válvulas os cilindros retornam.

Se ambas as válvulas forem acionadas, ao mesmo tempo e em qualquer posição, os cilindros se movimentam simultaneamente mas com velocidade reduzida, considerando-se que, neste caso, a vazão da bomba será dividida entre os dois cilindros.

É importante destacar que o cilindro submetido a menor carga tende a se movimentar primeiro ou com maior velocidade, considerando-se que o óleo hidráulico procura sempre o caminho mais fácil, isto é, exercer inicialmente a menor pressão possível.

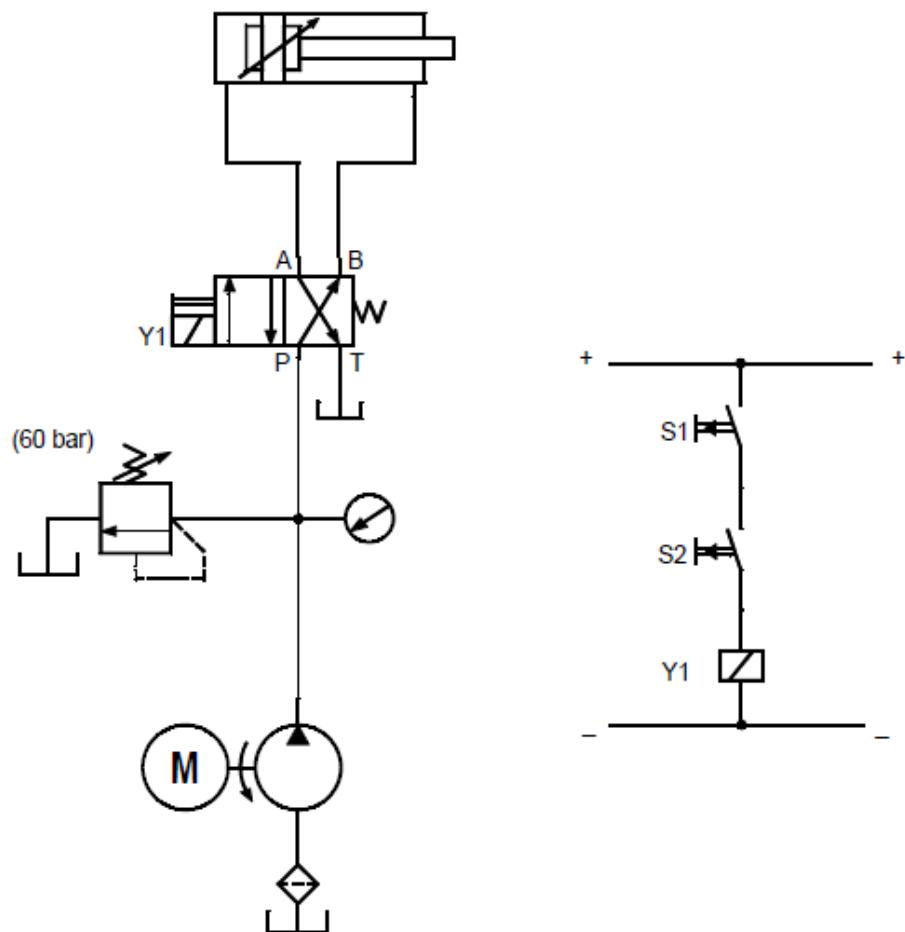
7. Ao acionarmos um botão de comando, um cilindro hidráulico de ação dupla deve avançar, enquanto mantivermos o botão acionado. Ao soltarmos o botão, o cilindro deve retornar a sua posição inicial.



Acionando-se o botão pulsador S1, seu contato normal aberto fecha e a bobina do solenoide Y1 da válvula direcional é energizada. O solenoide Y1 aciona a válvula direcional para a posição paralela, fazendo com que o fluxo hidráulico proveniente da bomba seja dirigido para a câmara traseira do cilindro, ao mesmo tempo em que o óleo acumulado na câmara dianteira seja descarregado ao tanque. Dessa forma, o cilindro avança, enquanto o botão S1 permanecer acionado, mantendo o solenoide Y1 ligado.

Devido ao fato de estarmos utilizando um contato normalmente aberto de um botão de comando pulsador S1, que apresenta retorno por mola quando o botão é desacionado, seu contato que havia fechado durante o acionamento volta a abrir, interrompendo a passagem de corrente elétrica para a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 desligado, a mola da válvula direcional a reposiciona na posição cruzada, dirigindo o fluxo hidráulico para a câmara dianteira do cilindro e descarregando ao tanque o óleo acumulado na câmara traseira. Assim, o cilindro retorna a sua posição inicial, ou seja, no final do seu curso de retorno.

- 8.** Um cilindro de ação dupla deve avançar somente quando dois botões de comando forem acionados simultaneamente (comando bimanual). Soltando-se qualquer um dos dois botões de comando, o cilindro deve voltar imediatamente a sua posição inicial.



Para a solução deste problema, utilizam-se os contatos normalmente abertos de dois botões de comando pulsadores S1 e S2, agora montados em série, ambos com a mesma função de ligar o solenóide Y1 da válvula direcional.

Se somente o botão S1 for acionado, seu contato fecha mas a corrente elétrica permanece interrompida no contato aberto do botão S2, mantendo a bobina do solenóide Y1 desligada.

Da mesma forma, se somente o botão S2 for acionado, embora seu contato feche, a corrente elétrica se mantém interrompida pelo contato aberto do botão S1, fazendo com que a bobina do solenoide Y1 permaneça desligada.

Sendo assim, o solenoide Y1 somente poderá ser energizado se os botões S1 e S2 forem acionados ao mesmo tempo ou simultaneamente, isto é, um e logo em seguida o outro.

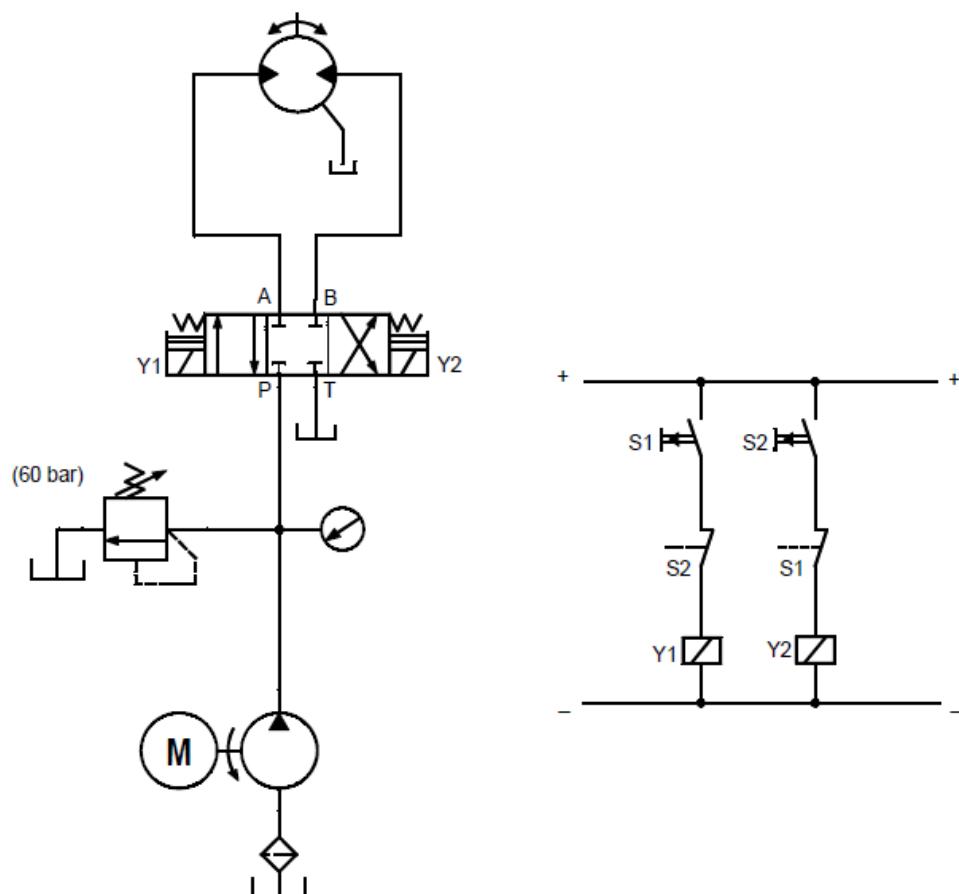
Somente quando os dois botões estiverem acionados, seus contatos normalmente abertos fecham e permitem a passagem da corrente elétrica que liga o solenoide Y1, invertendo a posição da válvula direcional que comanda o movimento de avanço do cilindro.

Se durante o movimento de avanço do cilindro qualquer um dos dois botões, S1 ou S2, for desacionado, imediatamente seu contato volta a abrir, interrompendo a passagem da corrente elétrica, o que desliga o solenoide Y1. Uma vez desligado o solenoide Y1, a mola reposiciona a válvula direcional, comandando o movimento de retorno imediato do cilindro.

Esse tipo de circuito, conhecido como comando bi-manual, é muito utilizado no acionamento de máquinas e equipamentos que oferecem riscos de acidente para o operador. Com os botões colocados a uma distância que não permita o acionamento com apenas uma das mãos, o operador terá que forçosamente utilizar ambas as mãos para acionar a partida da máquina. Esse recurso oferece, portanto, uma condição de partida segura, reduzindo consideravelmente os riscos de acidente.

É importante destacar, entretanto, que o operador deve ser sempre orientado quanto ao correto procedimento de acionamento da máquina, pois, se um dos botões S1 ou S2 for travado, a partida do equipamento poderá ser efetuada unicamente pelo outro botão, o que vem a descharacterizar a condição de segurança desse tipo de comando bi-manual.

9. Um motor hidráulico bidirecional deve girar no sentido horário, no anti-horário e parar a qualquer momento, utilizando dois botões de comando, um para o giro no sentido horário e outro para o sentido contrário. Quando os botões não estiverem acionados, o motor deve permanecer parado.



Para se conseguir as três funções exigidas do motor hidráulico são necessárias utilizar uma válvula direcional de 3 posições de comando: uma

para o giro no sentido horário, outra para o sentido anti-horário e uma terceira posição que bloqueie o fluxo hidráulico, parando o motor. A válvula direcional utilizada, neste caso, possui 4/3 vias, com posição central fechada, acionada por dois solenoides e centrada por molas.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha, permitindo a passagem da corrente elétrica que liga o solenóide Y1. Ao mesmo tempo, o contato normalmente fechado de S1, ligado em série com o contato aberto de S2, abre, impedindo que o solenóide Y2 seja energizado, enquanto Y1 estiver ligado. Com o solenóide Y1 em operação, a válvula direcional é acionada na posição paralela, fazendo com que o eixo do motor hidráulico gire no sentido horário. Soltando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto que havia fechado volta a abrir, interrompendo a passagem da corrente elétrica, o que desliga o solenóide Y1. Com o solenóide Y1 desligado, as molas centralizam o carretel da válvula direcional na posição que bloqueia o fluxo hidráulico, interrompendo o movimento do eixo do motor.

Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente aberto fecha, permitindo a passagem da corrente elétrica que liga o solenóide Y2. Ao mesmo tempo, o contato normalmente fechado de S2, ligado em série com o contato aberto de S1, abre, impedindo que o solenóide Y1 seja energizado, enquanto Y2 estiver ligado. Com o solenóide Y2 em operação, a válvula direcional é acionada na posição cruzada, fazendo com que o eixo do motor hidráulico gire no sentido contrário, ou seja, anti-horário.

Soltando-se o botão S2, seu contato normalmente aberto que havia fechado volta a abrir, interrompendo a passagem da corrente elétrica, o que desliga o solenóide Y2. Com o solenóide Y2 desligado, as molas centralizam o

carretel da válvula direcional na posição que bloqueia o fluxo hidráulico, interrompendo o movimento do eixo do motor.

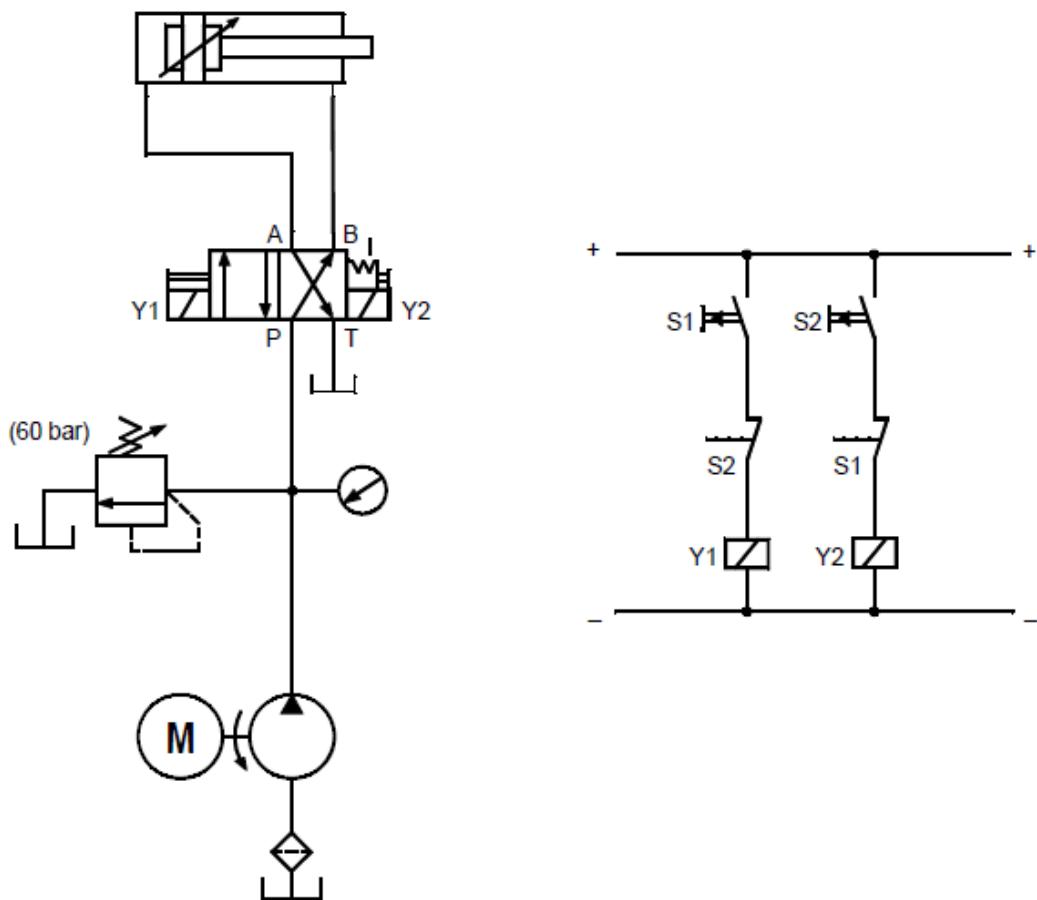
Caso os dois botões S1 e S2 forem acionados simultaneamente, embora os dois contatos normalmente abertos fecham, os dois contatos normalmente fechados abrem e garantem que os dois solenóides Y1 e Y2 permaneçam desligados. A montagem alternada dos contatos fechados dos botões, em série com os contatos abertos, evita que os dois solenóides sejam energizados ao mesmo tempo, fato que poderia causar a queima de um dos solenóides, danificando o equipamento.

10. Um cilindro de ação dupla deve ser acionado por dois botões.

Acionando-se o primeiro botão o cilindro deve avançar e permanecer avançando mesmo que o botão seja desacionado. O retorno deve ser comandado por meio de um pulso no segundo botão.

Existem, na verdade, três possibilidades de comando do cilindro, por meio de três válvulas direcionais diferentes. Pode-se utilizar uma válvula direcional de 4/2 vias acionada por dois solenoides com detente, ou uma válvula direcional de 4/2 vias acionada por solenoide com reposicionamento por mola ou, ainda, uma válvula direcional de 4/3 vias acionada por solenoides e centrada por molas. As três alternativas diferentes de construção do circuito eletrohidráulico serão apresentadas a seguir:

Exemplo 1: Utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias acionada por dois solenoides com detente.



Empregando-se uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por dois solenóides e com detente que trava a válvula na posição quando os solenóides são desligados, basta efetuar um pulso nos botões para comandar os movimentos de avanço e retorno do cilindro, não sendo necessário manter os botões acionados para dar continuidade ao movimento.

Observe que embora o esquema elétrico de comando seja o mesmo aplicado no ensaio 17, como a válvula direcional é diferente, o acionamento do sistema hidráulico comporta-se de forma totalmente distinta a explicada no ensaio 17.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha, permitindo a passagem de corrente elétrica que energiza a bobina do solenóide Y1. Ao mesmo tempo, o contato fechado de S1, ligado em série com o contato aberto de S2, abre, impedindo que o solenoide Y2 seja energizado, enquanto Y1 estiver ligado. Com o solenoide Y1 em operação, a

válvula direcional é acionada na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Mesmo que o botão S1 seja desacionado, desligando o solenoide Y1, como a válvula direcional possui um detente que trava o carretel na última posição acionada, neste caso na posição paralela, o cilindro permanece avançando. Portanto, para fazer com que o cilindro avance, não é necessário manter o botão de comando S1 acionado, basta dar um pulso e soltar o botão, já que a válvula direcional memoriza o último acionamento efetuado.

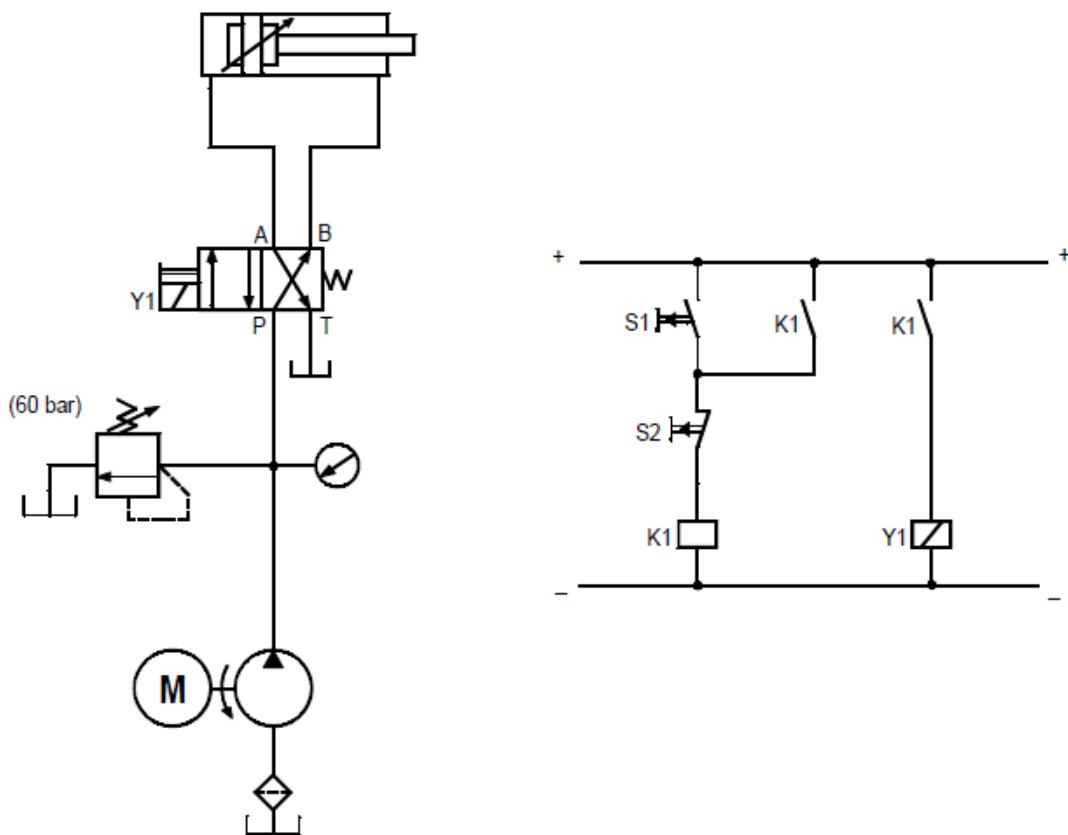
O mesmo comportamento ocorre no retorno do cilindro. Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente aberto fecha, permitindo a passagem de corrente elétrica que energiza a bobina do solenoide Y2. Ao mesmo tempo, o contato fechado de S2, ligado em série com o contato aberto de S1, abre, impedindo que o solenoide Y1 seja energizado, enquanto Y2 estiver ligado. Com o solenoide Y2 em operação, a válvula direcional é acionada na posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

Mesmo que o botão S2 seja desacionado, desligando o solenoide Y2, como a válvula direcional tem a característica de memorizar o último acionamento efetuado, neste caso na posição cruzada, o cilindro permanece retornando. Portanto, para fazer com que o cilindro retorne, não é necessário manter o botão de comando S2 acionado, basta dar um pulso e soltar o botão, o detente mantém a válvula direcional na posição cruzada e o cilindro retornando.

Mais uma vez, caso os dois botões S1 e S2 forem acionados simultaneamente, embora os dois contatos normalmente abertos fechem, os dois contatos normalmente fechados abrem e garantem que os dois solenoides Y1 e Y2 permaneçam desligados. A montagem alternada dos contatos fechados dos botões, em série com os contatos abertos, evita que os dois solenoides sejam energizados ao mesmo tempo, fato que poderia

causar a queima de um dos solenoides, conforme explicado no ensaio 17, danificando o equipamento.

Exemplo 2: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenoide e reposição por mola, com comando elétrico de auto-retenção e comportamento de desligar dominante.



Neste caso, a válvula direcional é reposicionada por mola e não apresenta a mesma característica de memorização da válvula de duplo solenoide com detente, empregada na solução A. Sendo assim, para que se possa avançar ou retornar o cilindro com um único pulso, sem manter os botões de comando acionados, é necessário utilizar um relé auxiliar no

comando elétrico para manter o solenoide Y1 ligado, mesmo que o botão S1 seja desacionado.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. Quando K1 é energizado, todos os seus contatos se invertem, ou seja, os normalmente abertos fecham e os fechados abrem. Neste caso, o primeiro contato de K1 utilizado no circuito, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1, paralelamente ao botão S1, e mantendo a bobina de K1 energizada.

Um segundo contato de K1 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

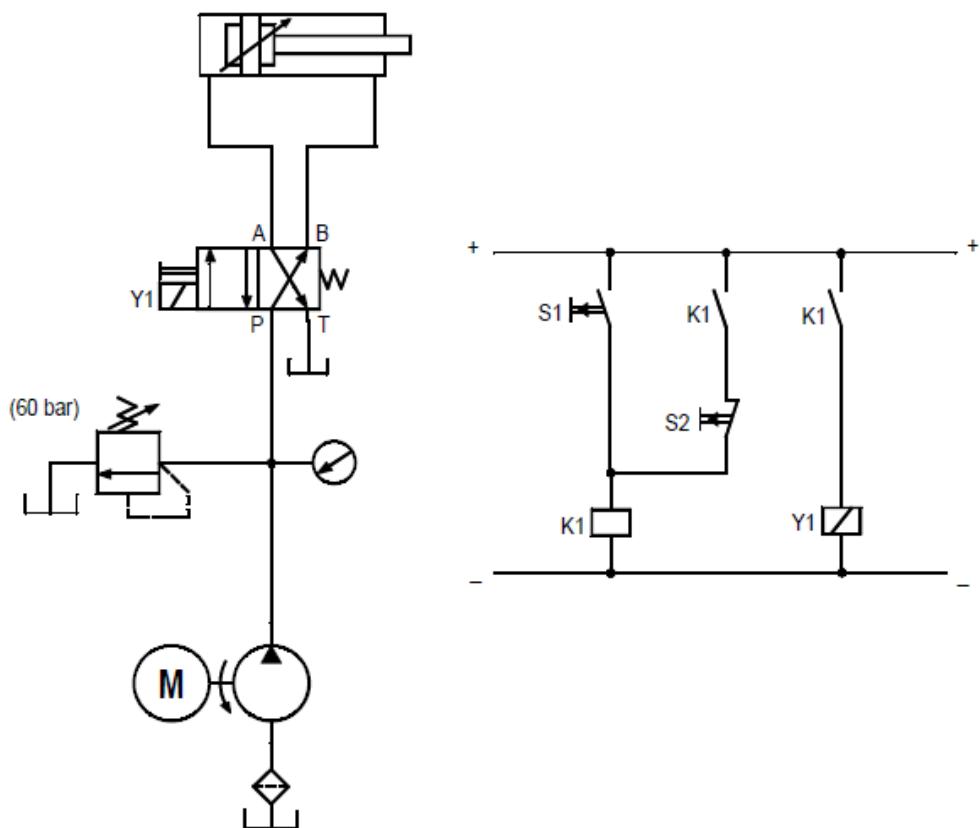
Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Para fazer com que o cilindro retorne, basta dar um pulso no botão de comando S2. Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para a bobina do relê auxiliar K1. Imediatamente o relê K1 é desligado e todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que mesmo que o botão S2 seja desacionado a

bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica, desligando o solenoide Y1. Com o solenoide Y1 desligado, a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

O circuito elétrico utilizado nesta solução B é chamado de comando de auto-retenção com comportamento de desligar dominante porque, se os dois botões de comando S1 e S2 forem acionados ao mesmo tempo, o relé K1 permanece desligado pelo contato do botão de comando S2. Podemos dizer que, neste caso, o botão S2 tem prioridade sobre S1 pois, se ambos forem acionados simultaneamente, prevalece como dominante a condição de desligar do contato fechado do botão de comando S2.

Exemplo 3: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola, com comando elétrico de auto-retenção e comportamento de ligar dominante.



Esta solução apresenta as mesmas características construtivas da solução anterior, considerando-se que o circuito hidráulico é o mesmo, empregando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola, o que exige que o comando elétrico também seja de auto-retenção mas, agora, com comportamento de ligar dominante.

De acordo com o que foi apresentado na solução B, a válvula direcional é repositionada por mola e não apresenta a mesma característica de memorização da válvula de duplo solenóide com detente, empregada na solução A. Sendo assim, para que se possa avançar ou retornar o cilindro com um único pulso, sem manter os botões de comando acionados, é necessário

utilizar um relê auxiliar no comando elétrico para manter o solenóide Y1 ligado, mesmo que o botão S1 seja desacionado.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que liga a bobina do relê auxiliar K1.

O primeiro contato de K1 utilizado no circuito, ligado em paralelo com o botão S1 e em série com o botão S2, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1 e pelo contato normal fechado de S2, paralelamente ao botão S1, e mantendo a bobina de K1 energizada.

Um segundo contato de K1, utilizado no circuito, liga a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Para fazer com que o cilindro retorne, basta dar um pulso no botão de comando S2.

Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando imediatamente a bobina do relê auxiliar K1.

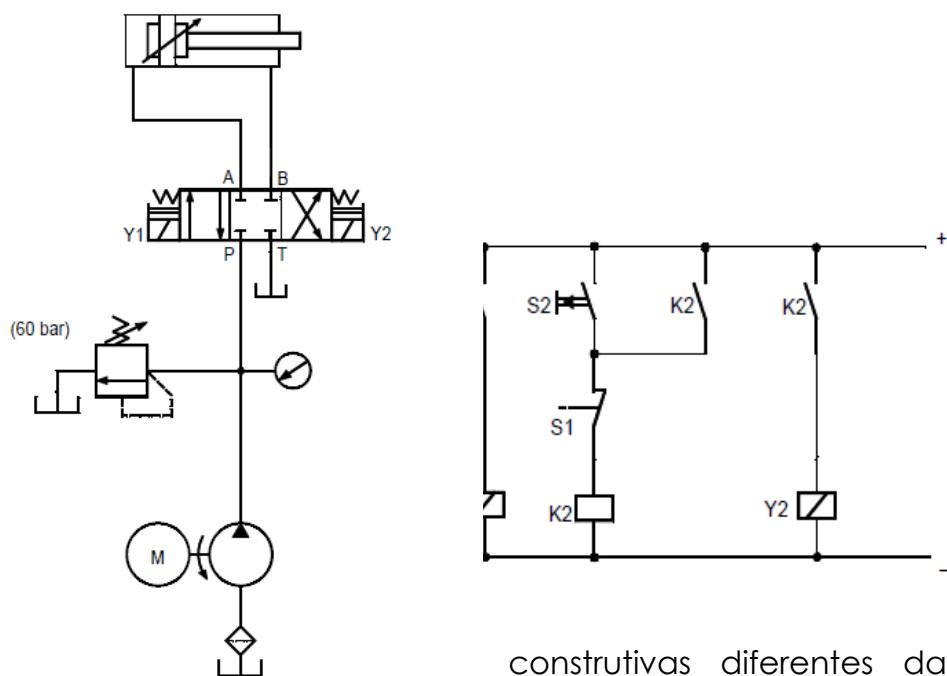
Com o relê K1 desligado, todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que mesmo que o botão S2 seja desacionado a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1. Com o

solenóide Y1 desligado, a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

O circuito elétrico utilizado nesta solução C é chamado de comando de auto-retenção com comportamento de ligar dominante porque, se os dois botões de comando S1 e S2 forem acionados ao mesmo tempo, o relé K1 é energizado pelo contato do botão de comando S1.

Podemos dizer que, neste caso, o botão S1 tem prioridade sobre S2 pois, se ambos forem acionados simultaneamente, prevalece como dominante a condição de ligar do contato aberto do botão de comando S1.

Exemplo 4: Utilizando uma válvula direcional de 4/3 vias de centro fechado, com acionamento por solenoides e centrada por molas.



Esta solução apresenta características

construtivas diferentes das soluções anteriores, considerando-se que ao utilizar uma válvula

direcional de 3 posições e centrada por molas exige-se que o comando elétrico apresente auto-retenção para os dois solenoides, tanto no avanço como no retorno do cilindro. Sendo assim, para que se possa avançar ou retornar o cilindro com um único pulso, sem manter os botões de comando acionados, é necessário utilizar relês auxiliares no comando elétrico, tanto para manter o solenoide Y1 ligado quando o botão S1 for desacionado como para segurar o solenoide Y2 energizado quando o botão S2 também for desacionado.

Acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. Quando K1 é energizado, seus dois contatos abertos utilizados no circuito fecham. O primeiro contato aberto de K1, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de

K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1, paralelamente ao botão S1, e mantendo a bobina de K1 energizada. O segundo contato aberto de K1 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenoide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenoide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

Para fazer com que o cilindro retorne, basta dar um pulso no botão de comando S2.

Acionando-se o botão S2, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S1, ligado em série com o botão S2, e liga a bobina do relê auxiliar K2. Quando K2 é energizado, seus dois contatos abertos utilizados no circuito fecham. O primeiro contato aberto de K2, ligado em

paralelo com o botão S2, fecha para efetuar a auto-retenção da bobina de K2, isto é, mesmo que o botão S2 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K2, paralelamente ao botão S2, e mantendo a bobina de K2 energizada. O segundo contato aberto de K2 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y2 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

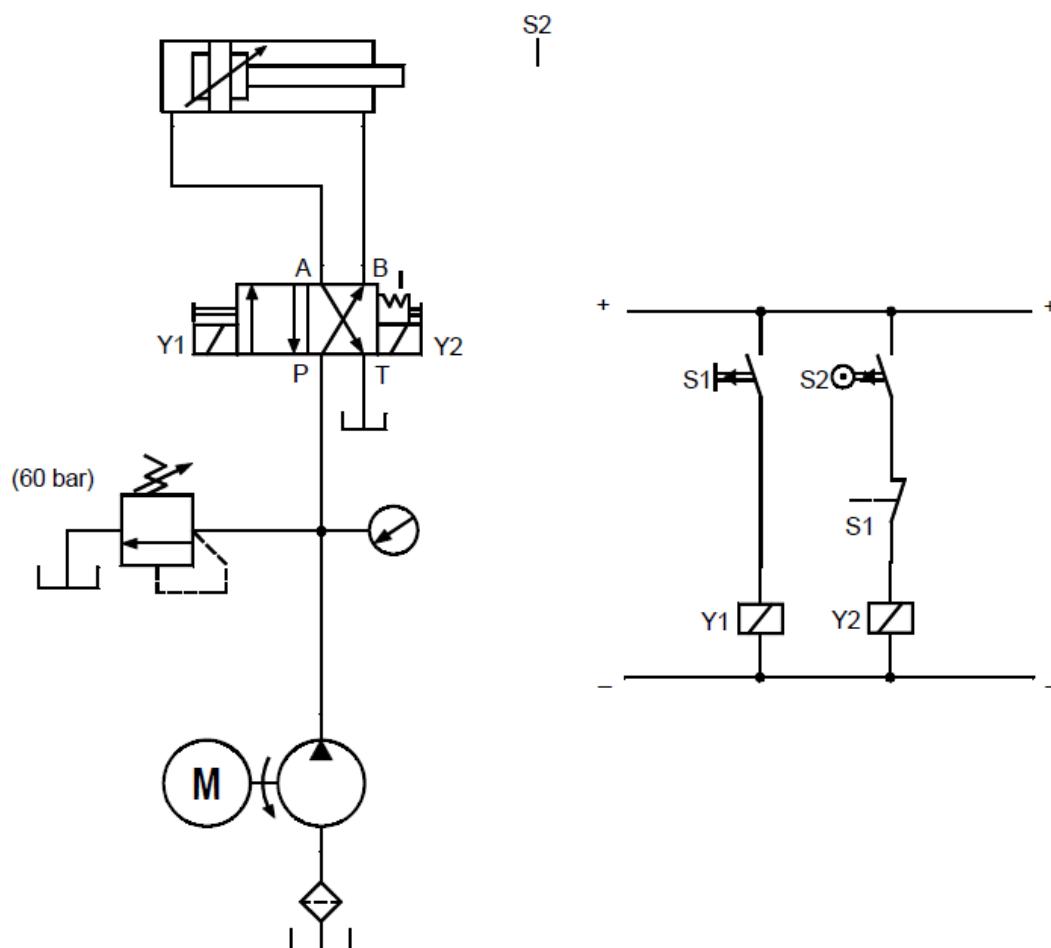
Dessa forma, pode-se também soltar o botão de comando S2 que o relé auxiliar K2 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y2 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de retorno do cilindro.

Os contatos fechados dos dois botões de comando, S1 e S2, montados em série alternadamente com os contatos abertos, servem para desligar o relé e o respectivo solenóide opostos ao acionamento desejado. Assim, garante-se que um solenóide será desligado antes do outro ser ativado e evita-se a sobreposição de sinais que poderia queimar um dos solenóides.

Acionando-se os dois botões simultaneamente, os contatos fechados de S1 e S2 abrem e desligam os dois solenóides, fazendo com que as molas centrem a válvula e o cilindro interrompa seu movimento, tanto no avanço como no retorno.

11. Um cilindro de ação dupla deve avançar, quando for acionado um botão de partida, e retornar automaticamente, ao atingir o final do curso de avanço.

Exemplo 1: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por dois solenoides e detente que mantém memorizado o último acionamento.



A solução para o comando elétrico é idêntica à solução A do ensaio 10. A única diferença consiste na utilização de uma chave fim de curso S2 ao invés do botão de comando para o retorno do cilindro.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ligado,

o carretel da válvula é empurrado para a posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Soltando-se o botão de partida S1, o solenóide Y1 é desligado mas, como a válvula direcional possui um detente que trava o carretel, memorizando o último acionamento, a válvula permanece na posição paralela, fazendo com que o cilindro continue avançando.

Ao chegar ao final do curso de avanço, o próprio cilindro aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2. Desde que o operador tenha soltado o botão de partida, o contato normalmente aberto da chave fim de curso S2 fecha e liga o solenóide Y2 da válvula direcional. Com o solenóide Y2 ligado, o carretel da válvula é empurrado para a posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne automaticamente.

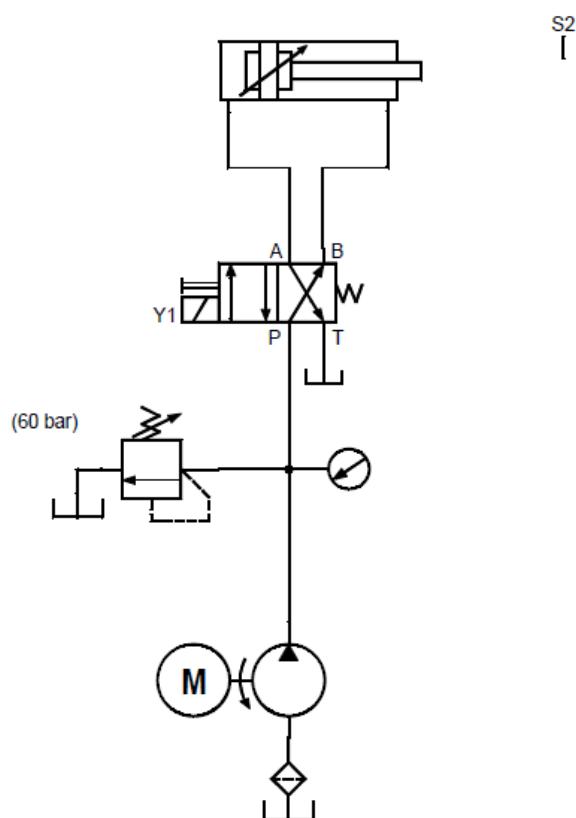
Ao retornar, o cilindro desaciona o rolete da chave fim de curso S2, cujo contato volta a abrir desligando o solenóide Y2. Devido ao detente que mais uma vez trava o carretel, memorizando o último acionamento, a válvula direcional permanece na posição cruzada, fazendo com que o cilindro prossiga no seu movimento de retorno, mesmo com o solenóide Y2 desligado.

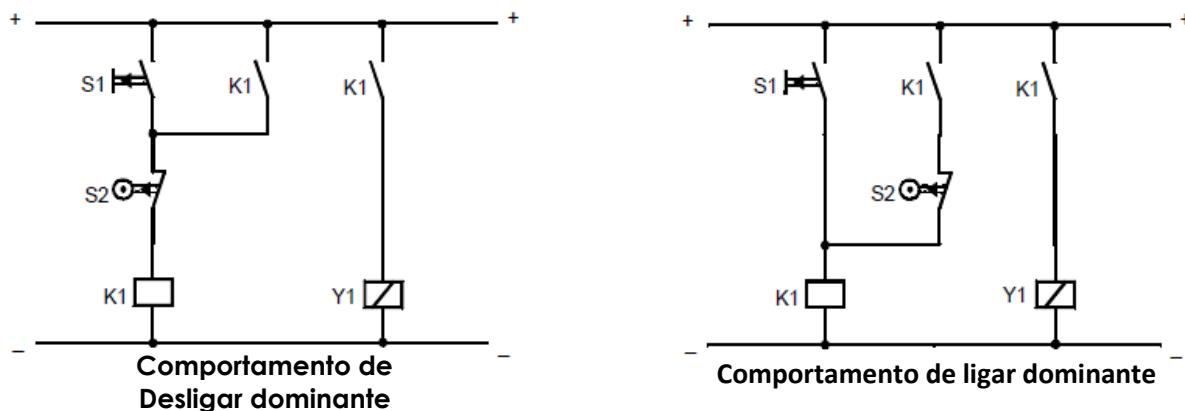
É importante destacar que o contato normalmente fechado do botão de partida S1, ligado em série com o contato aberto da chave fim de curso S2, é uma proteção contra a ligação simultânea dos dois solenóides. Dessa forma, se o operador acionar e mantiver acionado o botão de partida S1, quando o cilindro alcançar o final do curso de avanço e acionar a

chave fim de curso S2, o contato do botão de partida S1, ligado em série com o contato da chave fim de curso S2, não deixa que o solenóide Y2 ligue enquanto Y1 estiver energizado.

Assim, evita-se uma sobreposição de sinais que poderia causar danos ao circuito.

Exemplo 2: Utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola.





Agora, como a válvula direcional é reposicionada por mola e não apresenta a característica de memorizar a última posição acionada, mais uma vez deve-se utilizar um relê auxiliar como recurso para manter o solenóide Y1 ligado mesmo após o desacionamento do botão de partida (comando elétrico de auto-retenção), conforme apresentado nas soluções B e C do ensaio 18.

Da mesma forma, o comando elétrico de auto-retenção pode ser montado nas duas versões: apresentando comportamento de desligar dominante ou de ligar dominante.

No comando elétrico de auto-retenção com comportamento de desligar dominante, acionando-se o botão S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado da chave fim de curso S2, ligada em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. O primeiro contato de K1 utilizado no circuito, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a autoretenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando pelo primeiro contato de K1, paralelamente ao botão S1, mantendo a bobina de K1 energizada. Um segundo contato de K1 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide

Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenoide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

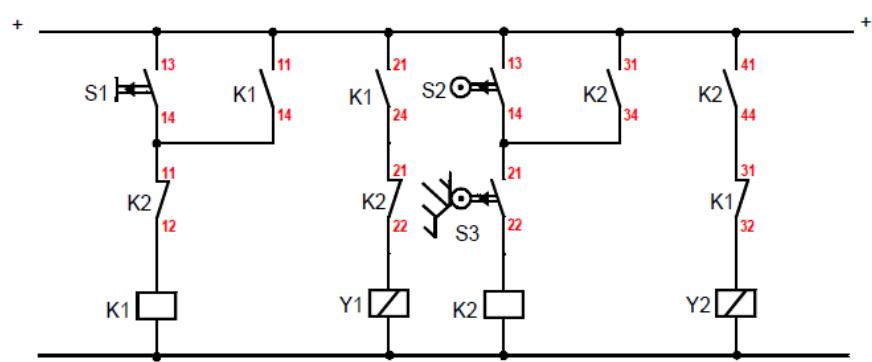
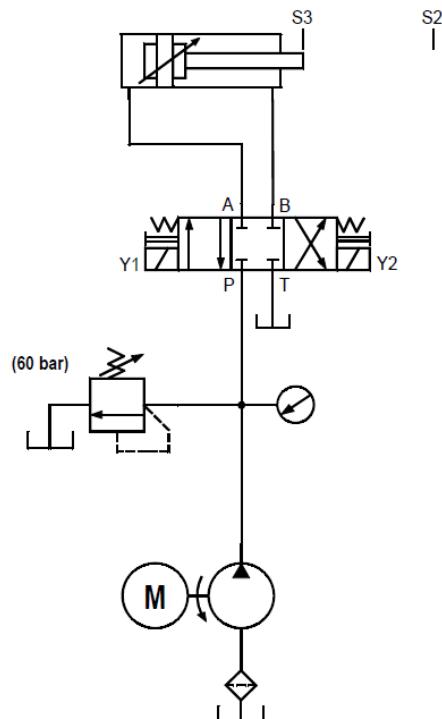
Ao atingir o final do curso de avanço, a haste do cilindro aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2. Com a chave fim de curso S2 acionado, seu contato normalmente fechado, ligado em série com o primeiro contato de K1 que mantinha a auto-retenção de K1, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando imediatamente a bobina do relê auxiliar K1. Com o relê K1 desligado, todos os seus contatos voltam à posição normal. O primeiro contato de K1 abre e desliga a auto-retenção de K1, permitindo que mesmo que a chave fim de curso S2 seja desacionada, com o retorno da haste do cilindro, a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica para o solenoide Y1. Com o solenoide Y1 desligado, a mola da válvula direcional empurra o carretel de volta para a posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

A principal diferença de funcionamento entre os dois circuitos elétricos de comando ocorre quando o botão de partida S1 é mantido acionado pelo operador. Na auto-retenção com comportamento de desligar dominante ocorre movimentos rápidos de ida e volta da haste do cilindro, quando esta alcança o final do curso de avanço. Isso ocorre porque, como a chave fim de curso S2 tem prioridade de comando, o solenóide Y1 é desligado quando S2 é acionada e o cilindro começa a retornar. Assim que a haste do cilindro

desaciona a chave fim de curso S2, o solenoide Y1 volta a ligar, fazendo com que o cilindro torne a avançar, até acionar novamente a chave fim de curso S2 que desliga outra vez o solenoide Y1, fazendo com que o cilindro volte a retornar e assim sucessivamente.

Já na auto-retenção com comportamento de ligar dominante, se o botão de partida é mantido acionado pelo operador, esses movimentos sucessivos de ida e volta do cilindro, no final do curso de avanço, não ocorrem. Isso se deve ao fato de que, como o botão de partida tem prioridade de comando, o solenoide Y1 permanece ligado, mesmo quando a chave fim de curso S2 é acionada pela haste do cilindro. Dessa forma, o cilindro para no final do curso de avanço até que o operador solte o botão de partida, quando somente então a chave fim de curso S2 desliga o relê K1 e com ele o solenoide Y1, permitindo o retorno automático do cilindro.

Exemplo 3: utilizando uma válvula direcional de 4/3 vias com posição central fechada, acionada por solenoides e centrada por molas.



Quando o circuito hidráulico é montado com uma válvula direcional de três posições de comando, acionada por solenóides nos dois sentidos e centrada por molas, deve-se utilizar dois relés auxiliares com função de auto-retenção, uma para cada solenóide a ser energizado. Outro recurso empregado é a utilização de uma segunda chave fim de curso, montada na

posição final traseira do cilindro, cuja função é de encerrar o ciclo de comando e preparar o sistema para uma nova partida.

Quando o circuito elétrico de comando é energizado, tanto os solenóides como os relês auxiliares permanecem desligados, aguardando por um sinal de inicialização do ciclo.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 do relê auxiliar K2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do relê auxiliar K1. O contato aberto 11/14 de K1, ligado em paralelo com o botão S1, fecha para efetuar a autretenção da bobina de K1, isto é, mesmo que o botão S1 seja desacionado, a corrente elétrica continua passando por esse contato de K1, mantendo a bobina de K1 energizada.

O contato aberto 21/24 de K1, ligado em série com o contato fechado 21/22 de K2, é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance. O contato fechado 31/32 de K1, ligado em série com o contato aberto 41/44 de K2, abre para garantir que o solenóide Y2 não ligue, enquanto o solenóide Y1 estiver energizado.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S3, montada no final do curso de retorno, é desacionada, fechando o seu contato, sem nada alterar no funcionamento do circuito, considerando-se que o contato aberto de S2 mantém aquela parte do circuito desligada.

Quando a haste do cilindro atinge o final do curso de avanço e aciona a chave fim de curso S2, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato normalmente fechado da chave fim de curso S3, ligada em série com S2, e liga a bobina do relê auxiliar K2. O contato fechado 11/12 de K2 abre, desligando a bobina do relê auxiliar K1 e, com ela, o solenoide Y1 da Válvula direcional.

O contato fechado 21/22 de K2 abre, atuando como uma retenção que garante o desligamento do solenoide Y1. O contato aberto 31/34 de K2 fecha e efetua a auto-retenção do relê auxiliar K2, garantindo que se a chave fim de curso S2 for desacionada, a bobina do relê K2 permanecerá energizada. O contato aberto 41/44 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que passa também pelo contato fechado 31/32 de K1, ligado em série, e energiza a bobina do solenoide Y2. Com o solenoide Y2 ligado, o carretel da válvula direcional é acionado para a posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

Assim que a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S2, montada no final do curso de avanço, é desacionada e abre seu contato, interrompendo a passagem da corrente elétrica por ela. Nesse momento, o contato 31/34 de K2, com a função de auto-retenção, mantém a bobina do relê auxiliar K2 energizada, independentemente da posição do contato da chave fim de curso S2 que foi desacionada.

Quando a haste do cilindro atinge o final do curso de retorno e aciona a chave fim de curso S3, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do relê auxiliar K2. Com o relê K2 desligado, o contato 11/12 de K2 volta a fechar, habilitando uma nova partida. O contato 21/22 de K2 também volta a fechar, permitindo um novo acionamento do solenoide Y1, assim que o botão de partida for ativado. O contato 31/34 de K2 volta a abrir, desativando a auto-retenção da bobina do relê auxiliar K2. O contato 41/44 de K2 também volta a abrir, o que interrompe a passagem da corrente elétrica para a bobina do solenoide Y2. Com o solenoide Y2 desligado, as molasacionam o carretel da válvula direcional na posição central fechada, bloqueando o fluxo hidráulico para o cilindro e encerrando o ciclo.

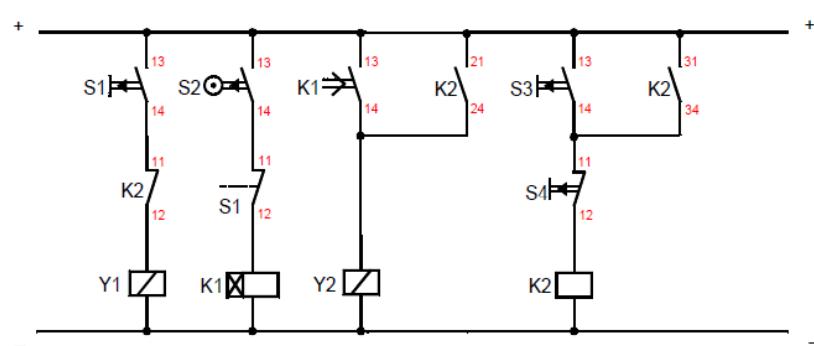
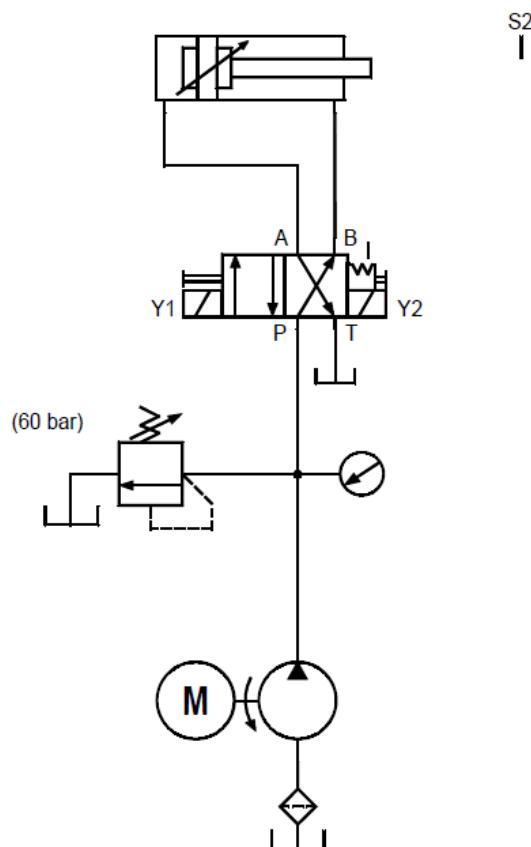
Assim, tanto o circuito hidráulico como o elétrico de comando encontram-se novamente na posição inicial, aguardando uma nova partida que pode ser efetuada por meio do acionamento do botão S1.

12. Um cilindro de ação dupla deve avançar, quando for acionado um botão de partida, permanecer parado por 4 segundos no final do curso de avanço e retornar automaticamente. Um botão de emergência deve encerrar instantaneamente o ciclo e fazer com que o cilindro volte imediatamente ao ponto de partida, seja qual for a sua posição.

As novidades neste circuito são: um relê temporizador cuja função é contar um tempo de parada do cilindro no final do curso de avanço, antes de efetuar o retorno automático; e um sistema de emergência que, quando acionado, deve desativar o circuito elétrico de comando e fazer o cilindro retornar imediatamente a sua posição inicial, ou seja, no final do curso de retorno.

Mais uma vez, serão apresentadas três possibilidades de solução da situação-problema, usando três válvulas direcionais diferentes que, de acordo com o que foi demonstrado no circuito anterior, exigem três comandos elétricos distintos para que o circuito hidráulico tenha o mesmo funcionamento.

Utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por dois solenóides e detente que mantém memorizado o último acionamento.



Quando o circuito de comando elétrico é energizado, todos os solenóides e relês permanecem desligados, aguardando o sinal de partida. Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 de K2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do solenoide Y1. Com o solenoide Y1 energizado, o carretel da válvula direcional é empurrado para a posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Se o botão de partida S1 for desacionado pelo operador, seu contato volta a abrir desligando o solenoide Y1. O detente da válvula direcional trava o carretel na posição paralela e o cilindro continua avançando.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, ela aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2, cujo contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado de S1, ligado em série com a chave fim de curso S2, e liga a bobina do relé temporizador K1, desde que o operador tenha soltado o botão de partida S1. Ao contrário de um relê auxiliar cujos contatos são instantaneamente invertidos quando sua bobina é energizada, o relê temporizador atrasa a inversão de seus contatos de acordo com o tempo previamente ajustado em seu potenciômetro. Dessa forma, quando o relê temporizador K1 é ativado, o tempo sugerido de 4 segundos é contado e somente então seu contato aberto 13/14 fecha e energiza a bobina do solenoide Y2. Com o solenoide Y2 ligado, o carretel da válvula direcional é empurrado para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro retorne automaticamente.

O emprego do contato normalmente fechado do botão de partida S1, em série com a chave fim de curso S2, evita que o relê temporizador K1 seja energizado, ligando o solenóide Y2 com o solenóide Y1 ainda ativado, caso o operador não tenha soltado o botão de partida S1. Esse recurso protege o circuito eletro-hidráulico, não permitindo que os solenóides sejam energizados ao mesmo tempo, após a contagem do tempo ajustado no relê temporizador K1, se o operador mantiver acionado o botão de partida S1.

Quando o circuito de comando elétrico é energizado, todos os solenóides e relês permanecem desligados, aguardando o sinal de partida. Acionando-se o botão de partida S1, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 de K2, ligado em série com o botão S1, e liga a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 energizado, o carretel da válvula direcional é empurrado para a posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Se o botão de partida S1 for desacionado pelo operador, seu contato volta a abrir desligando o solenóide Y1. O detente da válvula direcional trava o carretel na posição paralela e o cilindro continua avançando.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, ela aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2, cujo contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado de S1, ligado em série com a chave fim de curso S2, e liga a bobina do relê temporizador K1, desde que o operador tenha soltado o botão de partida S1. Ao contrário de um relê auxiliar cujos contatos são instantaneamente invertidos quando sua bobina é energizada, o relê temporizador atrasa a inversão de seus contatos de acordo com o tempo previamente ajustado em seu potenciômetro. Dessa forma, quando o relê temporizador K1 é ativado, o tempo sugerido de 4 segundos é contato e somente então seu contato aberto 13/14 fecha

e energiza a bobina do solenóide Y2. Com o solenóide Y2 ligado, o carretel da válvula direcional é empurrado para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro retorne automaticamente.

O emprego do contato normalmente fechado do botão de partida S1, em série com a chave fim de curso S2, evita que o relê temporizador K1 seja energizado, ligando o solenóide Y2 com o solenóide Y1 ainda ativado, caso o operador não tenha soltado o botão de partida S1. Esse recurso protege o circuito eletro-hidráulico, não permitindo que os solenóides sejam energizados ao mesmo tempo, após a contagem do tempo ajustado no relê temporizador K1, se o operador mantiver acionado o botão de partida S1.

Quando a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S2 é desacionada e seu contato que havia fechado volta a abrir, desligando a bobina do relê temporizador K1.

Assim que o relê K1 é desativado, seu contato 13/14 que havia fechado abre, desligando a bobina do solenoide Y2. Mais uma vez, o detente da válvula direcional trava o carretel, agora na posição cruzada, e a haste do cilindro permanece retornando, mesmo com o solenoide Y2 desligado. Um novo ciclo pode ser iniciado por meio do acionamento do botão de partida S1.

O sistema de parada de emergência, apresentado nesta solução, é formado por um relê auxiliar K2 e dois botões de comando: S3 para ativar a parada de emergência e S4 para desativar o sistema. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S3 for acionado, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S4, ligado em série com o botão S3, e liga a bobina do relê auxiliar K2. O contato fechado 11/12 de K2 abre e desliga o solenoide Y1, se este estiver ligado. O contato aberto 31/34 de K2 fecha e efetua a auto-retenção de K2

para que a bobina de K2 permaneça energizada, mesmo se o botão S3 for desacionado. O contato aberto 21/24 de K2, ligado em paralelo com o

contato 13/14 do relê temporizador, fecha e energiza diretamente a bobina do solenoide Y2 para que a haste do cilindro, esteja onde estiver, volte imediatamente a sua posição inicial, isto é, no final do curso de retorno.

Enquanto o sistema de emergência estiver ativado, o operador não poderá iniciar um novo ciclo pois o contato 11/12 de K2 permanece aberto e não permite que o solenóide Y1 seja energizado, mesmo com o acionamento do botão de partida S1. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, por meio do acionamento do botão S4.

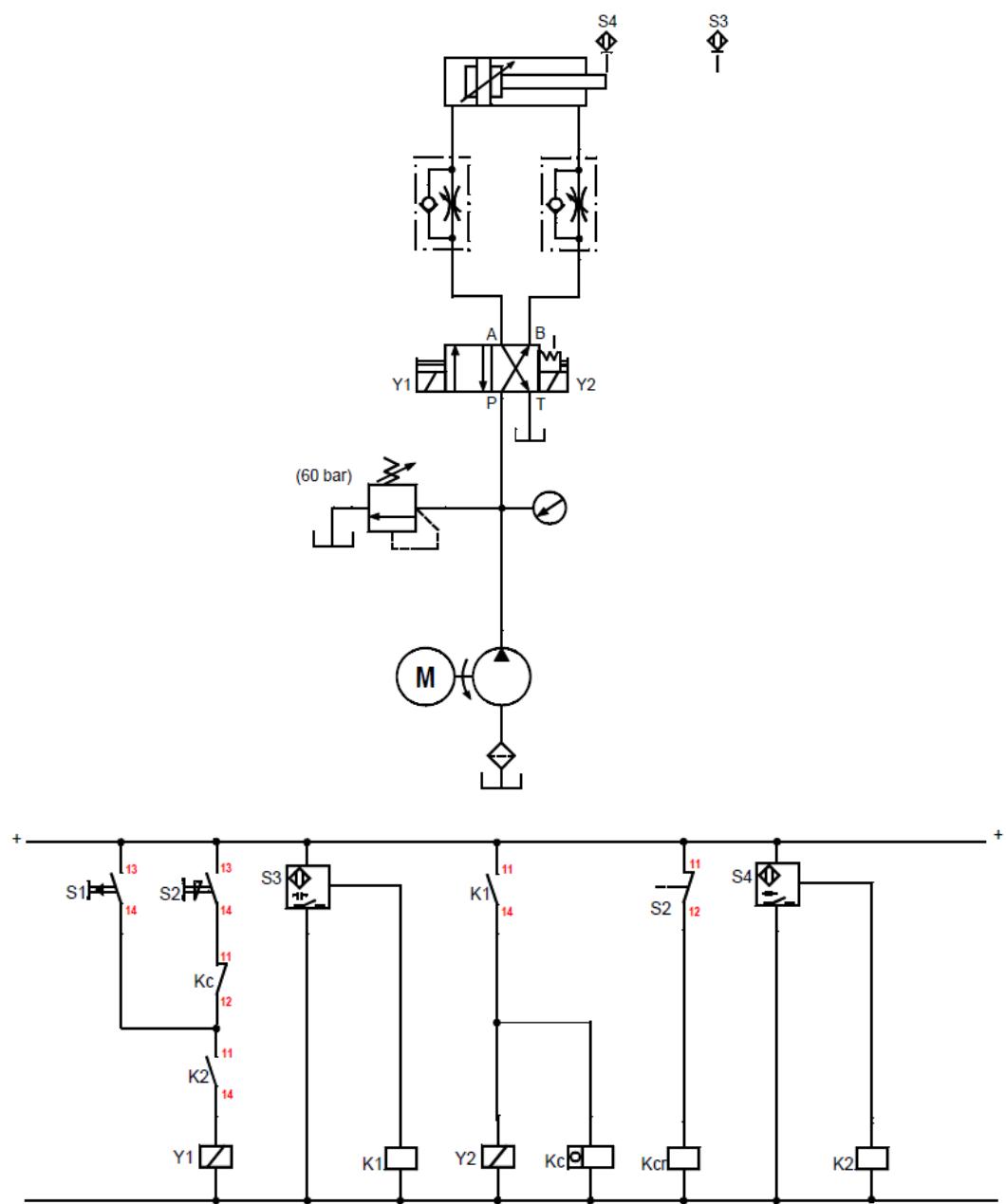
Acionando-se o botão S4, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do relê auxiliar K2. Quando o relê K2 é desligado, seu contato 31/34 volta a abrir e desliga a auto-retenção do relê K2, permitindo que o botão S4 seja desacionado e garantindo o desligamento da bobina do relê K2. O contato 21/24 de K2 também volta a abrir, desligando o solenoide Y2. O contato 11/12 de K2 volta a fechar, permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione novamente o botão de partida S1.

- 13.** Um cilindro hidráulico de ação dupla deve avançar e retornar automaticamente, efetuando um único ciclo, uma vez pressionado um botão de partida. Um segundo botão, quando acionado, deve fazer com que o cilindro avance e retorne, em ciclo contínuo limitado, isto é,

o número de ciclos deve poder ser selecionado, de acordo com a vontade do operador. Além disso, a velocidade do cilindro deve ser controlada tanto no avanço como no retorno, independentemente.

Mais uma vez, o circuito hidráulico pode ser montado em três versões, empregando três tipos diferentes de válvulas direcionais: uma de 4/2 vias acionada por duplo solenoide, outra também de 4/2 vias com acionamento por solenóide e retorno por mola e, uma terceira, de 4/3 vias centrada por molas. O que há de novo no circuito hidráulico é a presença de duas válvulas reguladoras de fluxo unidirecionais, com compensador de pressão e temperatura, cuja finalidade é controlar as velocidades de avanço e de retorno do cilindro. O circuito elétrico, por sua vez, apresenta, como novidade, um botão de comando com trava, um contador eletromecânico para controlar o número de ciclos do cilindro e dois sensores de proximidade sem contato físico, utilizados no lugar das tradicionais chaves fim de curso.

Exemplo 1: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por dois solenoides e detente que mantém memorizado o último acionamento.



A partida do cilindro pode ser efetuada por um dos dois botões de comando S1 ou S2. O botão pulsador S1 permite a partida para um único ciclo de ida e volta do cilindro. Já o botão com trava S2 aciona a partida do cilindro em ciclo contínuo que somente será interrompido quando o operador

destravar o botão S2, ou quando o relê contador Kc registrar um determinado número de ciclos pré-programado pelo operador.

Quando o circuito elétrico é energizado, o sensor de proximidade indutivo S4, montado no final do curso de retorno do cilindro, acusa a presença da haste e emite um sinal de saída que liga o relê auxiliar K2, fechando seu contato aberto 11/14. Os demais relês, bem como os solenóides da válvula direcional, permanecem desligados, aguardando por um sinal de partida.

Efetuando-se um pulso no botão S1, partida em ciclo único, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato 11/14 de K2, que se encontra fechado, e energiza a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 ligado, o carretel da válvula é empurrado para a posição paralela, fazendo com que o óleo flua livremente pela retenção da válvula reguladora de fluxo até a câmara traseira do cilindro. Dessa forma, a haste do cilindro avança, com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo da direita que restringe a saída do óleo da câmara dianteira.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno do cilindro, interrompe seu sinal elétrico de saída, desligando o relê K2.

Com o relê K2 desativado, seu contato 11/14 que estava fechado abre, desligando o solenóide Y1. Mesmo que o solenóide Y1 seja desligado, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o carretel se mantém na posição paralela e a haste do cilindro permanece avançando.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, um sensor capacitivo S3 lá posicionado acusa a aproximação da haste e emite um sinal elétrico que energiza o relê K1. Quando o relê K1 é ativado, seu contato aberto 11/14 fecha, energizando o solenóide Y2 e, ao mesmo tempo, a bobina do relê contador Kc que, ao receber o sinal elétrico, efetua a

contagem de um ciclo. Com o solenóide Y2 ligado, o carretel da válvula direcional é acionado para a posição cruzada, fazendo com que o óleo flua livremente pela retenção da válvula reguladora de fluxo até a câmara dianteira do cilindro. Dessa forma, a haste do cilindro retorna, com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo da esquerda que restringe a saída do óleo da câmara traseira.

Assim que a haste do cilindro começa a retornar, o sensor capacitivo S3, montado no final do curso de avanço do cilindro, interrompe o sinal elétrico de saída, desligando o relê K1.

Quando o relê K1 é desativado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, tanto para o relê contador Kc como para o solenóide Y2 da válvula direcional. Mesmo que o solenóide Y2 seja desligado, como a válvula direcional não possui mola de reposição, o carretel se mantém na posição cruzada e a haste do cilindro permanece retornando.

Quando a haste do cilindro chega ao final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 acusa sua presença e emite um sinal de saída, ligando novamente o relê K2. Com K2 energizado, seu contato aberto 11/14 volta a fechar e aguarda por um novo sinal de partida, considerando-se que a corrente elétrica está interrompida no contato aberto 13/14 do botão de partida S1.

A partida for efetuada pelo botão com trava S2, seu contato aberto 13/14 fecha e permanece fechado e travado, permitindo a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 do relê contador Kc, ligado em série com o botão S2, e chega até o contato 11/14 de K2. Dessa forma, toda a vez que a haste do cilindro encerra um ciclo, atingindo o final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 liga o relê K2 cujo contato 11/14 fecha e uma nova partida é efetuada automaticamente,

iniciando um novo ciclo. Assim, o cilindro permanece operando em ciclo contínuo, com movimentos sucessivos de ida e volta da haste, até que o botão S2 seja destravado, interrompendo a passagem da corrente elétrica, ou que o relê contador Kc registre um número de ciclos igual ao da sua programação. Se, por exemplo, o relê contador Kc teve a contagem programada para receber 10 impulsos elétricos e a haste do cilindro chegou pela décima vez ao final do curso de avanço onde se encontra o sensor capacitivo S3, o sensor liga o relê K1 que além de acionar o retorno da haste emite o décimo impulso elétrico na bobina do relê contador Kc cujo contato fechado 11/12, ligado em série com o botão S2, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, impedindo uma nova partida automática e encerrando os ciclos de movimento da haste do cilindro.

Uma nova partida pode ser efetuada para ciclo único, através do acionamento do botão S1. O ciclo contínuo, entretanto, somente pode ser reiniciado com o destravamento do botão S2 cujo contato 11/12 fecha e energiza o reset do relê Kc. Com o reset do contador Kc ativado, a contagem no seu mostrador retorna a zero e o contato 11/12 de Kc que havia aberto, encerrando os ciclos pré-programados, volta a fechar permitindo uma nova partida em ciclo contínuo.

GARANTIA

A Allerbest Produtos para Laboratório Ltda, oferece garantia contra defeitos de fabricação ou de materiais, para seus produtos por um período de 12 meses, contados a partir da data de entrega correspondente a ordem de fornecimento, desde que satisfeitos os seguintes requisitos:

- Manuseio adequados, seguindo as orientações do manual de instrução;
- Instalação correta;
- Realização de reparos e/ou modificações somente por pessoas autorizadas pela Allerbest Comércio de Produtos para Laboratório Ltda.
- Allerbest Comércio de Produtos para Laboratório Ltda se isenta da responsabilidade de mau funcionamento do equipamento alterado por pessoas não autorizadas;
- O rompimento do lacre de segurança implica no término da garantia;
- A presente garantia se limita ao equipamento fornecido não responsabilizando a Allerbest Comércio de Produtos para Laboratório Ltda por danos a pessoas, a terceiros, a outros equipamentos ou instalações ou quaisquer outros danos emergentes ou consequentes do mau uso do equipamento.
- O uso deste aparelho pode envolver o emprego de materiais perigosos. Este manual não pretende tratar de todos os problemas de segurança associados ao seu uso. É de responsabilidade do usuário estabelecer as práticas de segurança apropriadas e determinar a aplicabilidade de limitações antes de seu uso, bem como treinar os operadores do aparelho.

Allerbest Produtos para Laboratório LTDA

Rua Anne Frank, 5121, Boqueirão, Curitiba/PR | CEP 81730-010

(41) 3376-5035 | vendas@allerbest.com.br | www.allerbest.com.br

CNPJ 81.203.838/0001-84 | Inscrição estadual: 10172495-64