



**Manual de Operação,
Conservação e Manutenção**

Festo Didactic

Presente desde 1974 no Brasil, a Festo Didactic treina profissionais nas áreas de manutenção, projetos e engenharia de empresas de vários segmentos industriais, além de professores, instrutores e alunos de entidades educacionais como Senai, Escolas Técnicas e Universidades.

Com o treinamento voltado para a prática, a Festo Didactic garante excelente retorno sobre o investimento em treinamento e capacitação profissional, com vistas à melhoria da produtividade e da qualidade de seus clientes.

Através de uma equipe altamente qualificada, composta de engenheiros preparados tanto nas tecnologias como nas metodologias didáticas e ensino de adultos, a Festo Didactic identifica a necessidade do cliente e propõe soluções específicas, abrindo caminhos também à retransmissão desses conhecimentos, no que se refere à qualificação de mão de obra.

Além da oferta de cursos, a Festo Didactic também presta consultoria na montagem de laboratórios para entidades de ensino e centros de treinamento profissional de empresas, podendo fornecer os mais modernos equipamentos e materiais didáticos de apoio para o ensino completo da Automação Industrial, desde as áreas de Pneumática, Hidráulica, Controladores Programáveis, Manipulação e Robótica, Eletroeletrônica, Sensores e Redes de Comunicação, até sistemas integrados para Controle de Processos Contínuos, Sistemas Modulares de Produção e CIM (*Computer Integrated Manufacturing*).

Com sua experiência no Brasil e em todo o mundo, onde está presente em mais de 100 países, para qualquer que seja a necessidade de ensino ou treinamento em Automação Industrial, a Festo Didactic pode oferecer uma excelente solução, que garanta um investimento rentável e com resultados comprovados.

Consulte a Festo Didactic:

Festo Automação Ltda.

Rua Giuseppe Crespi, 76
Km 12,5 da Via Anchieta - Jardim Santa Emília
CEP 04183-080 - São Paulo - SP
Fone: (11) 5013-1616
Fax: (11) 5013-1613
email: did@festo.com.br
www.festo.com.br

Sumário

Apresentação	4
Painel	5
Gaveteiro	6
Unidade de energia hidráulica	7
Componentes hidráulicos	12
Componentes eletro-hidráulicos e eletroeletrônicos	32
Recomendações de operação, conservação e manutenção	55
Ensaio hidráulicos	60
Ensaio eletro-hidráulicos	95

Apresentação

O painel simulador de Hidráulica e Eletro-Hidráulica Festo foi especialmente desenhado para permitir a montagem rápida de circuitos de comando hidráulicos e elétricos, com vistas ao desenvolvimento de ensaios práticos que complementam o aprendizado teórico dos conceitos de Automação Hidráulica Industrial.

Trata-se de um recurso indispensável para a formação profissional, em todos os níveis de estudo: básico, técnico e acadêmico.

Todo o equipamento foi estruturado em módulos, permitindo que a Escola configure o painel simulador de acordo com o nível e aprofundamento nos estudos, dos conteúdos básicos aos avançados, conforme suas reais necessidades.

Tudo isso com a garantia da qualidade Festo, a mais de 35 anos desenvolvendo soluções para uma aprendizagem rápida e uma compreensão profunda dos conceitos, em todos os campos da automação e da tecnologia.

Serão apresentados, a seguir, todos os dados técnicos da estrutura, da unidade de energia hidráulica e de todos os módulos disponíveis para a configuração do painel simulador de Hidráulica e Eletro-Hidráulica.

Serão detalhados, neste manual, os procedimentos para a correta operação e manutenção do equipamento, bem como apresentadas inúmeras sugestões de circuitos hidráulicos e elétricos que poderão ser utilizados no desenvolvimento dos ensaios práticos.

Painel



códigos

painel	130 21 698
coletor	130 24 302
bandeja	130 31 796

Dimensões:

comprimento: 1200 mm

largura: 700 mm

altura: 1800 mm

A estrutura do painel é fabricada em perfil de aço com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento eletrostática, suportada por 4 rodízios giratórios que facilitam sua movimentação.

O painel possui um tampo duplo que permite aos alunos trabalhar simultaneamente, tanto na parte frontal quanto na traseira, agilizando a montagem dos circuitos. O tampo é fabricado em alumínio anodizado, com rasgos equidistantes a 50 mm, para fixação rápida dos componentes hidráulicos a serem utilizados nos ensaios.

Uma bandeja revestida de borracha facilita o apoio dos componentes a serem utilizados durante a montagem dos circuitos, além de servir para captação de óleo residual.

Por fim, um bastidor, montado estrategicamente na parte superior do painel, permite a distribuição rápida dos componentes eletroeletrônicos de comando, além de separar os cabos elétricos das mangueiras hidráulicas, mantendo uma distância adequada entre os componentes hidráulicos e elétricos.

Gaveteiro

código 130 28 708



Dimensões:

comprimento: 760 mm

Largura: 480 mm

altura: 730 mm

Assim como a estrutura do painel, o gaveteiro também é construído em aço com tratamento anticorrosivo e pintura de acabamento eletrostática, sendo suportado por 4 rodízios giratórios que facilitam sua movimentação.

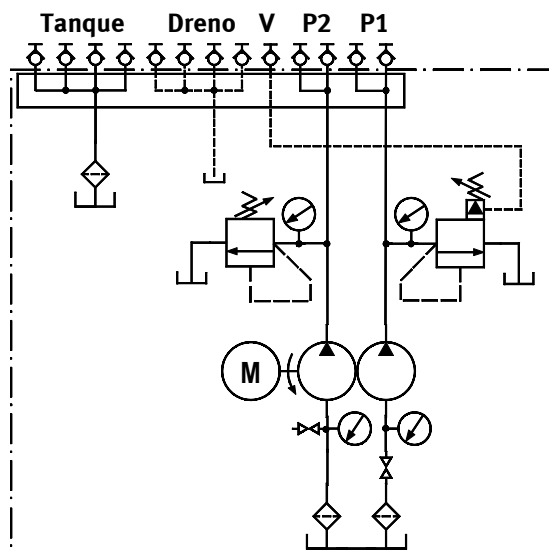
O gaveteiro possui 3 gavetas deslizantes sobre rolamentos, com fechadura de segurança, para acondicionamento dos componentes hidráulicos e elétricos.

Unidade de energia hidráulica

códigos

com kit de cavitação e aeração 130 22 981

sem kit de cavitação e aeração 130 28 254

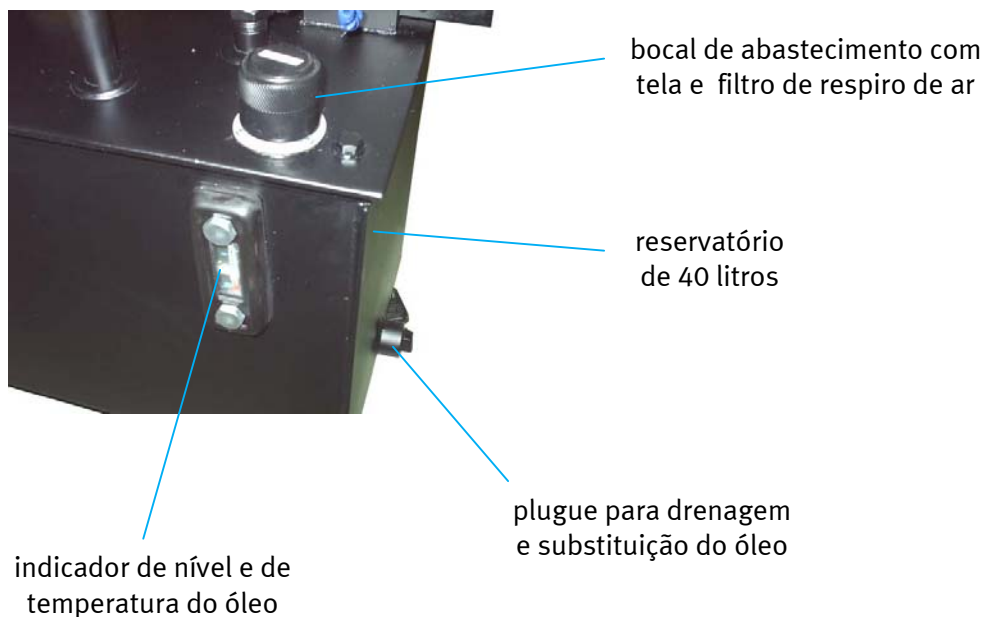


Dados técnicos:

- capacidade do reservatório de óleo: 40 l
- motor elétrico de acionamento: 3 CV, 110/220 Vca, 60 Hz
- bomba dupla de engrenagens com deslocamento fixo e saída independentes
- vazão de cada bomba: 5 lpm
- vazão total: 10 lpm
- pressão de operação: 0 a 80 bar
- pressão máxima: 100 bar

A unidade de energia hidráulica é apoiada em 4 rodízios giratórios que facilitam sua movimentação.

A unidade possui um reservatório com capacidade de 40 litros de óleo o qual apresenta um indicador de nível e de temperatura do óleo, nas escalas °C e °F, um bocal de abastecimento provido de tela e filtro de respiro de ar, além de um plugue para drenagem que facilita a substituição do fluido hidráulico.

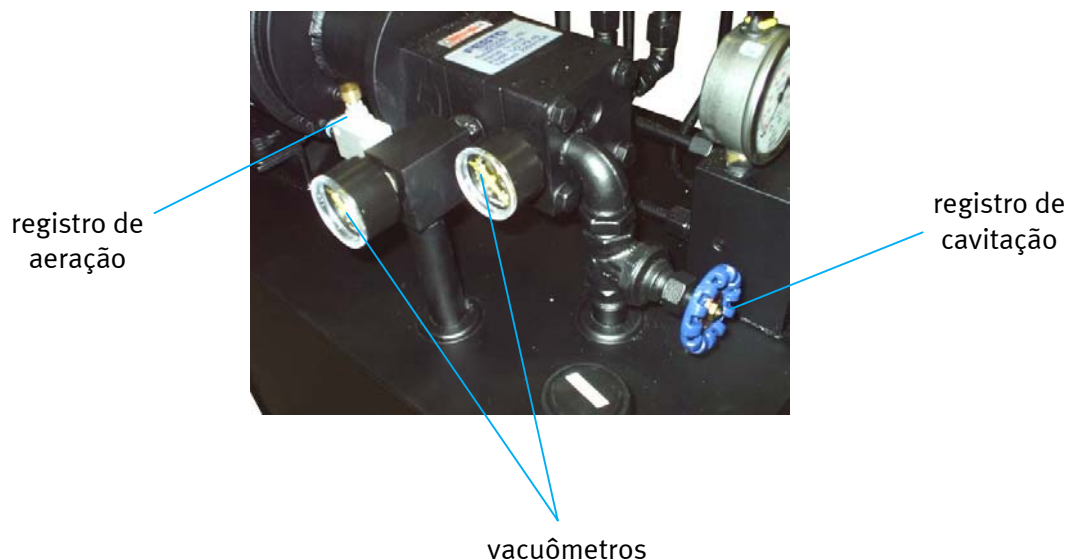


A energia hidráulica é gerada por um conjunto de duas bombas de engrenagens com saídas independentes, acionadas por um motor elétrico de 3 CV, 110/220 Vca, 60 Hz, com acoplamento flexível e flanges normalizadas.



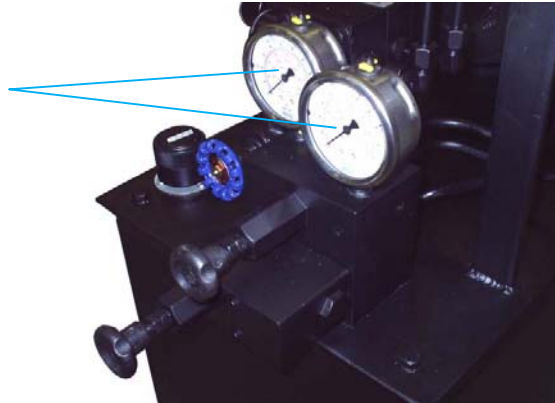
Cada bomba possui uma vazão de 5 litros de óleo por minuto, podendo operar na faixa de pressão de 0 a 100 bar.

As pressões negativas de sucção podem ser verificadas por meio de dois vacuômetros distribuídos em cada uma das linhas de entrada das bombas. Além disso, efeitos de aeração e de cavitação podem ser demonstrados por meio de dois registros montados nas linhas de sucção das bombas: um de aeração, que permite a entrada de ar na sucção de uma das bombas; e outro de cavitação, o qual estrangula a linha de entrada da outra bomba, simulando uma possível saturação do filtro de sucção.



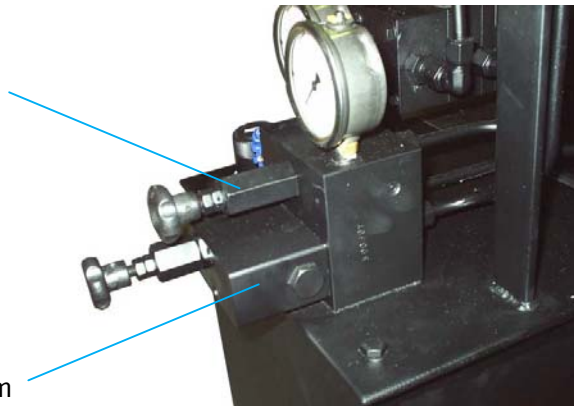
Como as bombas possuem saídas independentes, cada qual apresenta uma válvula limitadora de pressão, com função de segurança, e manômetro com amortecimento por glicerina e escala dupla (bar/PSI), para verificação do ajuste de pressão. Uma das válvulas é de ação direta e a outra pré-operada com possibilidade de ventagem, ambas operando na faixa de ajuste de 0 a 60 bar de pressão.

manômetros com amortecimento por glicerina e escala dupla (bar/PSI)



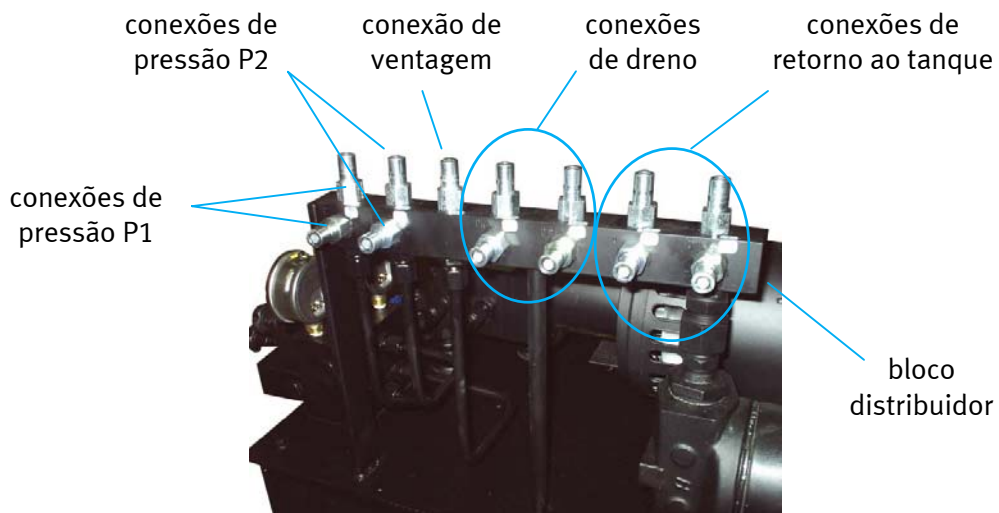
válvula limitadora de pressão de ação direta

válvula limitadora de pressão pré-operada com possibilidade de ventagem

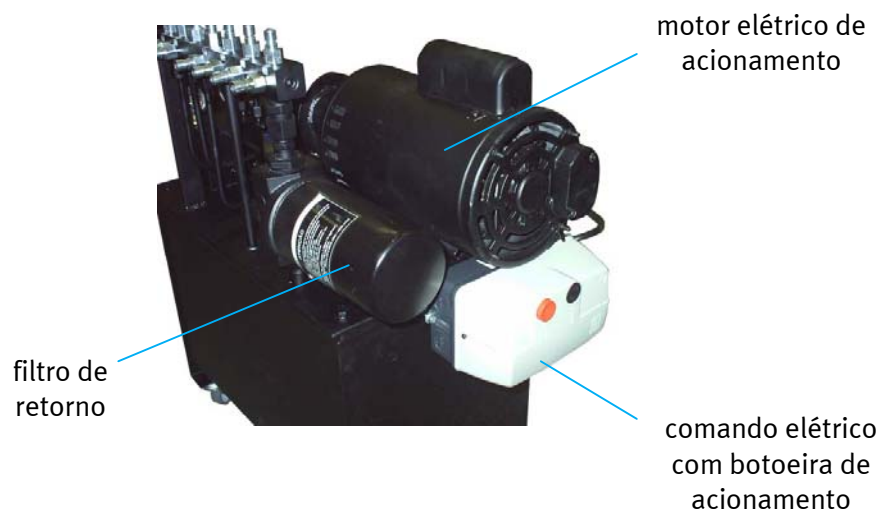


Na parte superior da unidade, um bloco distribuidor, dotado de 13 conexões de engate rápido antivazamento, permite as ligações hidráulicas entre a unidade e os componentes fixados no tampo do painel, a serem utilizados durante os ensaios. As ligações são efetuadas por meio de mangueiras flexíveis, descritas adiante.

O bloco distribuidor possui 4 conexões de pressão, sendo 2 para cada bomba (P1 e P2), 4 conexões de dreno cuja linha é montada acima do nível do óleo do reservatório, 4 conexões de retorno para o tanque passando por um filtro e 1 conexão de ventagem da válvula limitadora de pressão pré-operada.

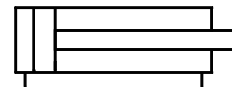


O óleo hidráulico que volta do circuito, em direção ao reservatório, passa por um filtro de retorno de 10 microns, montado na parte traseira da unidade.

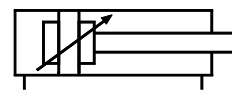


O motor de acionamento das bombas é controlado por um comando elétrico por contator, com botoeira e relê de proteção, montado na parte traseira da unidade.

Cilindro de ação dupla



sem amortecimento de final de curso



com amortecimento de final de curso

Dados técnicos:

Ø do êmbolo	Ø da haste	curso	amortecimento de final de curso	reguladores de vazão nas conexões	código
40	19	280	sim	sim	130 22 996
32	14	250	sim	não	130 28 256
32	14	200	não	não	130 28 255
40	* 28	280	sim	sim	130 22 998
32	* 22	250	sim	não	130 28 258
32	* 22	200	não	não	130 28 257

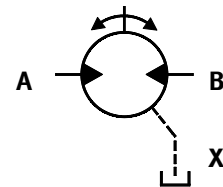
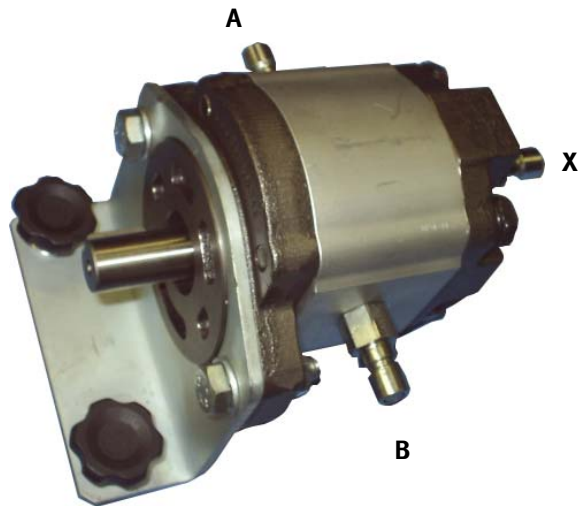
* relação de áreas de avanço e retorno de 2:1 para montagem de circuito regenerativo

- todos equipados com conexões de engate rápido antivazamento

Motor hidráulico bidirecional

código

130 23 000

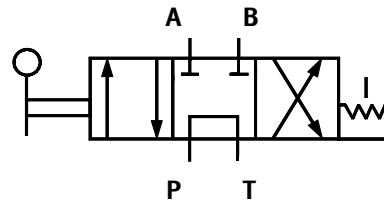


Dados técnicos:

- conjunto de acionamento por engrenagens
- deslocamento volumétrico de 8,1 cm³/rotação
- pressão máxima de operação: 270 bar
- rotação máxima: 4000 rpm
- dreno externo
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula direcional de 4/3 vias, centro tandem

código 130 23 001

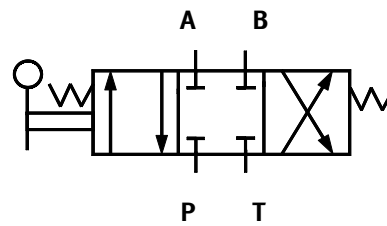


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 3 posições de comando com detente
- centro de circulação ou tandem (**P** aberta ao tanque **T**, **A** e **B** bloqueadas)
- acionamento manual por alavanca
- trava nas três posições
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 40 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula direcional de 4/3 vias, centro fechado

código 130 23 003



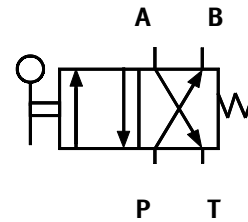
Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 3 posições de comando
- centro fechado (**P**, **A**, **B** e **T** bloqueadas)
- acionamento manual por alavanca
- centrada por molas
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 40 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula direcional de 4/2 vias

código

130 23 004

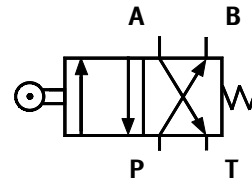


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento manual por alavanca
- retorno por molas
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 40 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula direcional de 4/2 vias

código 130 23 005

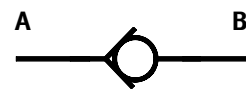


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento mecânico por rolete
- retorno por molas
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 40 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula de retenção simples

código 130 23 006



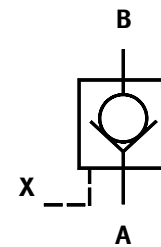
Dados técnicos:

- pressão de abertura: 3 bar
- vazão nominal: 40 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula de retenção pilotada

código

130 22 989



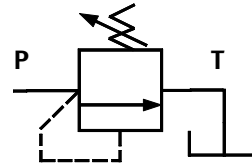
Dados técnicos:

- piloto externo
- pressão máxima de operação: 210 bar
- pressão de abertura: 3 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula limitadora de pressão diretamente operada

código

130 23 010

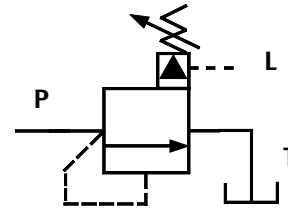


Dados técnicos:

- piloto interno
- faixa de pressão de operação: de 5 a 50 bar
- vazão máxima: 30 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de pressão por manopla com contra porca de trava
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula limitadora de pressão pré-operada com ventagem

código 130 28 264

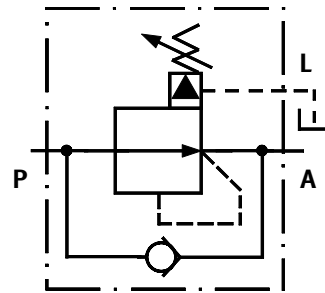


Dados técnicos:

- piloto e dreno internos
- faixa de pressão de operação: de 5 a 50 bar
- vazão máxima: 30 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de pressão por manopla com contra porca de trava
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula redutora de pressão pré-operada

código 130 23 011



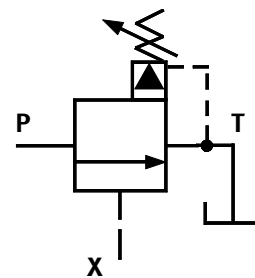
Dados técnicos:

- válvula de retenção incorporada para permitir retorno livre
- piloto interno e dreno externo
- faixa de pressão de operação: de 5 a 50 bar
- vazão máxima: 30 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de pressão por manopla com contra porca de trava
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula de descarga de pressão pré-operada

código

130 23 012



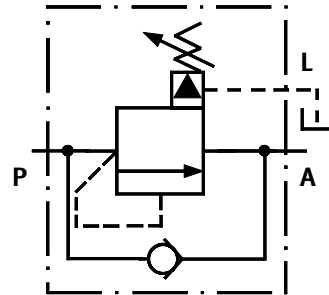
Dados técnicos:

- piloto externo e dreno interno
- faixa de pressão de operação: de 5 a 50 bar
- vazão máxima: 30 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de pressão por manopla com contra porca de trava
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula de seqüência de pressão pré-operada

código

130 23 013



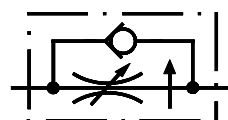
Dados técnicos:

- válvula de retenção incorporada para permitir retorno livre
- piloto interno e dreno externo
- faixa de pressão de operação: de 5 a 50 bar
- vazão máxima: 30 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de pressão por manopla com contra porca de trava
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula reguladora de vazão compensada

código

130 23 015



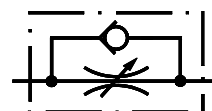
Dados técnicos:

- unidirecional com válvula de retenção incorporada para permitir retorno livre
- compensador de pressão
- pressão máxima de operação: 210 bar
- faixa de vazão de operação: de 0 a 17 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de vazão por manopla com escala graduada
- conexões de engate rápido antivazamento

Válvula reguladora de vazão não compensada

código

130 23 016



Dados técnicos:

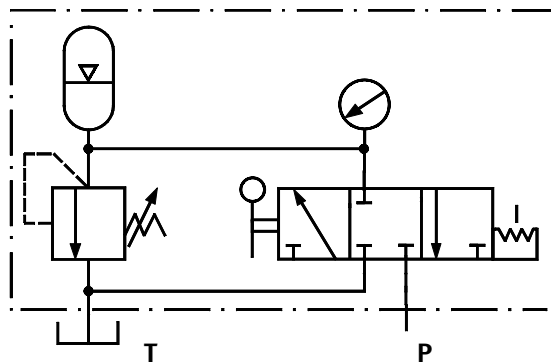
- unidirecional com válvula de retenção incorporada para permitir retorno livre
- pressão máxima de operação: 210 bar
- faixa de vazão de operação: de 0 a 17 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- ajuste de vazão por manopla
- conexões de engate rápido antivazamento

Acumulador de pressão

códigos

acumulador de 0,32 litros 130 28 261

acumulador de 0,75 litros 130 31 705



Dados técnicos:

- acumulador a nitrogênio, tipo membrana, com capacidade nominal de 0,32 ou 0,75 litros
- bloco de controle equipado com uma válvula de descarga e uma válvula de segurança diretamente operada, com manômetro
- pressão máxima: 120 bar
- pressão de operação: 60 bar
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Manômetro

código

130 28 259



Dados técnicos:

- manômetro com amortecimento por glicerina
- diâmetro de 63 mm
- conexão inferior de 1/4"
- escala métrica de 0 a 100 bar
- escala inglesa de 0 a 1400 PSI
- classe de precisão de 1%
- montado em bloco com duas conexões de engate rápido antivazamento

Rotâmetro

código

130 23 017



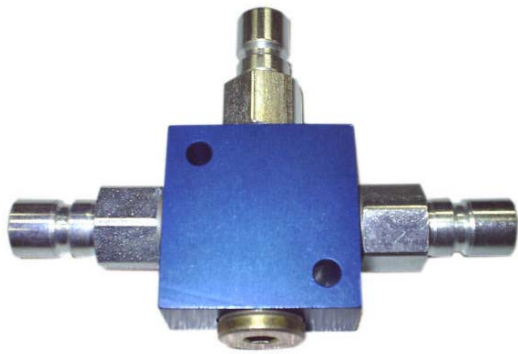
Dados técnicos:

- rotâmetro de linha
- escala métrica de 0 a 7,5 lpm
- escala inglesa de 0 a 2 gpm
- pressão máxima de trabalho: 241 bar
- faixa de temperatura de operação: de -29 °C a +116 °C
- repetibilidade de aproximadamente 1%
- conexões de engate rápido antivazamento

Conexão tipo “T”

código

130 28 260



Dados técnicos:

- montado em bloco com três conexões macho de engate rápido antivazamento

Cruzeta

código

130 28 223



Dados técnicos:

- montado em bloco com quatro conexões macho de engate rápido antivazamento

Mangueiras flexíveis



Dados técnicos:

- mangueiras flexíveis de 1/4", com trama de aço
- pressão máxima de operação: 200 bar
- montadas com terminais de engate rápido fêmea antivazamento

comprimento	código
600 mm	152 960
1000 mm	152 970
1500 mm	159386

Fonte de alimentação estabilizada

código

130 24 193



Dados técnicos:

- tensão de entrada: 110/220 Vca, 60 Hz
- tensão de saída: 24 Vcc
- corrente de saída: 10 A
- proteção contra curto-circuito
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Distribuidor elétrico

código

130 22 730



8 x



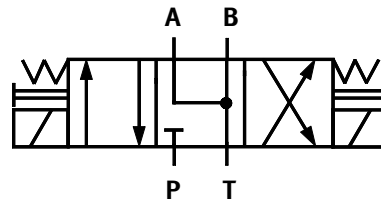
1 x

Dados técnicos:

- duas linhas de distribuição:
 - . 6 bornes para a linha positiva (vermelha)
 - . 6 bornes para a linha negativa (azul)
- 8 indicadores luminosos
- 1 sinalizador sonoro
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Eletroválvula direcional de 4/3 vias, centro de flutuação

código 130 23 018

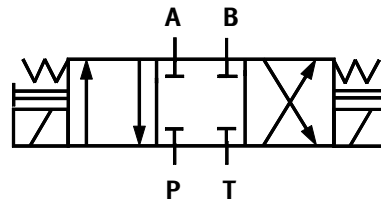
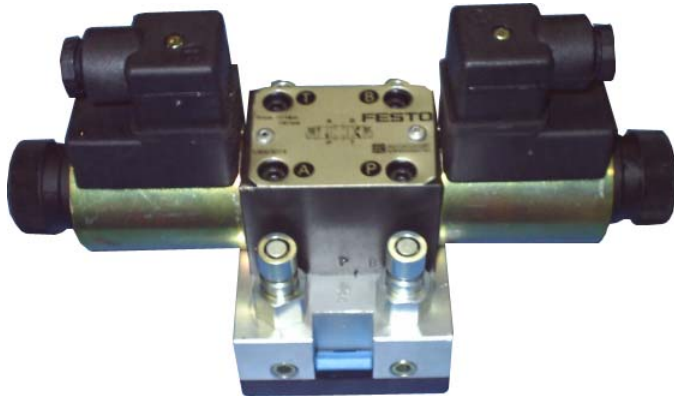


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 3 posições de comando
- centro de flutuação (**P** bloqueada, **A**, **B** e **T** interligadas na posição central)
- acionamento elétrico por solenóide de 24 Vcc
- centrada por molas
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LEDs indicadores de operação
- cabos elétricos equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (inclusos)
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Eletroválvula direcional de 4/3 vias, centro fechado

código 130 23 019

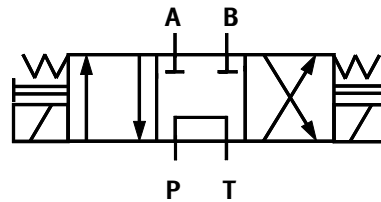


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 3 posições de comando
- centro fechado (**P**, **A**, **B** e **T** bloqueadas na posição central)
- acionamento elétrico por solenóide de 24 Vcc
- centrada por molas
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LEDs indicadores de operação
- cabos elétricos equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (inclusos)
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Eletroválvula direcional de 4/3 vias, centro tandem

código 130 28 873

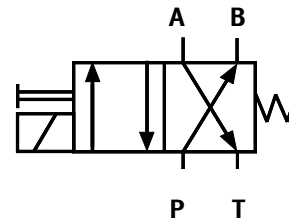
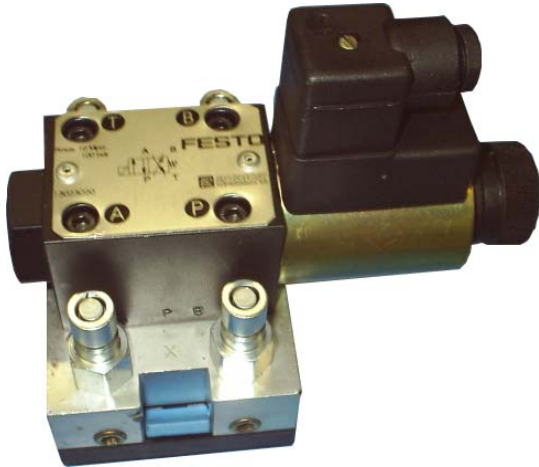


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 3 posições de comando
- centro tandem (**P** aberta ao tanque **T**, **A** e **B** bloqueadas na posição central)
- acionamento elétrico por solenóide de 24 Vcc
- centrada por molas
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LEDs indicadores de operação
- cabos elétricos equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (inclusos)
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Eletroválvula direcional de 4/2 vias

código 130 23 020

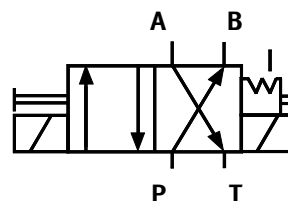
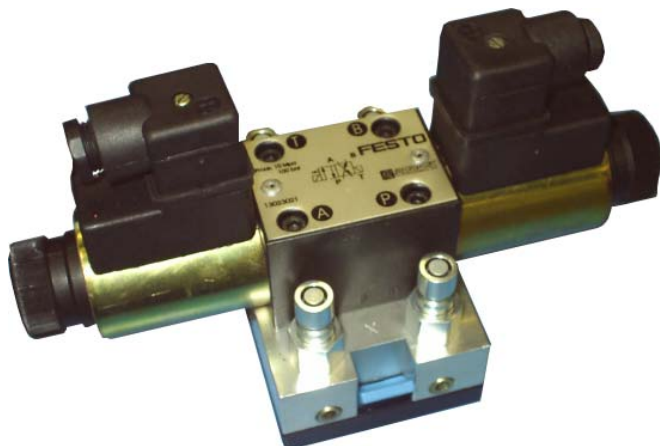


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento elétrico por solenóide de 24 Vcc
- retorno por molas
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Eletroválvula direcional de 4/2 vias, com detente

código 130 23 021

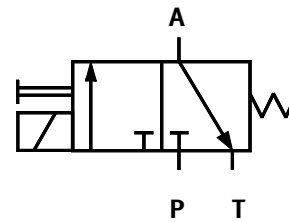


Dados técnicos:

- 4 vias de trabalho
- 2 posições de comando com detente
- acionamento elétrico por 2 solenóides de 24 Vcc
- trava nas duas posições
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LEDs indicadores de operação
- cabos elétricos equipados com pinos do tipo banana de 4 mm (inclusos)
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Eletroválvula direcional de 3/2 vias

código 130 23 022



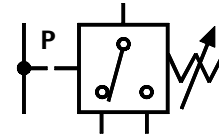
Dados técnicos:

- 3 vias de trabalho
- 2 posições de comando
- acionamento elétrico por solenóide de 24 Vcc
- retorno por molas
- possibilidade de acionamento manual de emergência
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
- pressão máxima de operação: 210 bar
- vazão nominal: 20 lpm
- temperatura de operação: -10 a 70 °C
- conexões de engate rápido antivazamento

Pressostato

código

167 080

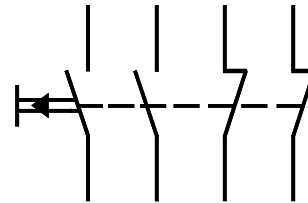


Dados técnicos:

- acionamento por pressão piloto direta
- faixa de ajuste de pressão: 0 a 100 bar
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- montado em bloco com conexões de engate rápido antivazamento

Placa de botões de comando elétrico 1

código 130 22 716



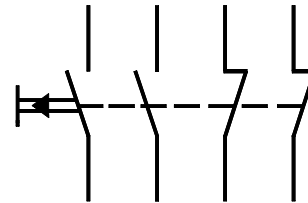
3 x

Dados técnicos:

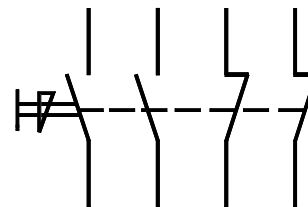
- 3 botões lisos de comando pulsador
- reposição por mola
- contatos: 2 NA + 2 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- cor: verde

Placa de botões de comando elétrico 2

código 130 22 717



2 x



1 x

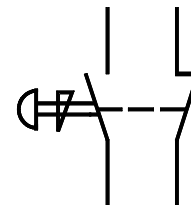
Dados técnicos:

- 2 botões lisos de comando pulsador, na cor vermelha, com reposição por mola
- contatos: 2 NA + 2 NF
- 1 botão giratório com trava, na cor preta
- contatos: 2 NA + 2 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Botão de emergência

código

130 22 715



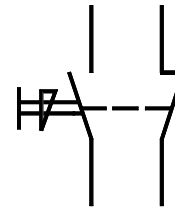
Dados técnicos:

- 1 botão tipo cogumelo com trava
- contatos: 1 NA + 1 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- cor: vermelha

Botão seletor

código

130 28 703



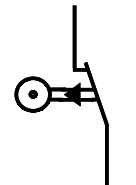
Dados técnicos:

- 1 botão giratório com trava
- contatos: 1 NA + 1 NF
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm
- cor: preta

Chave fim de curso

código

130 24 434



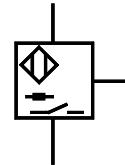
Dados técnicos:

- microrruptor fim de curso
- contato comutador
- acionado por rolete mecânico
- reposicionado por mola
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Sensor de proximidade indutivo

código

130 24 435



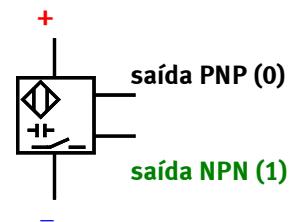
Dados técnicos:

- distância de sensorização: 5 mm
- tensão de alimentação: 10 a 30 Vcc
- frequência máxima: 800 Hz
- sinal de saída: 24 Vcc PNP
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)

Sensor de proximidade capacitivo

código

130 24 436



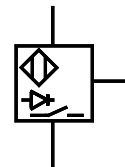
Dados técnicos:

- distância de sensorização: 50 mm
- tensão de alimentação: 10 a 30 Vcc
- frequência máxima: 100 Hz
- sinal de saída: 24 Vcc PNP
- LED indicador de operação
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)
 - . positivo: vermelho
 - . negativo: azul
 - . saída PNP (0): preto
 - . saída NPN (1): verde

Sensor de proximidade óptico

código

130 24 437



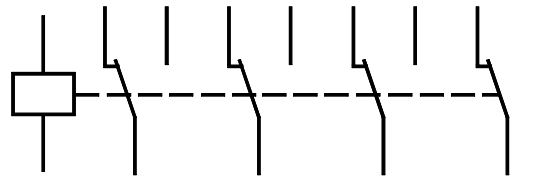
Dados técnicos:

- distância de sensorização: até 300 mm
- tensão de alimentação: 10 a 30 Vcc
- frequência máxima: 100 Hz
- sinal de saída: 24 Vcc PNP
- cabo elétrico equipado com pinos do tipo banana de 4 mm (incluso)

Placa de relês auxiliares

código

130 22 714



3 x

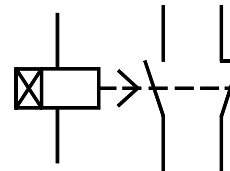
Dados técnicos:

- 3 relês auxiliares
- 4 contatos comutadores cada um
- LEDs indicadores de energização das bobinas
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Placa de temporizadores

código

130 22 732



2 x

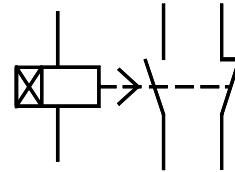
Dados técnicos:

- 2 relês temporizadores com temporização no acionamento
- faixa de ajuste: de 0 a 20 s
- contatos: 1 NA + 1 NF
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Temporizador eletrônico

código

130 28 685



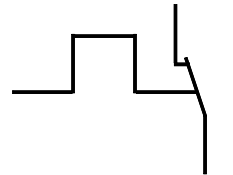
Dados técnicos:

- temporizador eletrônico com temporização no acionamento
- faixa de ajuste: de 0 a 20 s
- contato comutador
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Contador predeterminador

código

130 22 718



Dados técnicos:

- contador predeterminador eletrônico
- registro de contagem de 3 dígitos
- reposição por sinal elétrico e manual
- contato comutador
- tensão de operação: 24 Vcc
- corrente: 5 A
- bornes de ligação rápida de cabos elétricos, para pinos do tipo banana de 4 mm

Controlador programável (CLP)

código

130 24 451



Dados técnicos:

- 12 entradas digitais de 24 Vcc
- 8 saídas digitais a relê, protegidas contra curto circuito
- 256 contadores crescentes e decrescentes (0 a 65535)
- 256 temporizadores (0 a 655 segundos) com precisão de 0,01 s
- 256 registradores
- 10000 flags
- capacidade de memória de 32 Kb
- proteção contra inversão de polaridade de alimentação
- LEDs indicadores de operação
- software de programação por diagrama de contatos (ladder)
- interface serial (padrão RS232) de interligação com PC
- memória Flash RAM para armazenamento de programas
- cabos de interligação e alimentação
- manuais de instruções e programação

Jogo de cabos elétricos

código

130 22 500



Dados técnicos:

- equipados com pinos do tipo banana de 4 mm
- jogo com 60 cabos, sendo:
 - . 35 cabos vermelhos de 500 mm
 - . 10 cabos vermelhos de 1000 mm
 - . 10 cabos azuis de 500 mm
 - 5 cabos azuis de 1000 mm

Recomendações de operação, conservação e manutenção

Antes de ligar o motor elétrico que aciona a unidade de energia hidráulica, efetue os seguintes procedimentos:

1. Verifique o nível de óleo do reservatório.

O visor de nível deve indicar um valor intermediário entre as marcas mínima e máxima, o que corresponde a aproximadamente 40 litros de óleo.

2. Certifique-se de que o registro de demonstração do sintoma de aeração esteja completamente fechado.
3. Abra totalmente o registro de demonstração do sintoma de cavitação.
4. Dê partida à unidade de energia hidráulica de forma intermitente, isto é, ligue e desligue várias vezes o motor de acionamento para que ocorra o preenchimento gradativo das bombas e das tubulações, sem provocar sobrecargas.

Lembre-se que os componentes hidráulicos e as mangueiras flexíveis, quando utilizadas pela primeira vez, necessitam ser preenchidas de óleo, o que poderá provocar a redução do nível do reservatório na montagem dos primeiros ensaios. Dessa forma, recomenda-se verificar constantemente o nível de óleo nas primeiras semanas, completando-o quando necessário.

Os registros de demonstração dos sintomas de aeração e de cavitação são de uso exclusivo do docente. Em hipótese alguma esses recursos poderão ser utilizados durante a montagem dos ensaios, pois oferecem riscos de danos irreversíveis às bombas da unidade de energia hidráulica.

Demonstração do sintoma de cavitação

Cavitação é a situação em que o óleo não preenche inteiramente o espaço existente na entrada da bomba, provocando a formação de bolhas de gás, provenientes da vaporização do próprio óleo hidráulico, as quais implodem provocando ruído excessivo no conjunto rotativo da bomba e, principalmente, o desgaste prematuro das partes internas tais como rotores, anéis e demais componentes móveis das bomba.

A maioria dos fabricantes recomenda um vácuo máximo de aproximadamente - 0,85 bar absoluto na linha de entrada da bomba a fim de se evitar a cavitação, a qual pode ser verificada com o auxílio de um vacuômetro, instalado na linha de sucção da bomba.

Em um sistema hidráulico industrial, a cavitação pode ser causada por um entupimento na linha de entrada da bomba, um filtro de sucção muito sujo e já saturado, um óleo com viscosidade acima da recomendada, bomba montada a uma altura excessiva em relação ao nível do óleo do reservatório ou, ainda, se a bomba estiver trabalhando com uma rotação muito acima para a qual foi projetada.

Para demonstrar esse sintoma, o docente deverá fechar lentamente o registro de cavitação, até que os alunos possam perceber um aumento significativo do ruído da bomba, assim como a alteração na posição do ponteiro do vacuômetro que indicará um acréscimo do vácuo absoluto na linha de sucção da bomba.

Essa demonstração deverá ser feita a baixa pressão de operação (máximo de 10 bar) e num curto espaço de tempo, o suficiente para que os alunos possam perceber o sintoma, sem danificar a bomba.

Demonstração do sintoma de aeração

Aeração é uma entrada de ar falso na linha de sucção da bomba, provocando um aumento considerável do ruído do conjunto de bombeamento, variação na pressão do sistema e, principalmente, desgaste prematuro das partes móveis internas da bomba.

Depois de algum tempo operando com aeração pode-se observar que o óleo armazenado no reservatório adquire um aspecto leitoso, impregnado de bolhas de ar.

A aeração pode ser causada por uma vedação ineficaz das conexões utilizadas na tubulação de sucção da bomba, óleo muito quente ou com viscosidade abaixo da recomendada e, também, se o nível do reservatório estiver muito baixo, permitindo a entrada de ar falso na linha de sucção da bomba.

Para demonstrar esse sintoma, o docente deverá abrir lentamente o registro de aeração, até que os alunos possam perceber um aumento significativo do ruído da bomba, assim como a vibração do ponteiro do manômetro, indicando variações consideráveis na pressão geral do sistema hidráulico.

Da mesma forma recomendada para a cavitação, essa demonstração deverá ser feita a baixa pressão de operação (máximo de 10 bar) e num curto espaço de tempo, o suficiente para que os alunos possam perceber o sintoma, sem danificar o conjunto de bombeamento.

Montagem de ensaios

Por questões de segurança, todos os ensaios devem ser montados e desmontados com a unidade de energia hidráulica desligada.

Na montagem de ensaios, utilize o bastidor superior do painel para distribuição dos componentes eletroeletrônicos e os rasgos do perfil do tampo vertical para fixação dos componentes hidráulicos.

Os atuadores hidráulicos e os componentes que sofrem esforço mecânico, tais como válvulas acionadas por rolete e chaves fim de curso, devem ser fixados firmemente a fim de evitar que se desloquem durante os movimentos dos cilindros.

Procure não fixar componentes no curso de movimento das hastes dos cilindros, evitando possíveis colisões que poderão provocar danos ao equipamento.

Monte as mangueiras flexíveis e os cabos elétricos de forma ordenada de forma a facilitar a localização de possíveis erros de montagem, nos casos de circuitos mais complexos.

As mangueiras flexíveis possuem terminais de engate rápido fêmea, antivazamento, as quais permitem a montagem de circuitos sem a necessidade de utilização de ferramentas.

Os cabos elétricos são providos de terminais com pinos do tipo banana os quais permitem a montagem e desmontagem rápida de circuitos elétricos, sem exigir o uso de ferramentas.

Conservação e manutenção

Mantenha a unidade de energia hidráulica sempre limpa, evitando a penetração de sujeira no reservatório de óleo e facilitando a visualização da ocorrência de vazamentos.

Complete o nível de óleo do reservatório sempre que a marca do visor estiver próxima do mínimo.

Substitua o filtro de retorno e o fluido hidráulico, pelo menos, uma vez ao ano. Utilize elemento filtrante de 10 microns e óleo ISO VG 46 ou similar. Nunca utilize óleos lubrificantes, solúveis ou de corte que não apresentem as características e aditivação exigidas para um fluido hidráulico.

Fixe ao painel somente os componentes a serem utilizados na realização do ensaio, mantendo os demais devidamente acondicionados no gaveteiro.

Se necessário, seque os componentes após a realização de cada ensaio com um pano limpo e que não solte fiapos. Nunca utilize estopa ou qualquer tipo de papel toalha.

Mantenha as válvulas limitadoras de pressão das bombas ajustadas a uma pressão de trabalho máxima de 60 bar. Lembre-se que para a realização de ensaios e constatação de movimentos dos atuadores de um circuito hidráulico não é necessária uma pressão elevada. Pressões altas de trabalho podem provocar acidentes, além de reduzir a vida útil do equipamento.

A carga do acumulador de pressão deve ser verificada pelo menos uma vez ao ano. Recarregue o acumulador com Nitrogênio sempre que necessário. Nunca utilize ar comprimido como carga para o acumulador pois o mesmo pode provocar acidentes com conseqüências graves ao operador.

Em casos de dúvidas ou falhas no funcionamento do equipamento, consulte a Festo.

Festo Automação Ltda.

Rua Giuseppe Crespi, 76 - Km 12,5 da Via Anchieta

São Paulo - SP - CEP 04183-080

Tel. (11) 5013-1616

Fax: (11) 5013-1613

email: did@festo.com.br

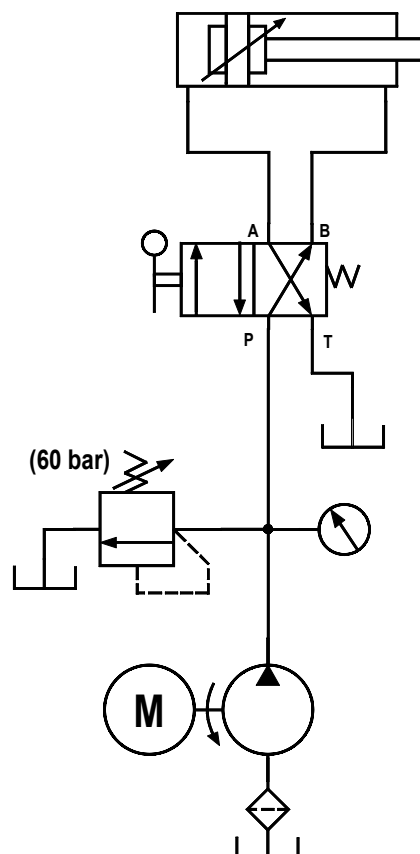
www.festo.com.br

Ensaio hidráulicos e eletro-hidráulicos

Estão relacionados, a seguir, uma série de exemplos de circuitos hidráulicos e eletro-hidráulicos que poderão ser ensaiados no painel simulador Festo, com o objetivo de fixar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. Os circuitos foram criteriosamente selecionados, dos mais simples aos mais complexos, de modo a facilitar o aprendizado dessa tecnologia.

A grande versatilidade que o equipamento oferece, permite ao docente implementar novos ensaios, diferentes dos apresentados, de acordo com o nível de estudo a ser desenvolvido por parte dos alunos.

Ensaio 1: Um cilindro de ação dupla de avançar, mediante o acionamento da alavanca de uma válvula direcional. Soltando-se a alavanca, o cilindro deve retornar a sua posição inicial.

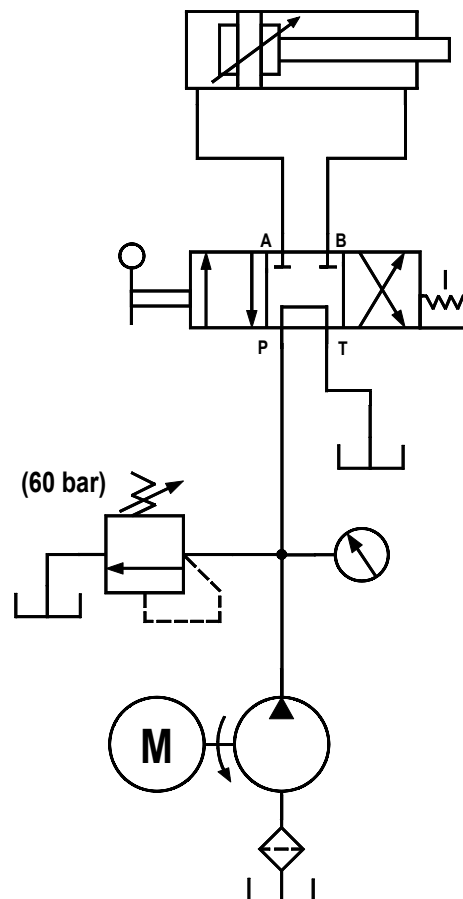


Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a direita, na posição paralela, o óleo hidráulico sob pressão flui através dos pórticos P e A e daí para a câmara traseira do cilindro, empurrando o êmbolo para a direita e fazendo com que a haste se estenda. O óleo acumulado na câmara dianteira do cilindro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

Ensaio 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.



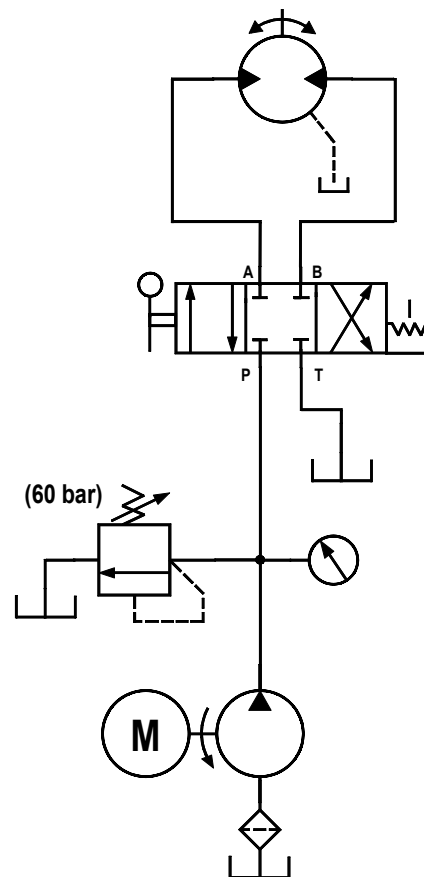
Com a válvula direcional na posição central, a haste do cilindro permanece parada, considerando-se que os pôrticos A e B bloqueiam o fluxo hidráulico. Ao mesmo tempo, o óleo proveniente da bomba pode fluir livremente ao reservatório, por meio do centro tandem da válvula direcional, através dos pôrticos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

Ensaio 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.

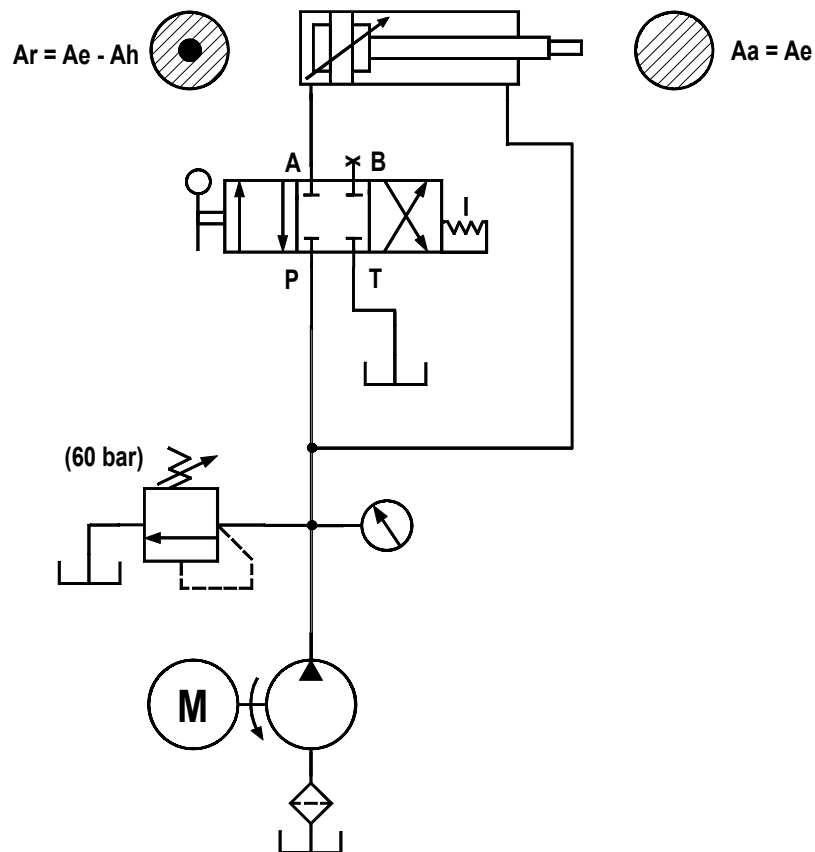


Acionando-se a alavanca da válvula direcional para a direita, na posição paralela, a pressão hidráulica flui de P para A, gira o eixo do motor hidráulico no sentido horário e retorna ao reservatório através dos pórticos B e T.

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.

Ensaio 4: Por meio de um circuito regenerativo, um cilindro hidráulico, com diferencial de áreas de 2 para 1, deve se movimentar apresentando forças e velocidades iguais, tanto no avanço como no retorno.



Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição paralela, o óleo proveniente da bomba pode fluir, com a mesma pressão, tanto para a câmara dianteira como para a traseira do cilindro. Como num cilindro diferencial 2:1 a área de avanço mede o dobro da de retorno, num circuito convencional a haste avançaria com o dobro da força e a metade da velocidade que a mesma teria no retorno. No circuito regenerativo, entretanto, a haste do cilindro avança e retorna com a mesma força e a mesma velocidade.

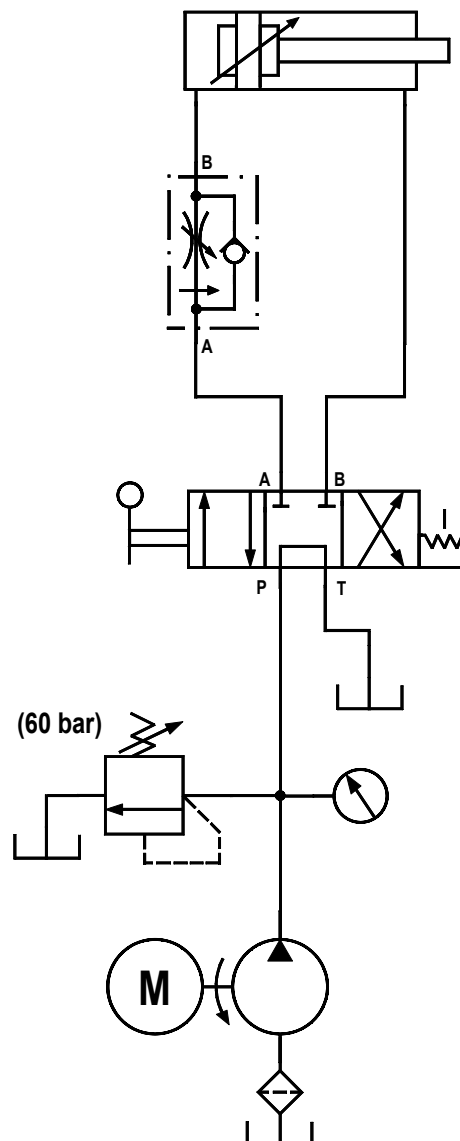
Ao avançar, a contrapressão agindo na área de retorno reduz a força de avanço à metade da convencional, deixando-a igual a de retorno. O óleo acumulado na câmara dianteira do cilindro une-se à vazão da bomba e entra na câmara traseira, aumentando a velocidade de avanço ao dobro da convencional e igualando-a a de retorno.

Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição cruzada, a pressão hidráulica permanece agindo na câmara dianteira do cilindro, ao mesmo tempo em que o óleo acumulado na câmara traseira é descarregado para o reservatório, através dos pórticos A e T da válvula direcional. Dessa forma, a haste do cilindro retorna normalmente, como num circuito convencional, oferecendo força e velocidade de retorno normais, iguais às que o cilindro apresentou durante o movimento de avanço.

Com a válvula direcional na posição central, como todos os pórticos estão bloqueados, o cilindro interrompe seu movimento em qualquer ponto de seu curso de avanço ou de retorno.

Ensaio 5: 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.

Solução A: controle de velocidade de avanço do cilindro na entrada do óleo na câmara traseira.



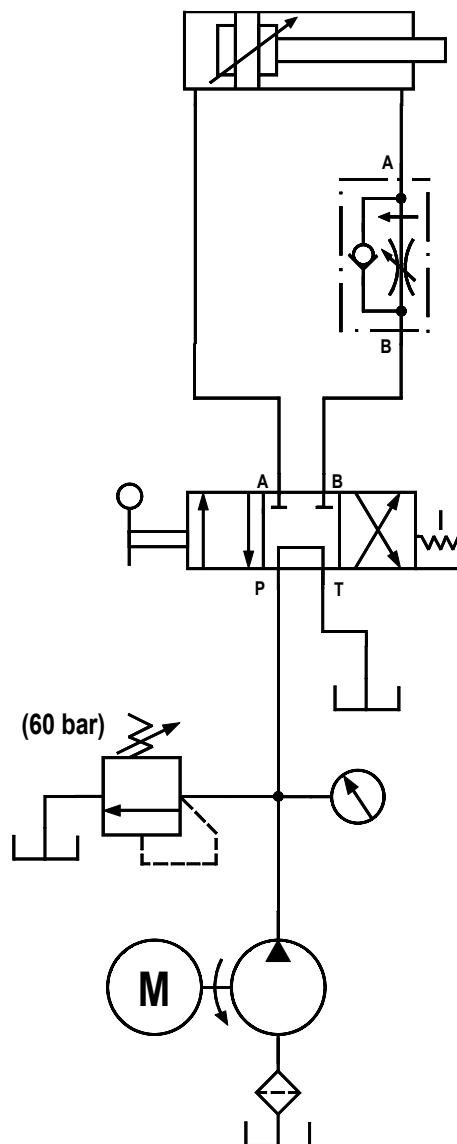
Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida à câmara traseira do cilindro e o óleo acumulado na câmara dianteira é descarregado livremente ao reservatório. O óleo hidráulico entra pelo pórtico A da válvula reguladora de fluxo, passa controlado na 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.

Solução B: controle de velocidade de avanço do cilindro na saída do óleo da câmara dianteira.



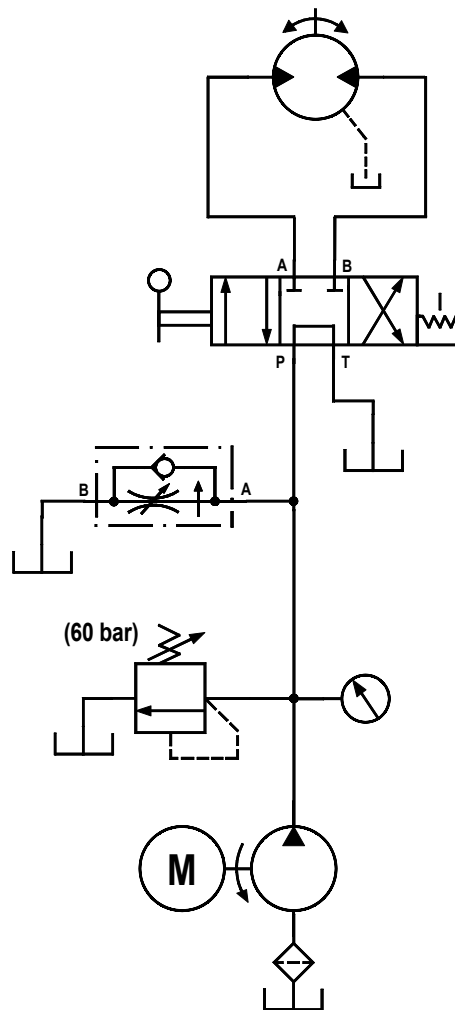
Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida diretamente à câmara traseira do cilindro e o óleo acumulado na câmara dianteira é descarregado ao reservatório, passando pela válvula reguladora de fluxo. O óleo entra pelo pórtico A da válvula reguladora 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.

Ensaio 6: A velocidade de rotação de um motor hidráulico reversível deve poder ser controlada em ambos os sentidos, por meio de um controle em desvio do fluxo de óleo da bomba.



Acionando-se a alavanca da válvula direcional na posição paralela, o eixo do motor hidráulico gira no sentido horário. Na posição cruzada, o eixo do motor hidráulico passa a girar no sentido anti-horário. Com a alavanca na posição central, o motor interrompe seu movimento e o óleo proveniente da bomba pode fluir livremente para o reservatório, através do centro tandem da válvula direcional.

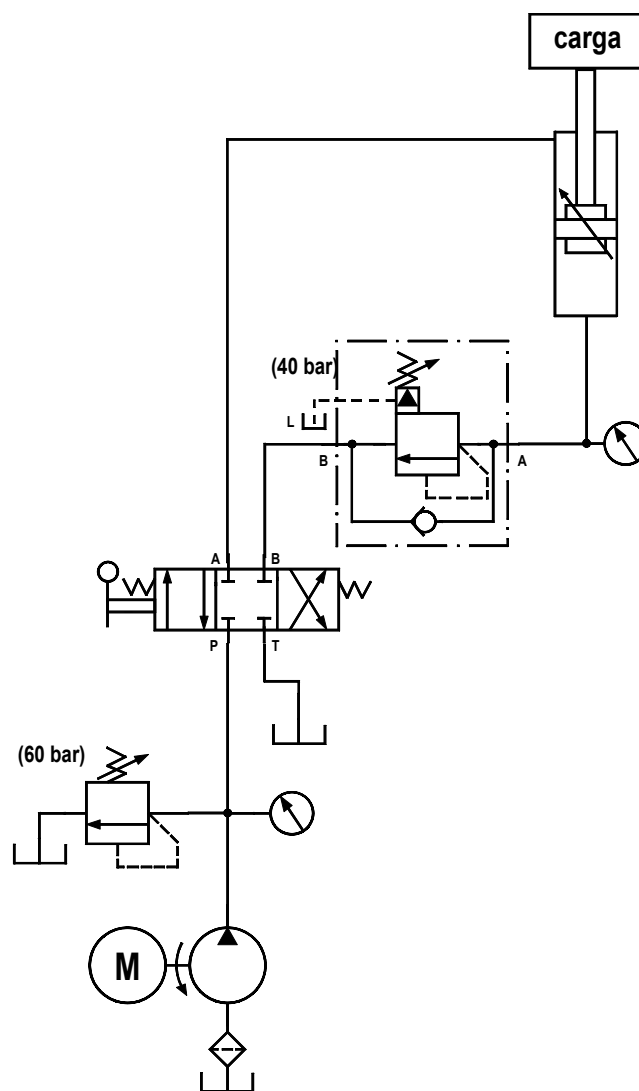
Um desvio na linha de pressão, passando por uma válvula reguladora de fluxo e com retorno ao tanque, controla indiretamente a rpm do eixo do motor hidráulico, nos dois sentidos de rotação. Abrindo-se a restrição da válvula, desvia-se mais óleo da linha de pressão para o reservatório e, conseqüentemente, um volume menor é disponibilizado ao motor, fazendo com que sua velocidade de rotação diminua. Fechando-se a restrição, desvia-se menos óleo para o tanque, provocando um aumento da vazão destinada ao motor e, com isso, um acréscimo da velocidade de rotação do seu eixo.

Mais uma vez 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.

Como o controle da vazão é feito em desvio, antes da válvula direcional, é possível regular a velocidade de rotação do eixo do motor hidráulico nos dois sentidos, com uma única válvula reguladora de fluxo.

Ensaio 7: Um cilindro hidráulico deve sustentar uma carga, montada na posição vertical, evitando sua descida livre quando a válvula de comando, com centro de flutuação, for centralizada ou estiver na posição paralela com a bomba desligada.

Solução A: Circuito hidráulico com contrabalanço, utilizando válvula limitadora de pressão.



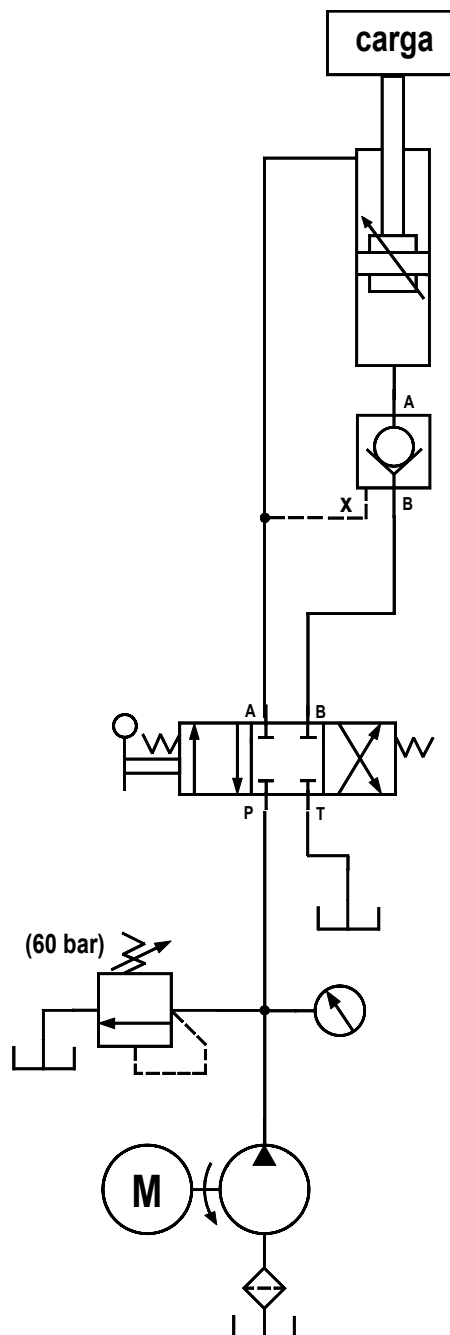
Acionando-se a válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida para a câmara superior do cilindro, fazendo com que a haste retorne, descendo a carga. Se o óleo acumulado na câmara inferior do cilindro pudesse descarregar livremente para o tanque, através dos pórticos B e T da válvula direcional, a carga desceria descontroladamente, provocando cavitação na câmara superior do cilindro e aumentando os riscos de acidente. Entretanto, com o auxílio de uma válvula limitadora de pressão com retenção incorporada, com a função de contrabalanço, montada na linha de saída do óleo da câmara inferior do cilindro, a descida descontrolada da carga é evitada. A válvula de contrabalanço faz com que o óleo que sai do cilindro tenha que abrir a limitadora de pressão, a qual é regulada com um valor de pressão superior ao gerado pela carga e inferior ao ajustado na válvula de segurança. Dessa forma, gerando uma contrapressão na saída do óleo do cilindro, a válvula de contrabalanço impede, com total segurança, a descida livre do cilindro.

Acionando-se a válvula direcional na posição cruzada, a pressão hidráulica passa livremente pela retenção, incorporada na válvula de contrabalanço, e entra na câmara inferior do cilindro, fazendo com que a haste avance, suspendendo a carga. O óleo acumulado na câmara superior do cilindro flui diretamente ao reservatório, através dos pórticos A e T da Válvula direcional.

Com a válvula direcional na posição central, o cilindro interrompe imediatamente seu movimento de avanço ou de retorno, em qualquer parte de seu curso, considerando-se que todos os pórticos estão bloqueados

Com a bomba desligada, caso a válvula direcional seja acionada acidentalmente, a válvula de contrabalanço, regulada com uma pressão maior do que a gerada pela carga, impede a saída do óleo da câmara inferior do cilindro, sustentando a carga e mantendo o cilindro parado na posição.

Solução B: Circuito hidráulico com contrabalanço, empregando válvula de retenção pilotada.



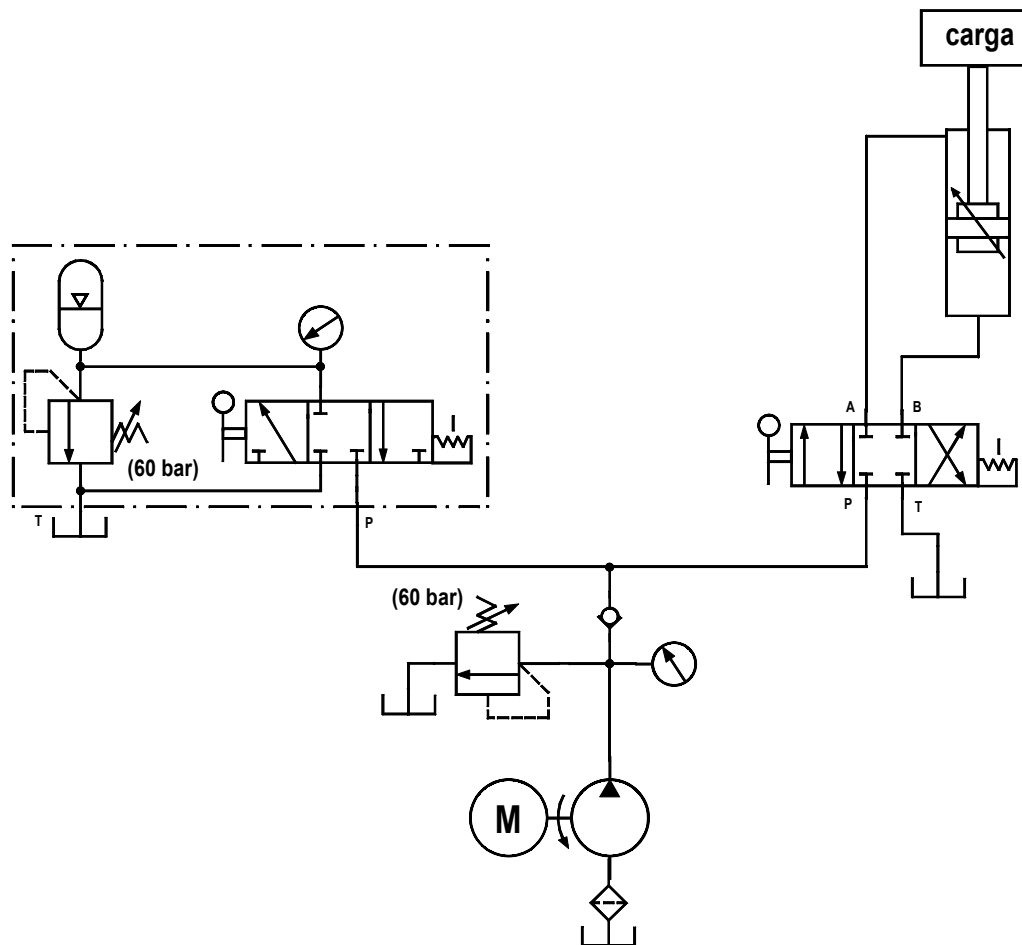
Acionando-se a válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida à câmara superior do cilindro e à linha de pilotagem X da válvula de retenção com desbloqueio hidráulico. Essa pilotagem abre a válvula de retenção permitindo que o óleo acumulado na câmara inferior do cilindro saia livremente, no sentido de A para B, descarregando para o reservatório através dos pórticos B e T da válvula direcional. Dessa forma, a haste do cilindro retorna permitindo a descida livre da carga.

Acionando-se a válvula direcional na posição cruzada, a pressão hidráulica passa livremente pela válvula de retenção, no sentido de B para A, e entra na câmara inferior do cilindro, fazendo com que a haste avance, suspendendo a carga. O óleo acumulado na câmara superior do cilindro descarrega diretamente ao reservatório pelos pórticos A e T da válvula direcional.

Com a válvula direcional na posição central, o cilindro interrompe imediatamente seu movimento de avanço ou de retorno, em qualquer parte de seu curso, considerando-se que todos os pórticos estão bloqueados

Com a bomba desligada, caso a válvula direcional seja acionada acidentalmente, como não há pressão na linha de pilotagem X, a válvula de retenção bloqueia a saída do óleo da câmara inferior do cilindro, sustentando a carga e mantendo o cilindro parado na posição.

Ensaio 8: Um cilindro hidráulico que movimenta um elevador de carga, deve completar seu ciclo de movimentos, mesmo que haja falta de energia ou que a bomba seja desligada por alguma eventualidade.

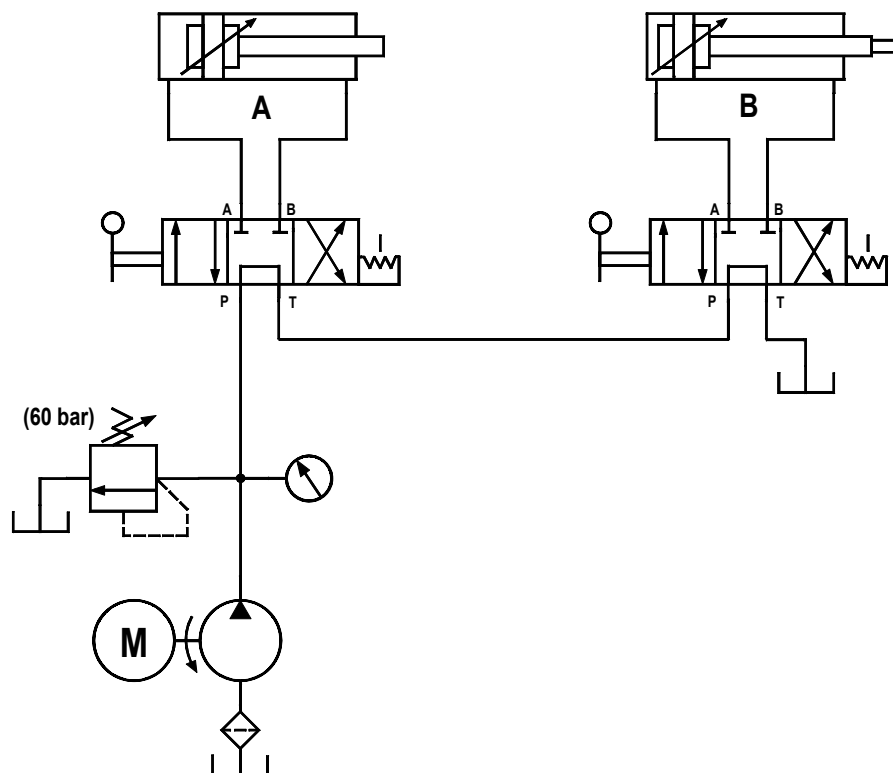


Acionando-se a válvula de comando principal na posição paralela, o cilindro movimenta o elevador de cargas para baixo. Na posição cruzada, o cilindro avança e o elevador sobe. Quando a válvula direcional é centralizada, o cilindro pode parar em qualquer ponto de seu curso, interrompendo o movimento do elevador, tanto na subida quanto na descida.

A válvula direcional que controla o acumulador de pressão tem três funções: Centrada, o acumulador permanece fora de ação pois todos os pórticos estão bloqueados. Acionada para a esquerda, a carga do acumulador é descarregada totalmente para o reservatório, possibilitando a montagem e ou desmontagem dos componentes do circuito, sem riscos de acidente que poderia ser causado pela pressão acumulada. Acionada para a direita, a pressão hidráulica pode entrar e sair livremente do acumulador, suprimindo as necessidades de óleo para o circuito caso haja falta de energia.

Dessa forma, se a bomba for desligada com o acumulador carregado de óleo, a retenção impede que o fluxo hidráulico retorne à bomba, mantendo pressurizado o pórtico P da válvula de comando principal e permitindo que o cilindro conclua seu ciclo de movimentos, subindo ou descendo o elevador com o óleo armazenado no acumulador.

Ensaio 9: 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 pòrtico 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.

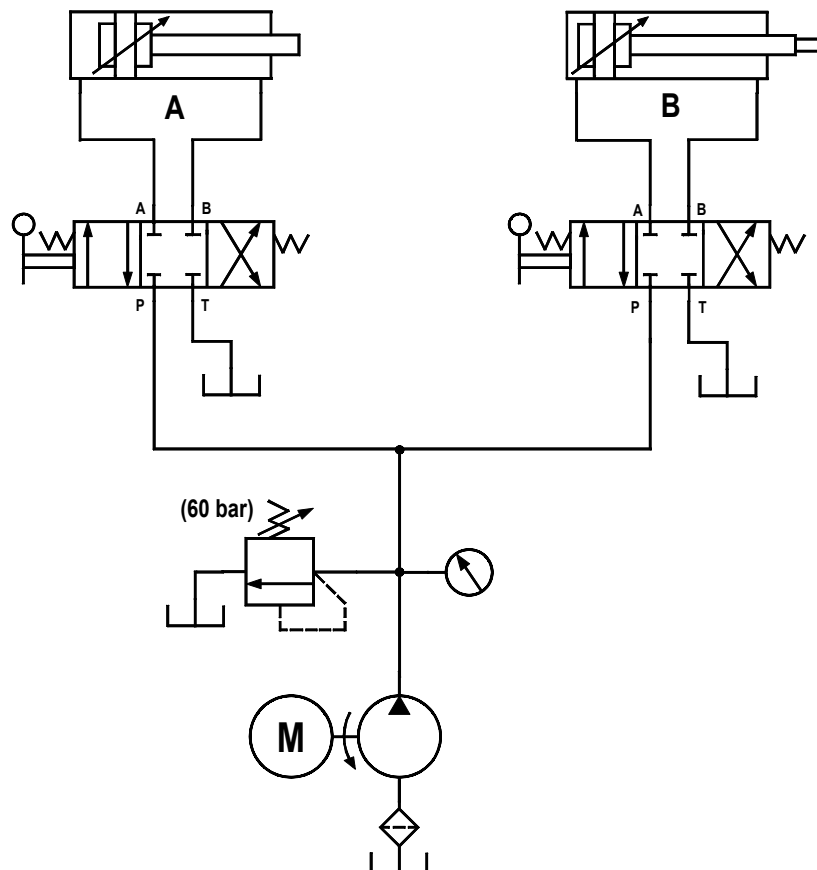
Acionando-se somente a válvula esquerda na posição cruzada, o cilindro A retorna. O óleo acumulado na câmara traseira de A atravessa a válvula esquerda, de A para T, passa também pelo centro tandem da válvula direita e retorna ao reservatório.

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 paralizados.

Ensaio 10: 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.

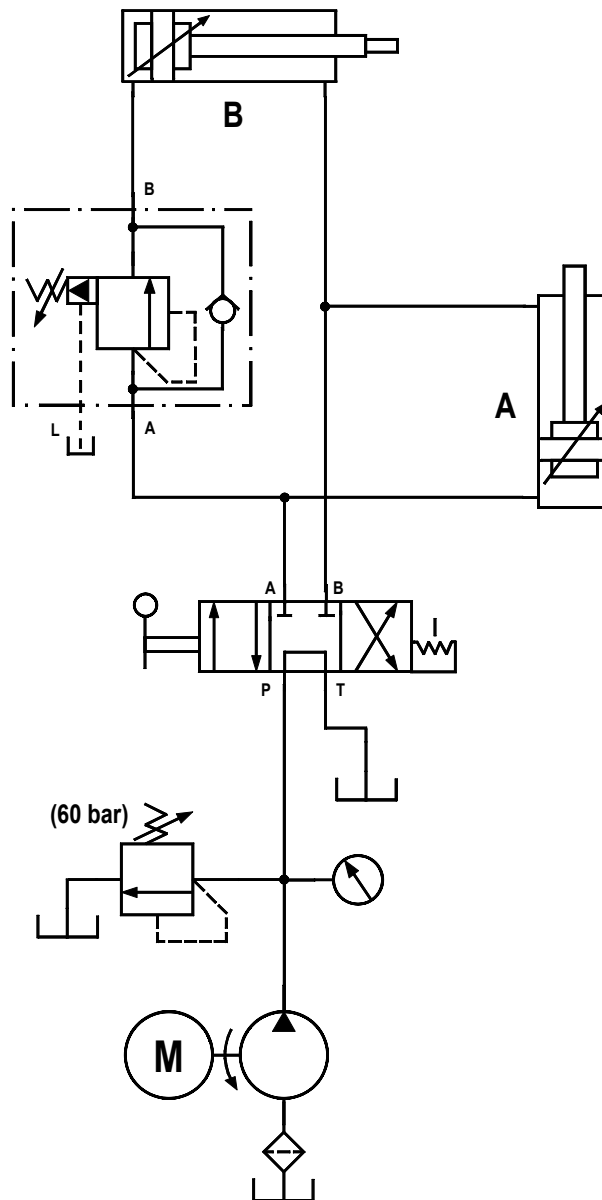
Acionando-se qualquer uma das válvulas na posição paralela, o cilindro a qual ele está conectado avança. Na posição cruzada das válvulas os cilindros retornam.

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.

Ensaio 11: Dois cilindros hidráulicos A e B devem se movimentar, quando uma válvula de comando for acionada, respeitando as seguintes seqüências de operação:

Seqüência 1: o cilindro B, somente deverá avançar, depois que o A tiver alcançado o final do curso de avanço. No retorno, os cilindros deverão se movimentar simultaneamente: $A+B+(A-B-)$



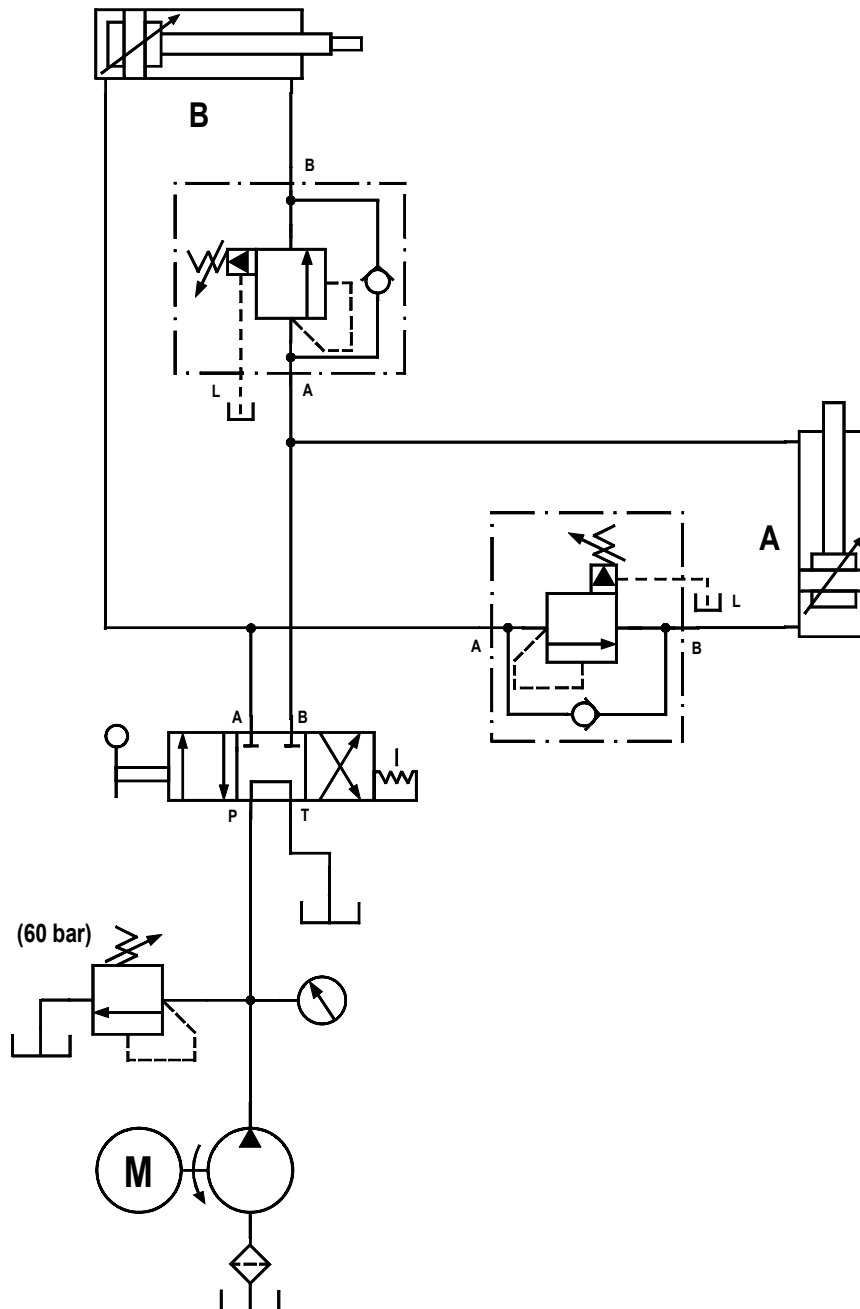
Acionando-se a válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida para a câmara traseira dos dois cilindros, A e B. Partindo-se do princípio que o óleo procura sempre o caminho mais fácil, onde poderá exercer a menor pressão possível e, considerando-se que a válvula de seqüência gera um obstáculo ao fluxo para o cilindro B, o cilindro A avança primeiro, executando o primeiro movimento da seqüência prevista para o avanço.

Somente quando o cilindro A alcançar o final do curso de avanço e sua câmara traseira estiver completamente cheia de óleo, a pressão aumenta e abre a válvula de seqüência a qual permite a passagem do fluxo hidráulico para que o cilindro B avance, executando o segundo e último movimento da seqüência prevista para o avanço.

Para que a válvula de seqüência exerça corretamente sua função, que é garantir a partida do cilindro B somente após o A chegar no final do curso, ela deve estar adequadamente regulada, ou seja, sua mola deve ser ajustada com uma pressão maior que a necessária para o primeiro movimento, que é avançar o cilindro A, e menor que a pressão regulada na válvula de segurança.

Acionando-se a válvula direcional na posição cruzada, a pressão hidráulica é dirigida para a câmara dianteira dos dois cilindros, A e B. Teoricamente, como os dois caminhos estão livres, os dois cilindros deveriam retornar juntos e com a mesma velocidade. Na prática, ambos retornam simultaneamente mas, como existem diferenças construtivas entre os dois, aquele que apresentar menor esforço contra o movimento, deverá retornar com maior velocidade.

Seqüência 2: no avanço, primeiramente movimenta-se o cilindro B e depois o A. No retrocesso, ao contrário, primeiro retorna o cilindro A para depois retornar o B: B+A+A-B-

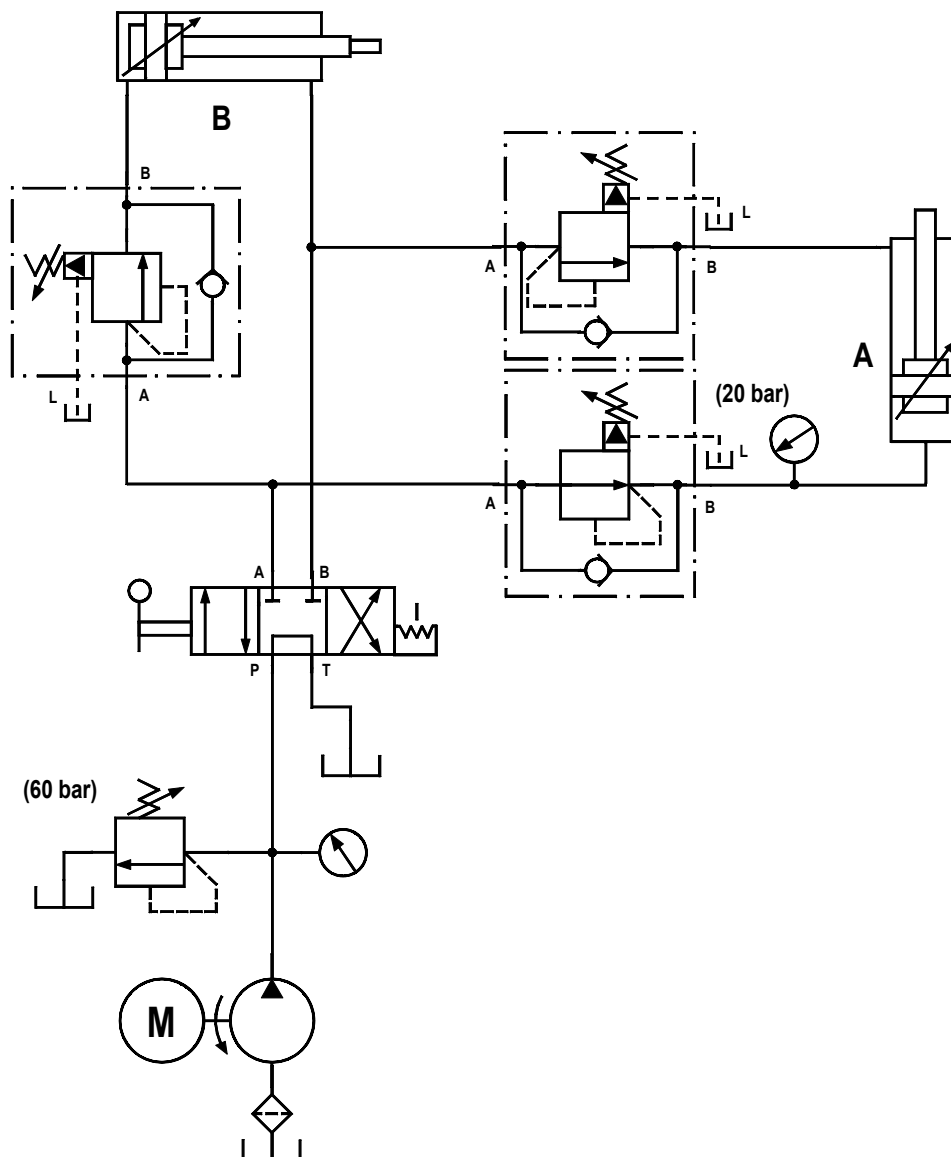


Acionando-se a válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica tem dois caminhos a seguir: dirigir-se diretamente à câmara traseira do cilindro B ou abrir a válvula de seqüência que dá acesso à câmara traseira do cilindro A. Como a válvula de seqüência é regulada com uma pressão maior que a necessária para o avanço do cilindro B e menor que a pressão principal, ajustada na válvula de segurança, ela garante a seqüência da movimentos prevista para o avanço. Dessa forma, o cilindro B avança, executando o primeiro movimento, e somente então a válvula de seqüência abre, permitindo o segundo movimento, o avanço do cilindro A.

Acionando-se a válvula direcional na posição cruzada, novamente a pressão hidráulica tem dois caminhos a seguir: dirigir-se diretamente à câmara dianteira do cilindro A ou abrir a válvula de seqüência que dá acesso à câmara dianteira do cilindro B. Dessa vez, como a válvula de seqüência é regulada com uma pressão maior que a necessária para o retorno do cilindro A e menor que a pressão principal, ajustada na válvula de segurança, ela garante a seqüência da movimentos prevista para o retorno. Assim, o cilindro A retorna, executando o primeiro movimento, e somente então a válvula de seqüência abre, permitindo o segundo movimento, o retorno do cilindro B.

As válvulas de seqüência, portanto, são recursos utilizados para gerar obstáculos à passagem do óleo, desviando temporariamente o fluxo hidráulico a outro ramo do circuito e garantindo a ocorrência de movimentos consecutivos dos atuadores.

Seqüência 3: o cilindro A é responsável pela fixação de uma peça a ser estampada, enquanto que o B movimenta o martelo da prensa. Dessa forma, ao ser acionada a válvula direcional de comando, o cilindro A deverá avançar, com uma pressão máxima de 20 bar, e prender a peça. Em seguida, o cilindro B deverá avançar, efetuando a estampagem, a uma pressão de 60 bar. No retorno, o cilindro B deverá retroceder primeiro, suspendendo o martelo da prensa, para somente então o A retornar, soltando a peça: A+B+B-A- com pressão reduzida no avanço de A

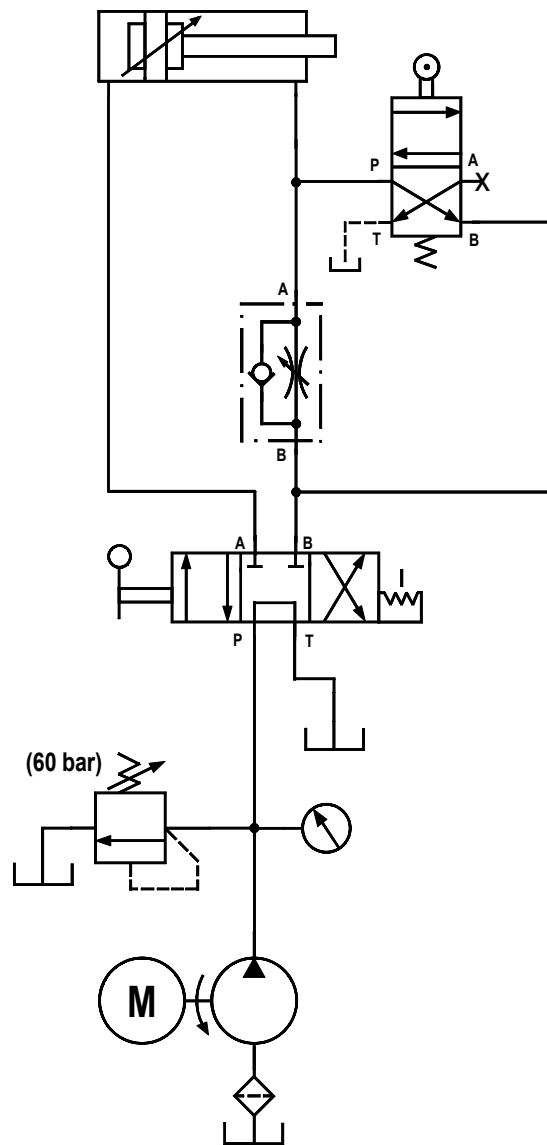


Acionando-se a válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica tem dois caminhos a seguir: dirigir-se à câmara traseira do cilindro A, com uma pressão reduzida de 20 bar, ou abrir a válvula de seqüência que dá acesso à câmara traseira do cilindro B. Como a válvula de seqüência é regulada com uma pressão maior que 20 bar, utilizada para o avanço do cilindro A, e menor que a pressão principal de 60 bar, ajustada na válvula de segurança, ela garante a seqüência da movimentos prevista para o avanço. Dessa forma, o cilindro A avança, efetuando a fixação da peça com a pressão reduzida de 20 bar, regulada na válvula redutora de pressão, e somente então a válvula de seqüência abre, permitindo o avanço do cilindro B que movimenta a descida do martelo da prensa.

Acionando-se a válvula direcional na posição cruzada, novamente a pressão hidráulica tem dois caminhos a seguir: dirigir-se diretamente à câmara dianteira do cilindro B ou abrir a válvula de seqüência que dá acesso à câmara dianteira do cilindro A. Dessa vez, como a válvula de seqüência é regulada com uma pressão maior que a necessária para o retorno do cilindro B e menor que a pressão principal, ajustada na válvula de segurança, ela garante a seqüência da movimentos prevista para o retorno. Assim, o cilindro B retorna, suspendendo o martelo da prensa, e somente então a válvula de seqüência abre, permitindo que o cilindro A retorne, soltando a peça estampada.

As válvulas de seqüência, assim como a redutora de pressão, possuem retenções incorporadas em suas carcaças, ligadas em paralelo com as mesmas, para permitir a passagem livre do óleo quando o fluxo ocorre no sentido contrário. Assim, por exemplo, a válvula redutora de pressão em nada interfere no movimento de retorno do cilindro A. O óleo que sai da câmara traseira passa livre pela retenção da válvula redutora e retorna diretamente ao tanque.

Ensaio 12: Um cilindro hidráulico que movimenta um cabeçote de usinagem deve avançar rapidamente, aproximando a ferramenta da peça a ser usinada, prosseguir num avanço lento, compatível com a velocidade de corte da ferramenta, e retornar rápido, extraíndo a ferramenta de dentro da peça.



Acionando-se a válvula direcional na posição paralela, a pressão hidráulica é dirigida para a câmara traseira do cilindro, fazendo com que a haste avance o cabeçote de usinagem. O óleo acumulado na câmara dianteira, ao sair, tem dois caminhos a seguir: passar livre pela válvula de 4/2 vias, de P para B, e daí ao tanque; ou passar controlado na válvula reguladora de fluxo. Como o desvio pela válvula de 4/2 vias impõe uma restrição menor ao fluxo, o óleo flui livremente ao reservatório e a haste do cilindro avança rapidamente, aproximando a ferramenta da peça a ser usinada.

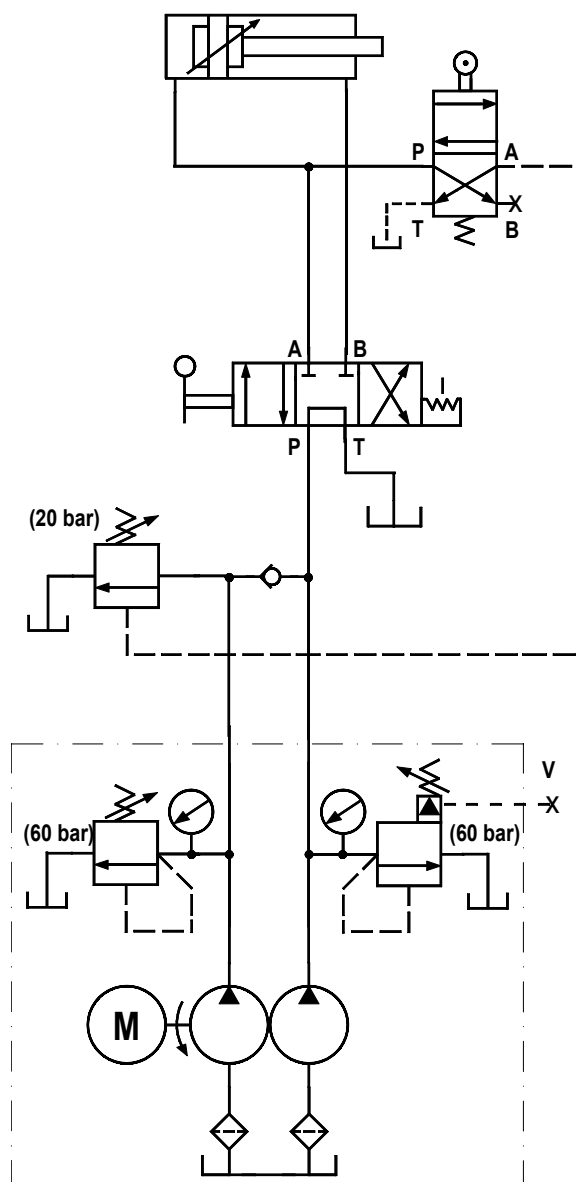
Alguns milímetros antes da ferramenta tocar a peça, o rolete mecânico da válvula de 4/2 vias é acionado, invertendo a posição da válvula e bloqueando a passagem do óleo pelo desvio. Assim, o óleo que continua a sair da câmara dianteira do cilindro tem de passar, forçosamente, pela válvula reguladora de fluxo, a qual restringe a vazão do óleo para que o cilindro avance lentamente, de forma compatível com a velocidade de corte da ferramenta, a partir do momento em que o rolete da válvula de 4/2 vias é acionado.

Acionando-se a válvula direcional na posição cruzada, independentemente da posição do cilindro e do rolete da válvula de 4/2 vias estar ou não acionado, a pressão hidráulica passa livremente pela retenção da válvula reguladora de fluxo e entra livremente na câmara dianteira do cilindro. Assim sendo, a haste do cilindro retorna com velocidade normal, extraindo rapidamente a ferramenta de dentro da peça. O óleo acumulado na câmara traseira do cilindro flui livremente ao reservatório, através dos pórticos A e T da válvula direcional de comando.

A válvula direcional de 4/2 vias, acionada por rolete mecânico e reposicionada por mola, deve utilizar uma linha de dreno ao tanque para evitar que possíveis vazamentos internos, normais entre o carretel e a carcaça da válvula, possam gerar um calço hidráulico que prejudique o funcionamento do sistema.

Ensaio 13: A haste de um cilindro hidráulico deve avançar rapidamente, até que o rolete mecânico de uma válvula de 4/2 vias, posicionada no meio do curso de deslocamento da haste, seja acionado. A partir desse ponto, a haste deverá prosseguir no seu movimento de avanço, com velocidade reduzida à metade. No retorno, a haste deve se movimentar rapidamente durante todo o curso, independentemente do rolete da válvula estar acionado ou não.

Solução A: utilizando um conjunto de duas bombas e empregando uma válvula de descarga para desviar ao reservatório toda a vazão de uma das bombas.

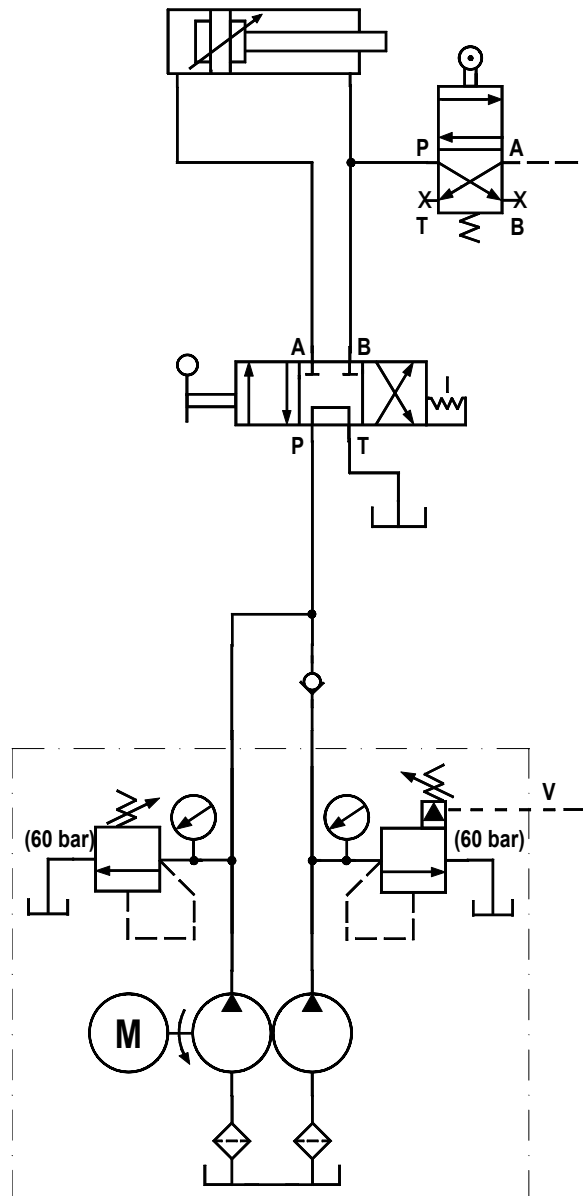


Neste circuito, é utilizado um conjunto de duas bombas de mesmo deslocamento volumétrico, acionadas por um único motor elétrico. Quando a haste do cilindro deve se movimentar rapidamente, somam-se as vazões das duas bombas. Ao contrário, para reduzir a velocidade da haste à metade, uma das bombas é descarregada ao tanque e apenas a vazão da outra é utilizada.

Acionando-se a válvula de comando na posição paralela, as vazões das duas bombas se unem na válvula de retenção e são enviadas à câmara traseira do cilindro e ao pósito P da válvula de rolete, que se encontra desacionada. A haste do cilindro avança rapidamente, até acionar o rolete da válvula de 4/2 vias. Quando o rolete é acionado, a pressão hidráulica de 60 bar, presente na câmara traseira do cilindro, atravessa a direcional de P para A, pressurizando o piloto da válvula de descarga. Como a válvula de descarga está regulada com uma pressão de 20 bar, ela abre facilmente perante os 60 bar presentes em seu piloto e descarrega toda a vazão da bomba esquerda para o tanque. A válvula de retenção impede que a vazão da bomba direita também retorne ao tanque pela válvula de descarga. Sendo assim, a partir do acionamento da válvula de rolete, a haste do cilindro passa a avançar apenas com o óleo proveniente da bomba direita, o que reduz sua velocidade à metade.

Acionando-se a válvula de comando na posição cruzada, independentemente da válvula de rolete estar ou não acionada, como a câmara traseira do cilindro é despressurizada, não há pressão suficiente na linha de pilotagem da válvula de descarga. Dessa forma, a válvula de descarga fecha e bloqueia o desvio da bomba esquerda para o tanque, fazendo com que a haste do cilindro retorne rapidamente, com a vazão das duas bombas, durante todo o percurso.

Solução B: utilizando um conjunto de duas bombas e empregando o recurso de ventagem da válvula limitadora de pressão pré-operada para desviar ao reservatório toda a vazão de uma das bombas.

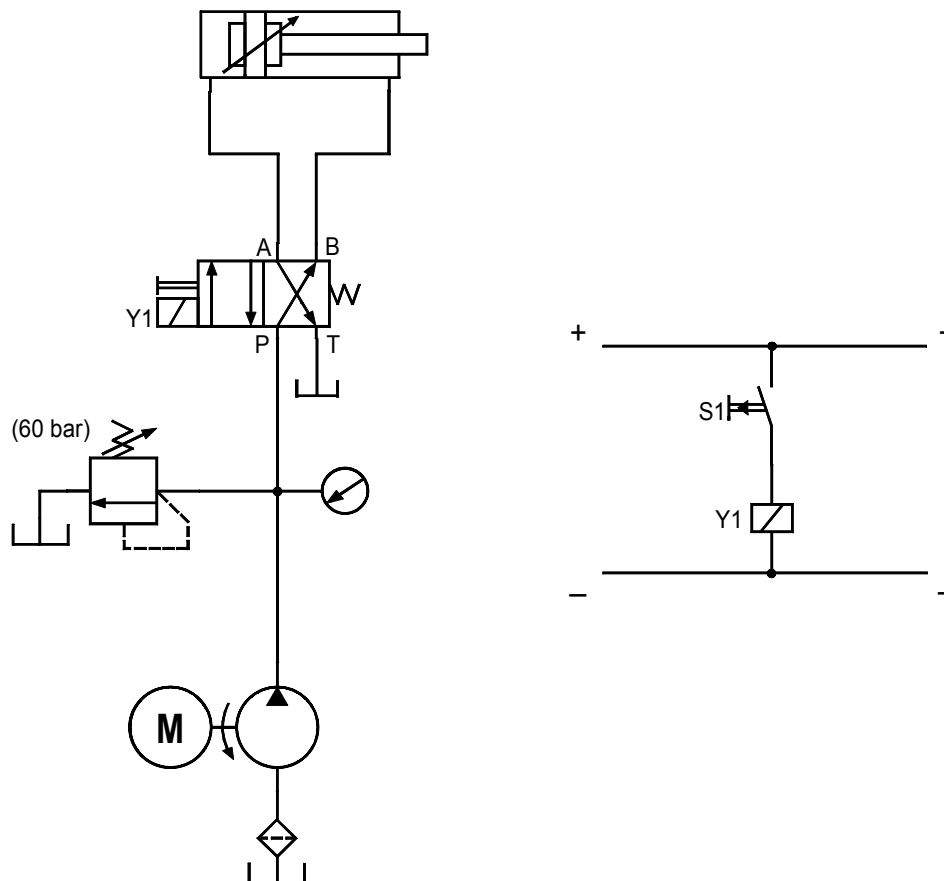


Neste circuito, é utilizado mais uma vez um conjunto de duas bombas de mesmo deslocamento volumétrico, acionadas por um único motor elétrico. Da mesma forma, quando a haste do cilindro deve se movimentar rapidamente, somam-se as vazões das duas bombas. Ao contrário, para reduzir a velocidade da haste à metade, uma das bombas é descarregada ao tanque e apenas a vazão da outra é utilizada.

Acionando-se a válvula de comando na posição paralela, as vazões das duas bombas se unem na válvula de retenção e são enviadas à câmara traseira do cilindro. A haste do cilindro avança rapidamente e o óleo acumulado na câmara dianteira sai livremente ao reservatório, através dos pórticos B e T da válvula de comando. Quando o rolete é acionado, o cabeçote superior da válvula de segurança pré-operada é ventado, ou seja, a válvula de rolete descarrega para o tanque, junto com o óleo acumulado da câmara dianteira do cilindro, a pressão de controle da válvula de segurança, o que a torna inoperante. Dessa forma, a válvula de segurança pré-operada descarrega toda a vazão da bomba direita para o reservatório. A válvula de retenção impede que a vazão da bomba esquerda também retorne ao tanque pela abertura da válvula de segurança pré-operada. Sendo assim, a partir do acionamento da válvula de rolete, a haste do cilindro passa a avançar apenas com o óleo proveniente da bomba esquerda, o que reduz sua velocidade à metade.

Acionando-se a válvula de comando na posição cruzada, independentemente da válvula de rolete estar ou não acionada, como a câmara dianteira do cilindro é pressurizada, a pressão de controle da válvula de segurança pré-operada é restabelecida. Dessa forma, a válvula de segurança pré-operada fecha e bloqueia o desvio da bomba direita para o tanque, fazendo com que a haste do cilindro retorne rapidamente, com a vazão das duas bombas, durante todo o percurso.

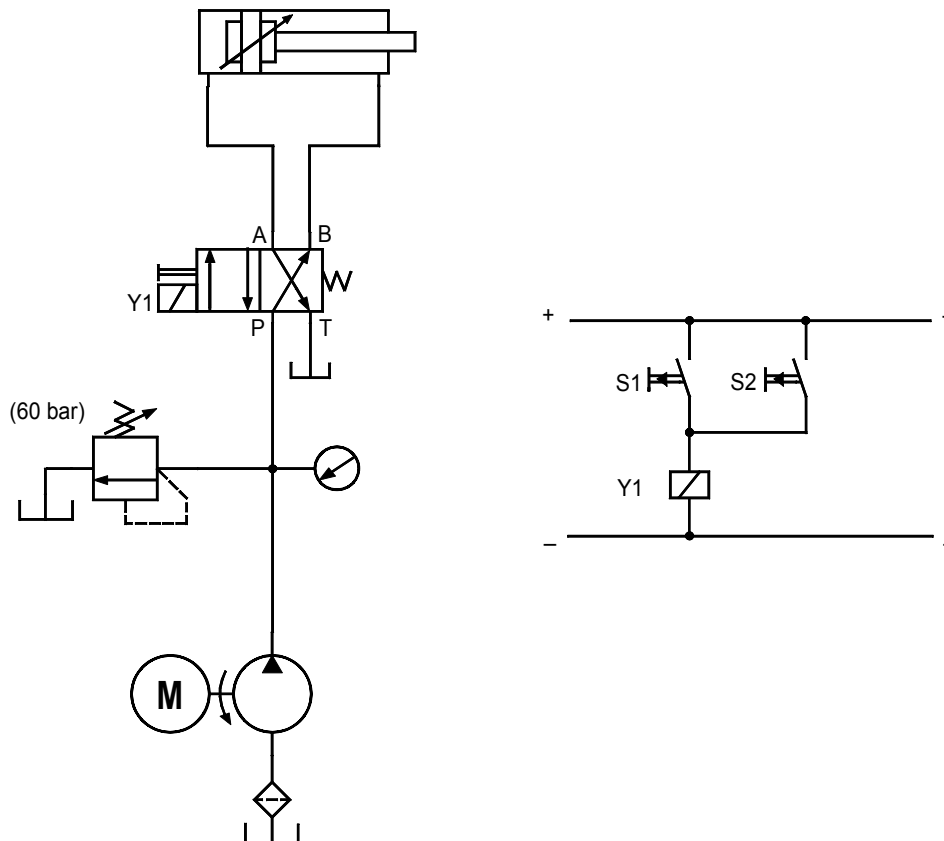
Ensaio 14: Ao acionarmos um botão de comando, um cilindro hidráulico de ação dupla deve avançar, enquanto mantivermos o botão acionado. Ao soltarmos o botão, o cilindro deve retornar a sua posição inicial.



Acionando-se o botão pulsador S1, seu contato normal aberto fecha e a bobina do solenóide Y1 da válvula direcional é energizada. O solenóide 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 solenóide 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.

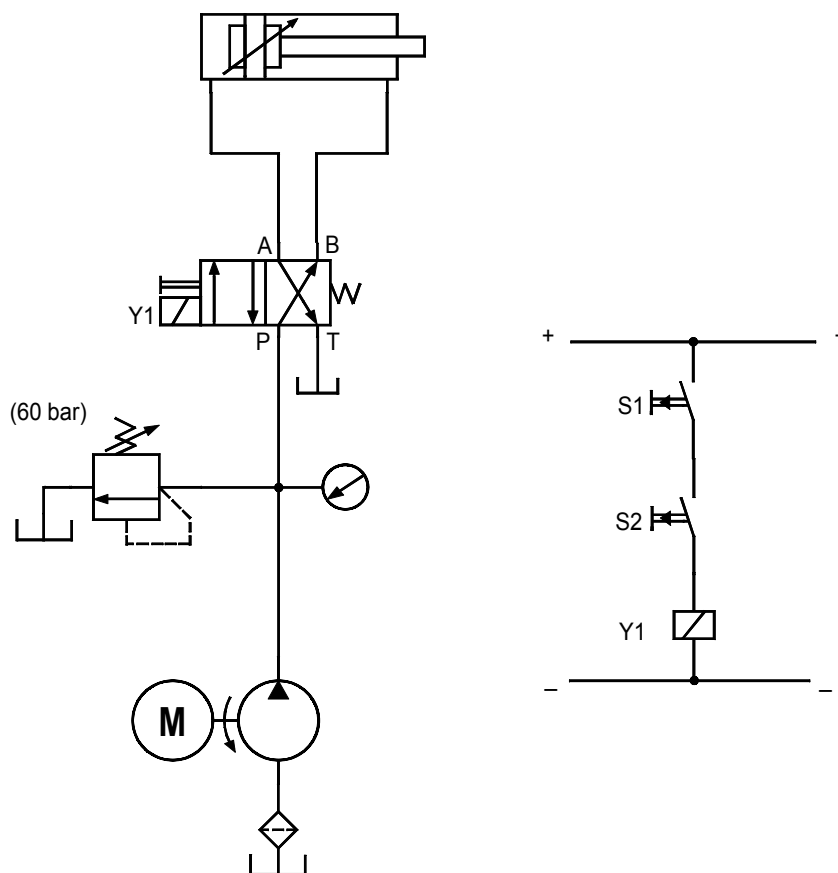
Ensaio 15: Um cilindro de ação dupla deve poder ser acionado de dois locais diferentes e distantes entre si como, por exemplo, no comando de um elevador de cargas que pode ser acionado tanto do solo como da plataforma.



Neste caso, utiliza-se os contatos normalmente abertos de dois botões de comando pulsadores S1 e S2, montados em paralelo, com a mesma função, ou seja, de ligar o solenóide Y1 da válvula direcional. Dessa forma, acionando-se o botão S1 ou S2 o contato fecha, energizando a bobina do solenóide Y1. De acordo com o que foi apresentado no circuito anterior, o solenóide Y1 ligado aciona a válvula direcional para a posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

Soltando-se o botão que foi acionado, seu contato volta a abrir, interrompendo a passagem de corrente elétrica para a bobina e desligando o solenóide Y1. Quando o solenóide Y1 é desligado, a mola reposiciona a válvula direcional na posição cruzada, fazendo com que o cilindro retorne.

Ensaio 16: Um cilindro de ação dupla deve avançar somente quando dois botões de comando forem acionados simultaneamente (comando bi-manual). Soltando-se qualquer um dos dois botões de comando, o cilindro deve voltar imediatamente a sua posição inicial.



Para a solução deste problema, utiliza-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 solenóide Y1 permaneça desligada.

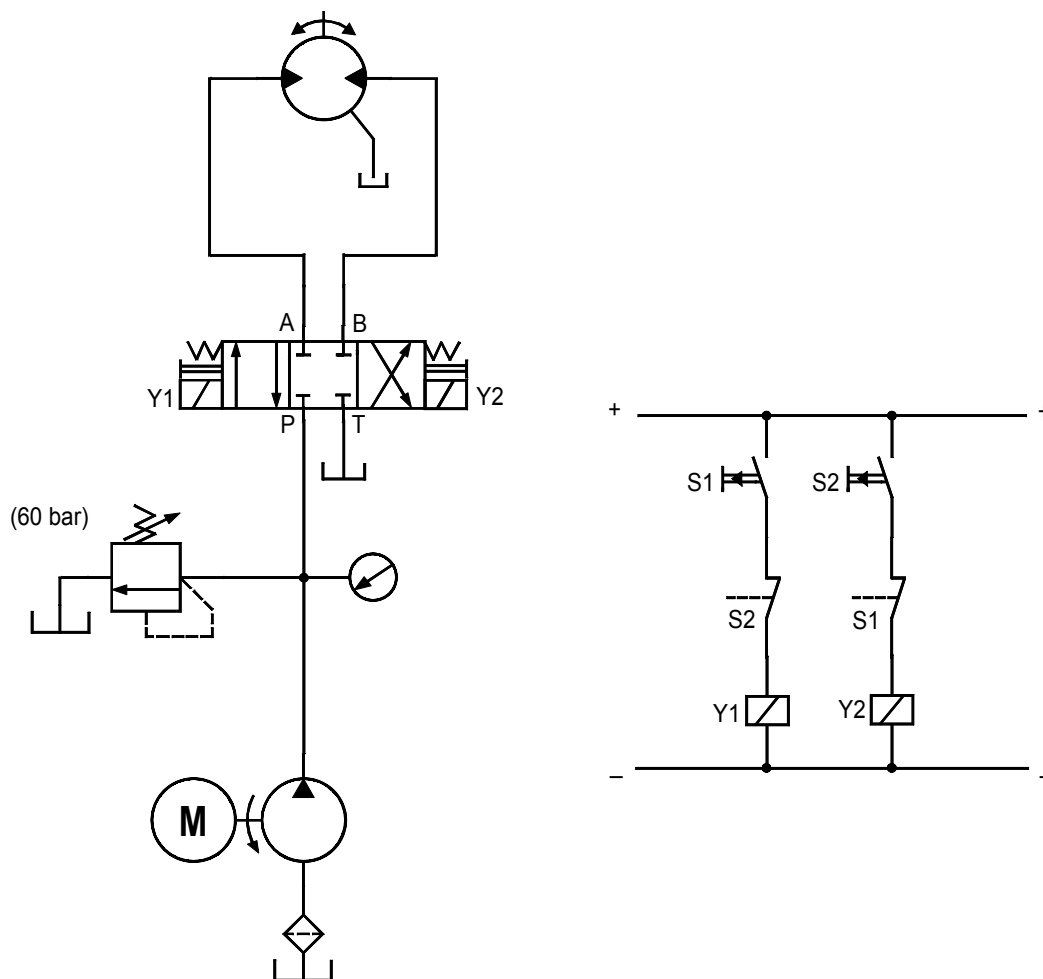
Sendo assim, o solenóide Y1 somente poderá ser energizado se os botões S1 e S2 forem acionados ao mesmo tempo ou simultaneamente, isto é, um e logo em seguida o outro. Somente quando os dois botões estiverem acionados, seus contatos normalmente abertos fecham e permitem a passagem da corrente elétrica que liga o solenóide 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 solenóide Y1. Uma vez desligado o solenóide 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 descaracterizar a condição de segurança desse tipo de comando bi-manual. Um outro circuito de comando bi-manual, totalmente seguro, será apresentado e detalhado mais a frente nos próximos exemplos de construção de circuitos eletro-hidráulicos.

Ensaio 17: 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, é necessário 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 solenóides 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.

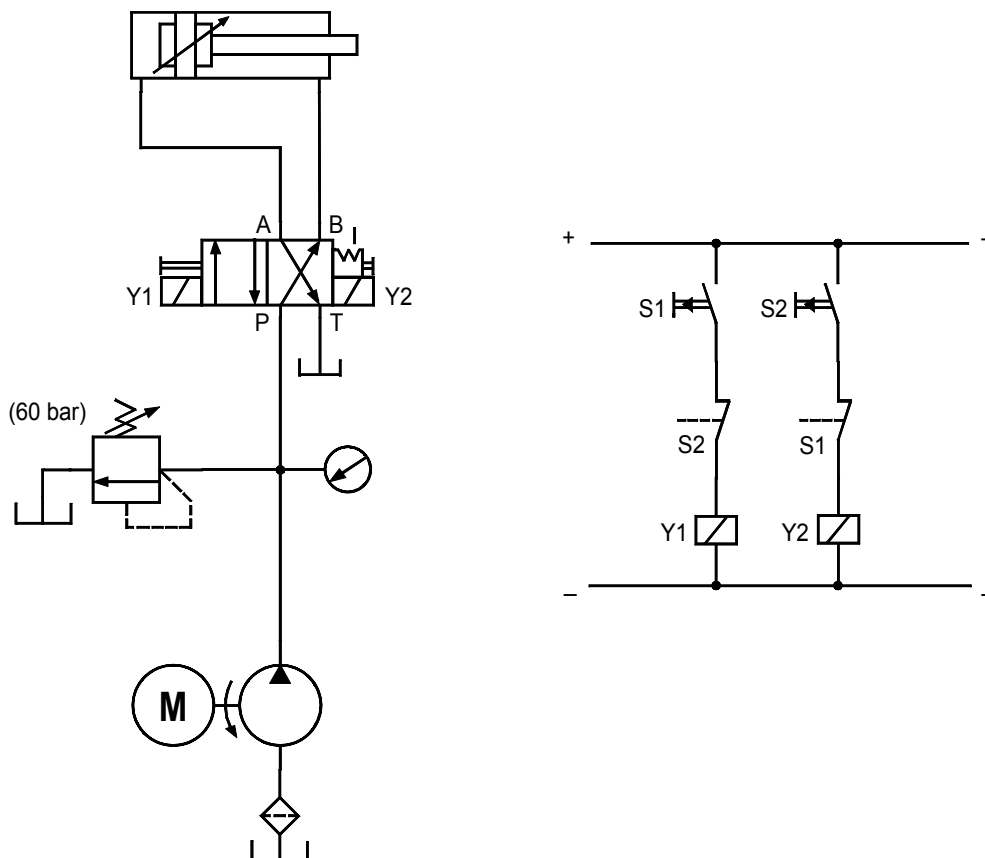
Soltando-se o botão S2, seu contato normalmente aberto que havia fechado volta a abrir, interrompendo a passagem da corrente elétrica, o que desliga o solenóide Y2. Com o solenóide Y2 desligado, as molas centralizam o carretel da válvula direcional na posição que bloqueia o fluxo hidráulico, interrompendo o movimento do eixo do motor.

Caso os dois botões S1 e S2 forem acionados simultaneamente, embora os dois contatos normalmente abertos fechem, 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.

Ensaio 18: Um cilindro de ação dupla deve ser acionado por dois botões. Acionando-se o primeiro botão o cilindro deve avançar e permanecer avançado 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 solenóides com detente, ou uma válvula direcional de 4/2 vias acionada por solenóide com reposicionamento por mola ou, ainda, uma válvula direcional de 4/3 vias acionada por solenóides e centrada por molas. As três alternativas diferentes de construção do circuito eletro-hidráulico serão apresentadas a seguir:

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias acionada por dois solenóides 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 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 cilindro avance.

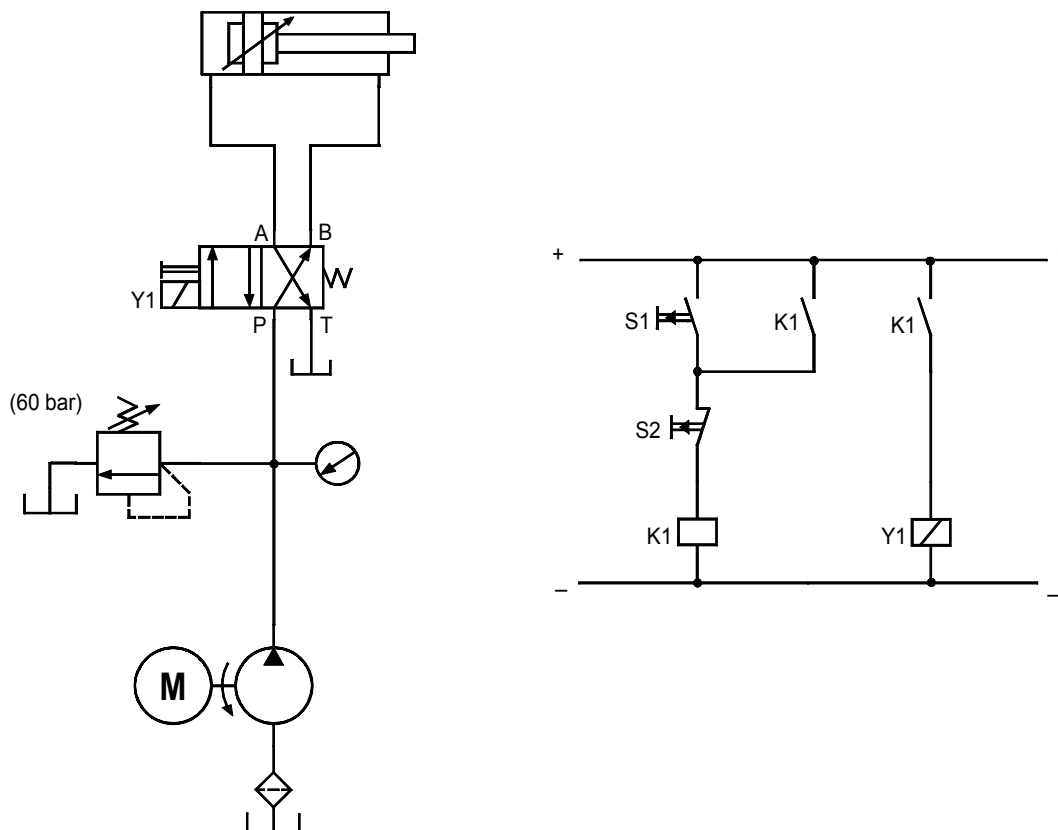
Mesmo que o botão S1 seja desacionado, desligando o solenóide Y1, como a válvula direcional possui um detente que trava o carretel na última posição acionada, neste caso na posição paralela, o cilindro permanece avançando. Portanto, para fazer com que o cilindro avance, não é necessário manter o botão 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 solenóide Y2. Ao mesmo tempo, o contato 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 cilindro retorne.

Mesmo que o botão S2 seja desacionado, desligando o solenóide 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 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, conforme explicado no ensaio 17, danificando o equipamento.

Solução B: 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 desligar dominante.



Neste caso, a válvula direcional é reposicionada 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. 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.

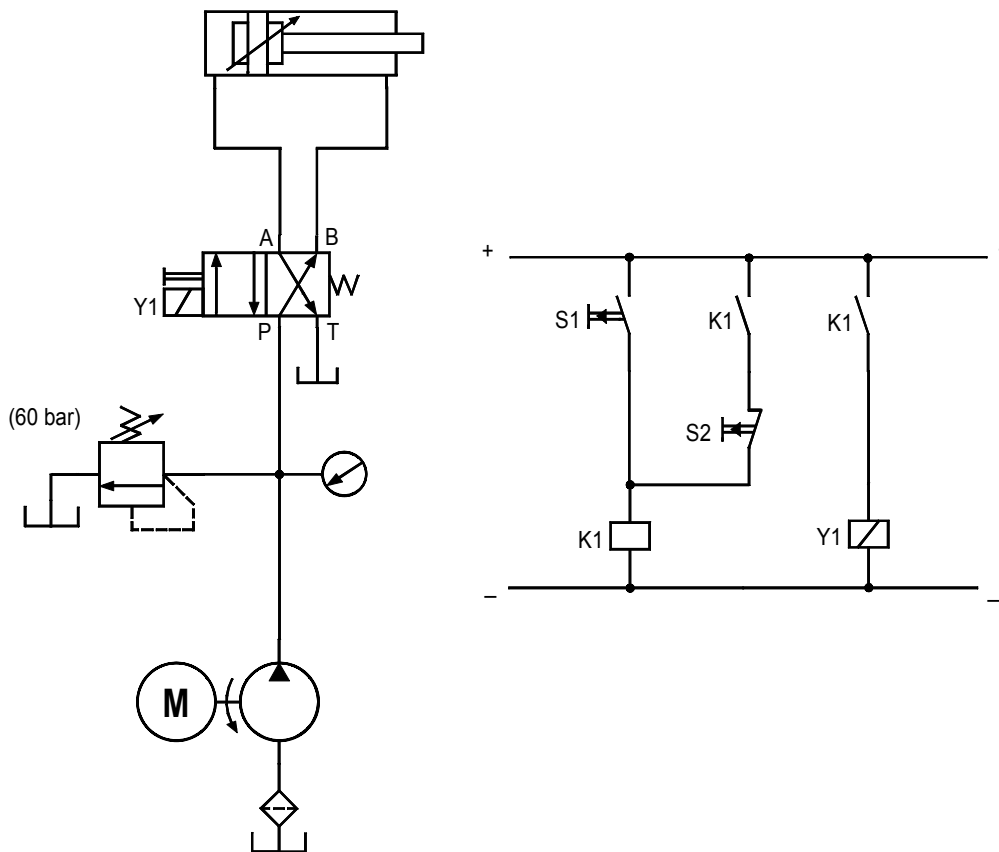
Um segundo contato de K1 é utilizado no circuito para ligar a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

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 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 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 relê 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.

Solução C: 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 reposicionada 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.

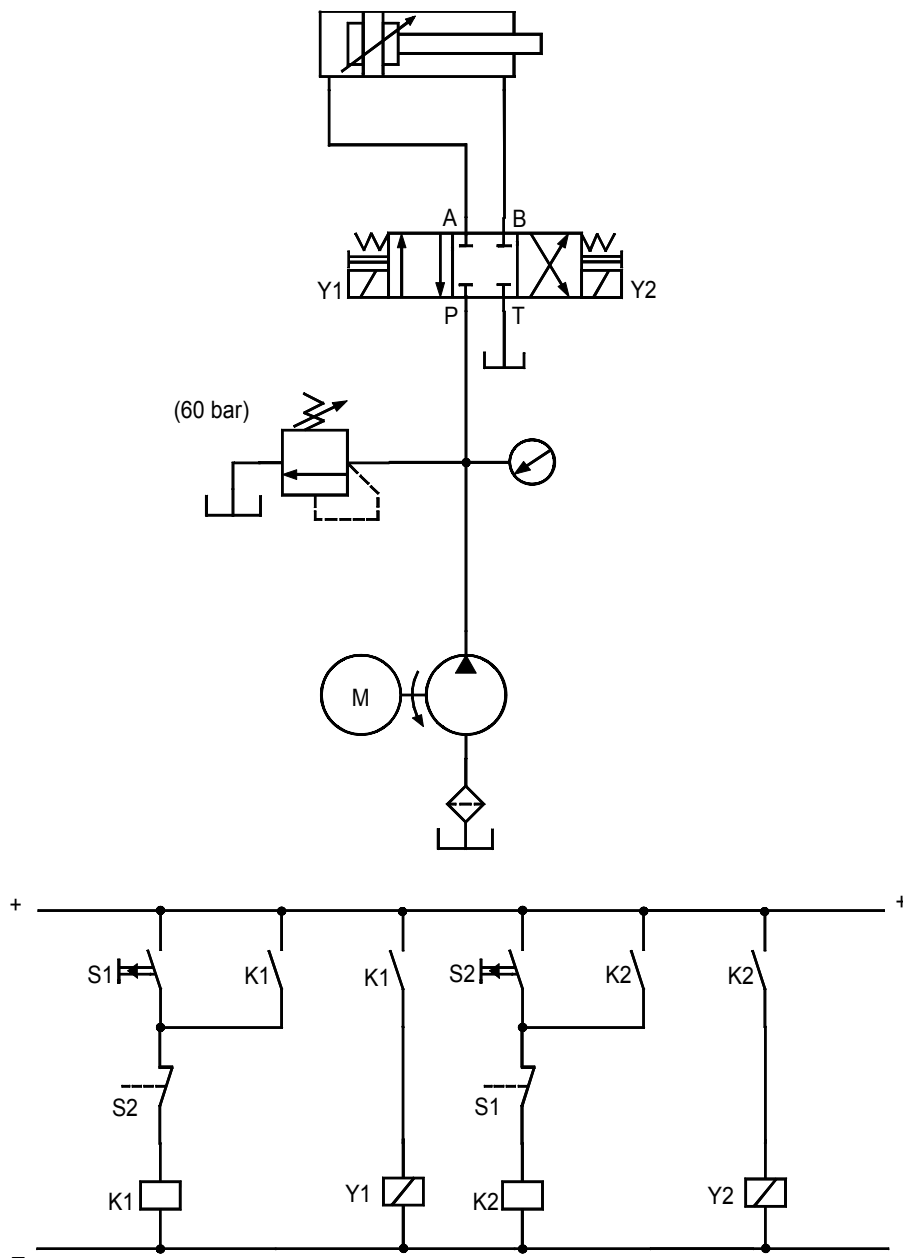
Um segundo contato de K1, utilizado no circuito, liga a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

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 relê 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.

Solução D: utilizando uma válvula direcional de 4/3 vias de centro fechado, com acionamento por solenóides 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 solenóides, 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 solenóide Y1 ligado quando o botão S1 for desacionado como para segurar o solenóide 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 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 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 relê 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.

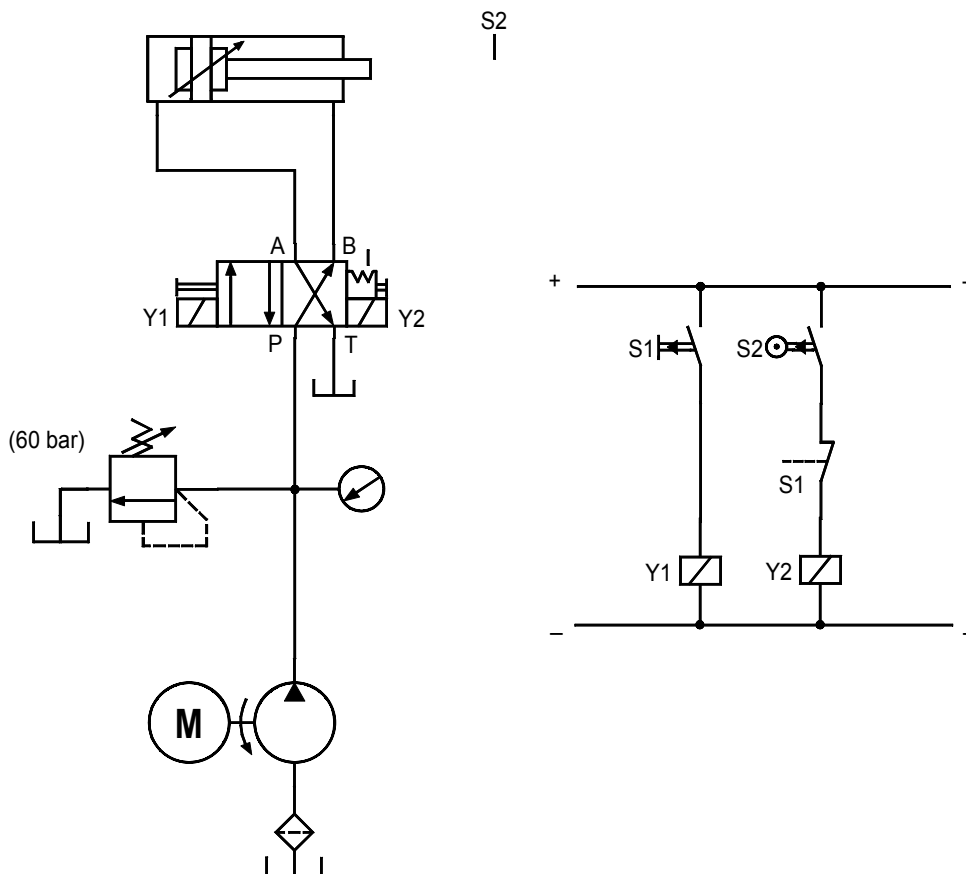
Os contatos fechados dos dois botões de comando, S1 e S2, montados em série alternadamente com os contatos abertos, servem para desligar o relê e o respectivo solenóide opostos ao acionamento desejado. Assim, garante-se que um solenóide será desligado antes do outro ser ativado e evita-se a sobreposição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

Ensaio 19: 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.

Assim como no ensaio anterior, hidraulicamente há três possibilidades de solução da situação-problema apresentada, usando três válvulas direcionais diferentes, as quais exigirão três comandos elétricos distintos para que o circuito eletro-hidráulico apresente o mesmo funcionamento.

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



A solução para o comando elétrico é idêntica à solução A do ensaio 18. 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.

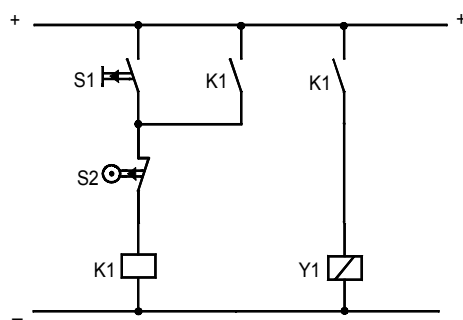
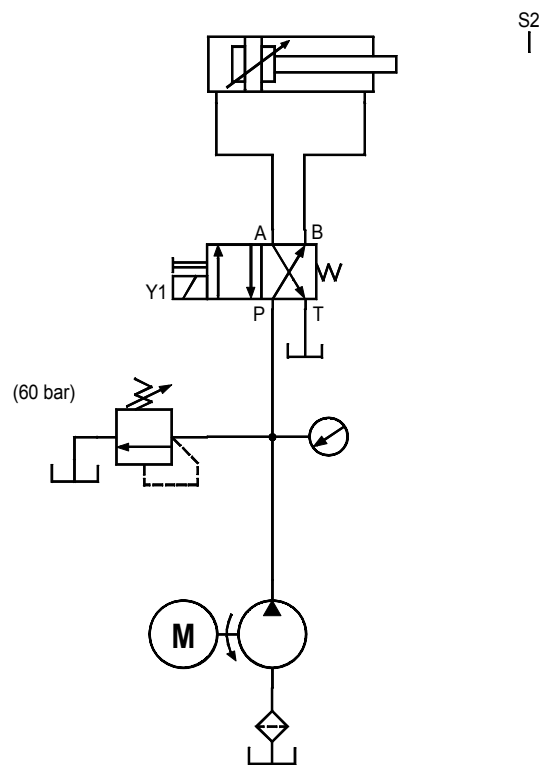
Soltando-se o botão de partida S1, o solenóide Y1 é desligado mas, como a válvula direcional possui um detente que trava o carretel, memorizando o último acionamento, a válvula permanece na posição paralela, fazendo com que o cilindro continue avançando.

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.

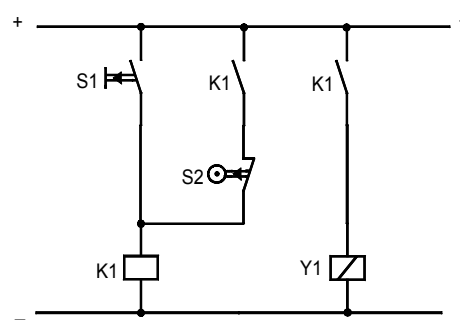
Ao retornar, o cilindro desaciona o rolete da chave fim de curso S2, cujo contato volta a abrir desligando o solenóide Y2. Devido ao detente que mais uma vez trava o carretel, memorizando o último acionamento, a válvula direcional permanece na posição cruzada, fazendo com que o cilindro prossiga no seu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

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola.



com comportamento de desligar dominante



com comportamento de ligar dominante

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 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, 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.

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 acionada, 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 a chave fim de curso S2 seja desacionada, a bobina de K1 permaneça desligada. O segundo contato de K1, por sua vez, abre e bloqueia a passagem da corrente elétrica para 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.

Já no comando elétrico de auto-retenção com comportamento de ligar dominante, 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, ligado em paralelo com o botão S1 e em série com a chave fim de curso 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, mantendo a bobina de K1 energizada. Um segundo contato de K1 liga a bobina do solenóide Y1 que, quando energizado, aciona a válvula direcional na posição paralela, fazendo com que o cilindro avance.

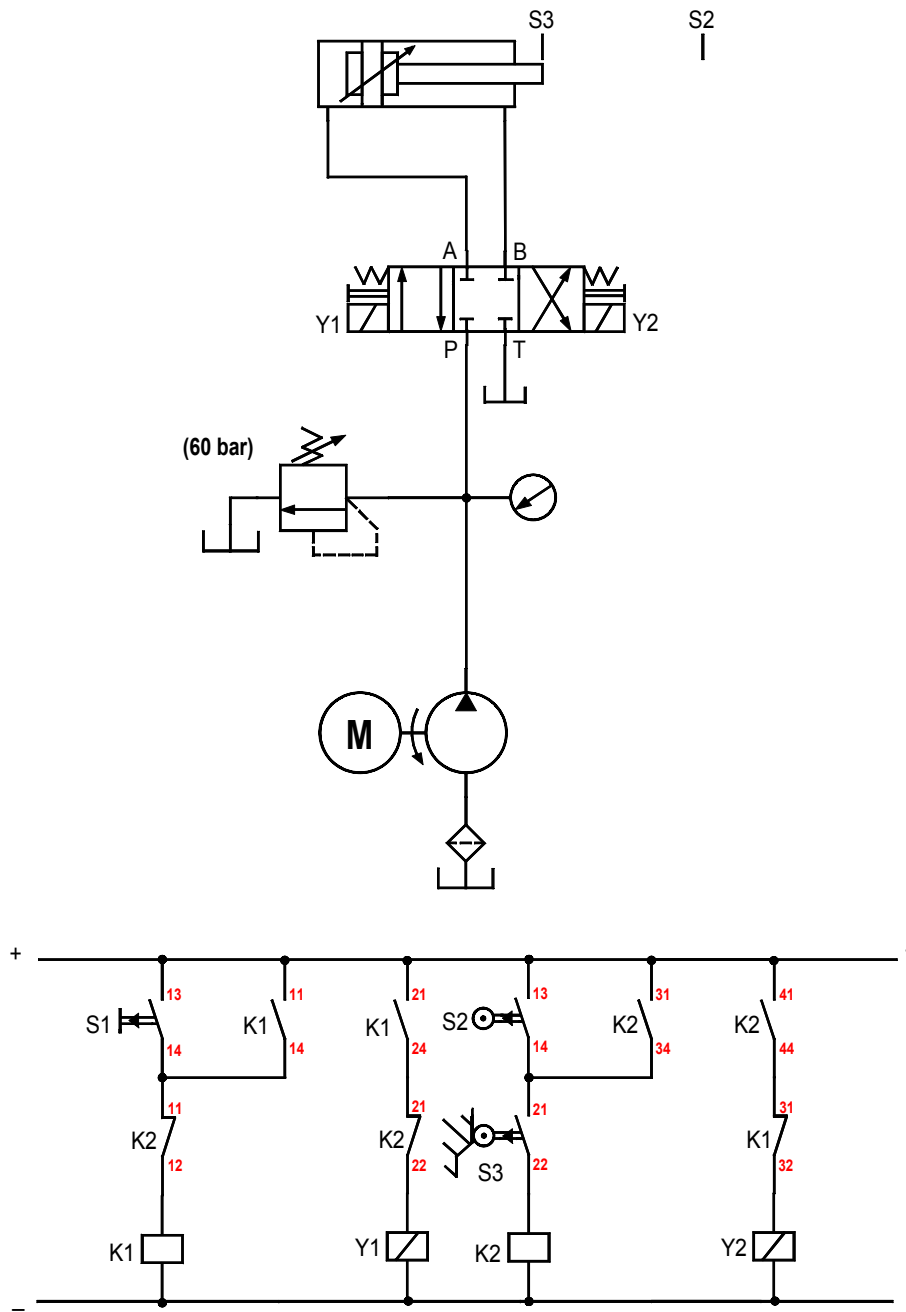
Dessa forma, pode-se soltar o botão de comando S1 que o relê auxiliar K1 se mantém ligado por um de seus próprios contatos (auto-retenção) e, ao mesmo tempo, conserva energizado o solenóide Y1 por meio de outro de seus contatos, garantindo a continuidade do movimento de avanço do cilindro.

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 acionada, 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 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.

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 solenóide 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 solenóide 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 solenóide Y1 permanece ligado, mesmo quando a chave fim de curso S2 é acionada pela haste do cilindro. Dessa forma, o cilindro pára 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 solenóide Y1, permitindo o retorno automático do cilindro.

Solução C: utilizando uma válvula direcional de 4/3 vias com posição central fechada, acionada por solenóides 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 relês 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 auto-retenção 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 solenóide Y1 da Válvula direcional. O contato fechado 21/22 de K2 abre, atuando como uma proteção que garante o desligamento do solenóide 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 solenóide Y2. Com o solenóide 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 solenóide 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 solenóide Y2. Com o solenóide Y2 desligado, as molas acionam o carretel da válvula direcional na posição central fechada, bloqueando o fluxo hidráulico para o cilindro e encerrando o ciclo.

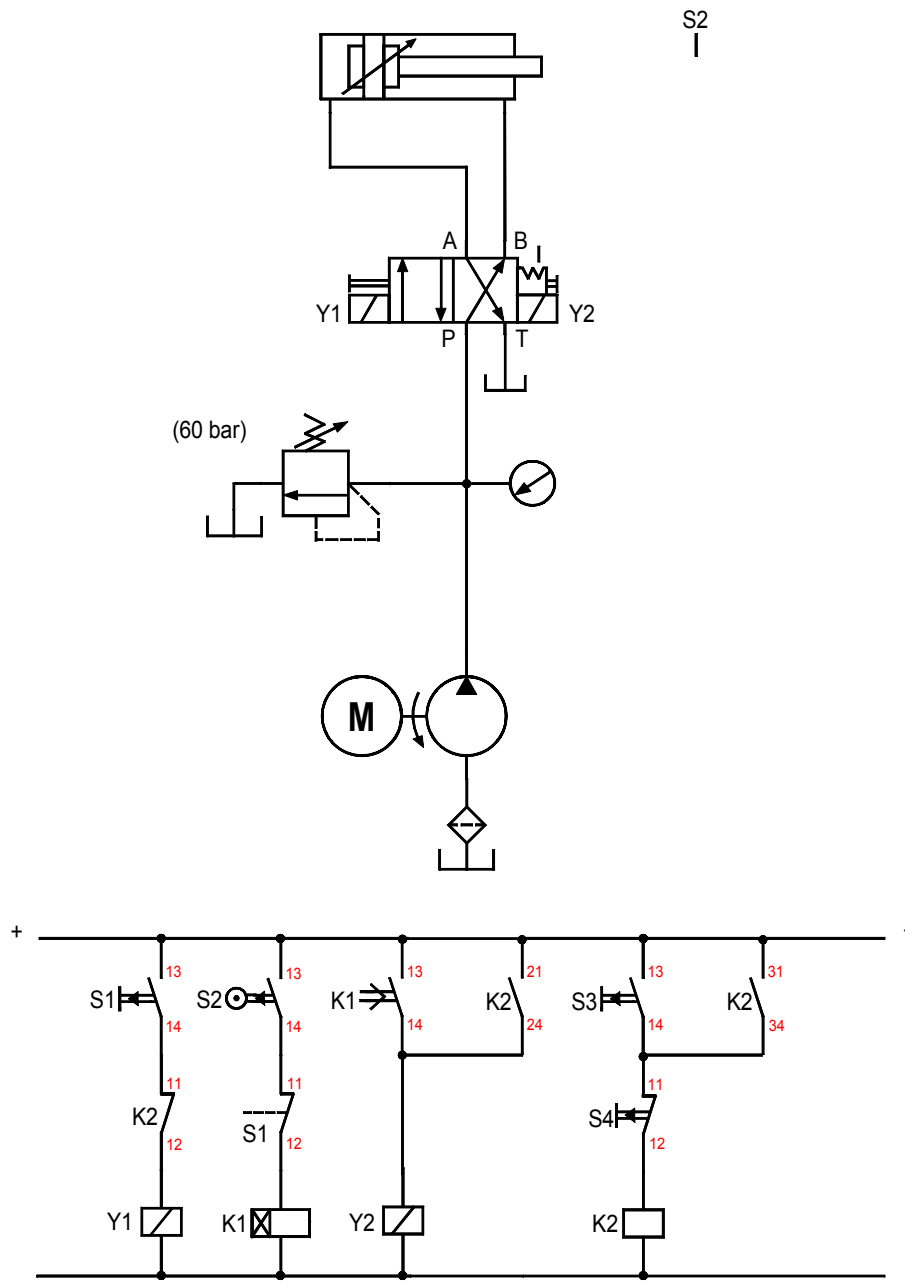
Assim, tanto o circuito hidráulico como o elétrico de comando encontram-se novamente na posição inicial, aguardando uma nova partida que pode ser efetuada por meio do acionamento do botão S1.

Ensaio 20: 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.

Solução A: 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 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 contado 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.

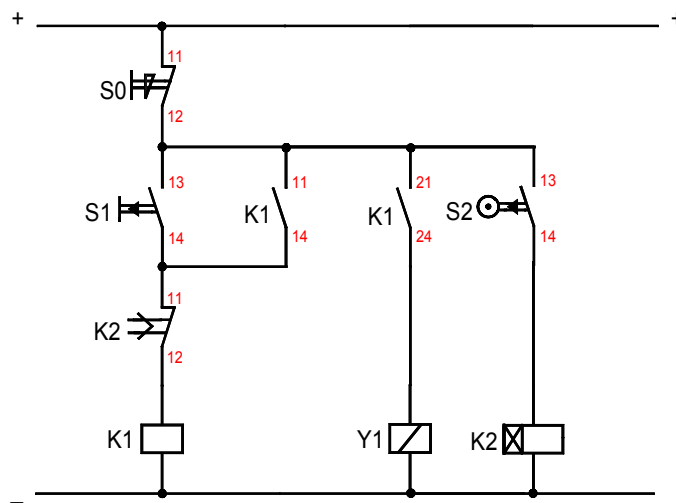
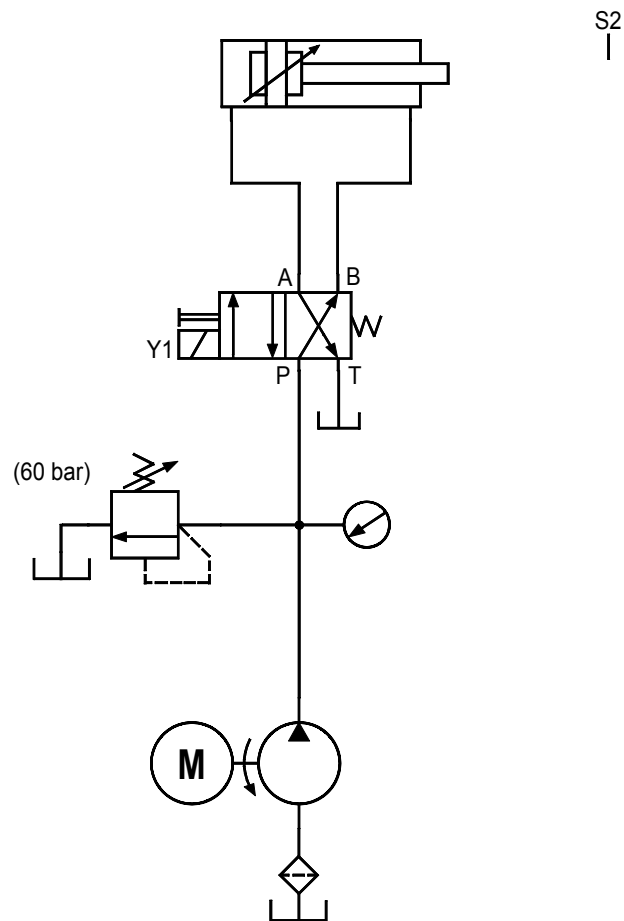
Quando a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S2 é desacionada e seu contato que havia fechado volta a abrir, desligando a bobina do relê temporizador K1. Assim que o relê K1 é desativado, seu contato 13/14 que havia fechado abre, desligando a bobina do solenóide Y2. Mais uma vez, o detente da válvula direcional trava o carretel, agora na posição cruzada, e a haste do cilindro permanece retornando, mesmo com o solenóide 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 solenóide 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 solenóide 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 solenóide 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.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola.



Com o circuito eletro-hidráulico na posição inicial de comando, quando o circuito elétrico é energizado, a corrente passa pelo contato normalmente fechado do botão com trava S0 e permanece bloqueada pelos demais contatos do circuito, mantendo tudo desligado. Assim a mola da válvula direcional mantém o carretel na posição cruzada e o cilindro recuado, aguardando por um sinal de partida para início do ciclo de movimentos.

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 11/12 do relê temporizador K2, ligado em série com o botão de partida S1, e energiza a bobina do relê auxiliar K1. Quando a bobina do relê K1 é ligada, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1, de forma que, se o botão S1 for desacionado, esse contato mantém o relê K1 ligado. O contato aberto 21/24 do relê K1 também fecha e ativa a bobina do solenóide Y1. Com o solenóide Y1 ligado o carretel da válvula direcional é empurrado para a posição paralela, fazendo com que a haste do cilindro avance.

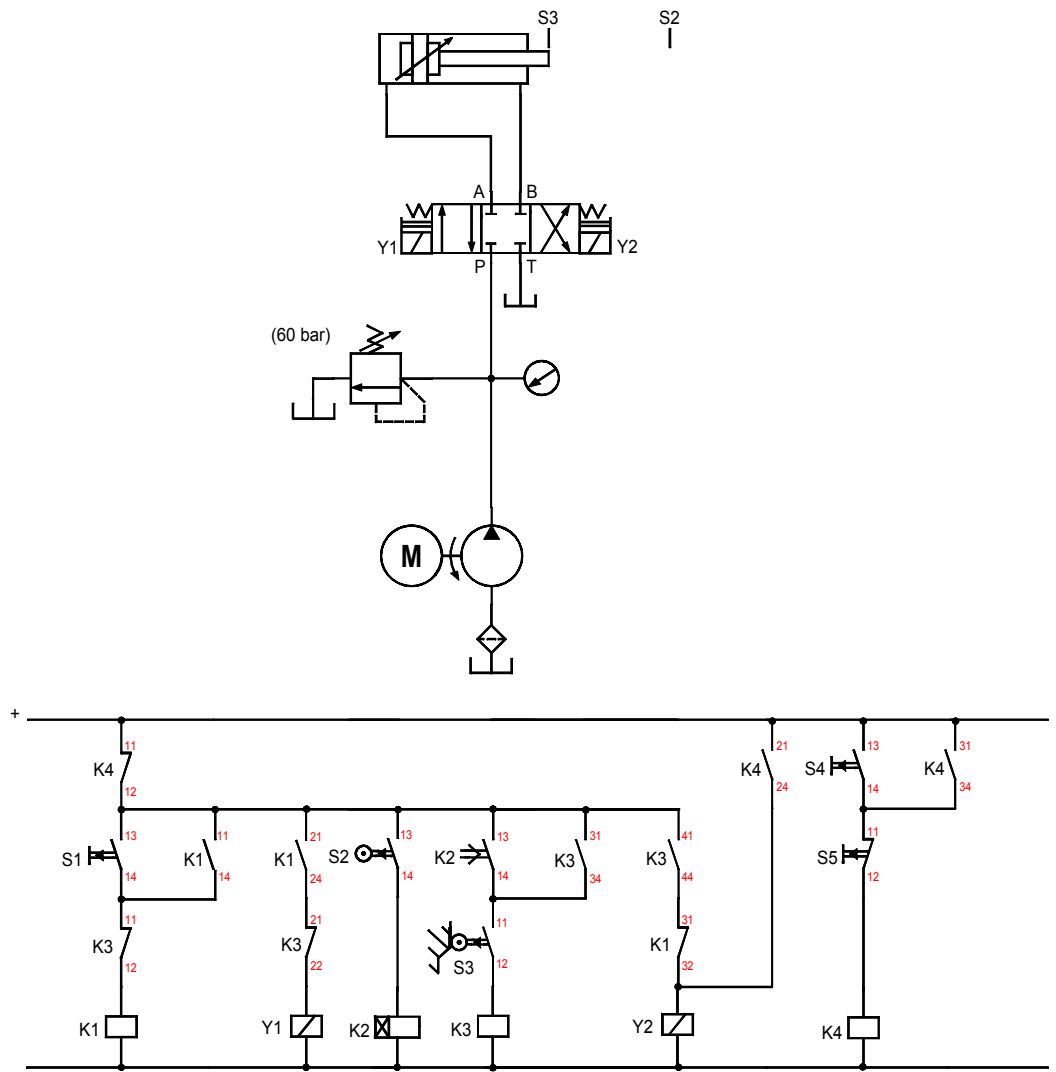
Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, ela aciona mecanicamente o rolete da chave fim de curso S2, cujo contato normalmente aberto fecha e liga a bobina do relê temporizador K2. Assim que o temporizador K2 é energizado, o tempo pré ajustado de 4 segundos em seu potenciômetro é contado e, somente então, os contatos do temporizador K2 se invertem. Portanto, passado os 4 segundos, o contato fechado 11/12 do temporizador abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, o que desliga a bobina do relê auxiliar K1. Quando o relê K1 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga a auto-retenção do relê K1. Por sua vez, o contato 21/24 do relê K1 que havia fechado, também abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 desativado, a mola da válvula direcional empurra novamente o carretel para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro retorne.

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 o relê temporizador K2. Assim que o temporizador K2 é desativado, seu contato 11/12 que havia aberto volta a fechar mas, como o botão S1 está desacionado e a auto-retenção de K1 desativada, o relê auxiliar K1 permanece desligado e a haste do cilindro continua a retornar até o final do curso de retorno, encerrando o ciclo de movimentos. Uma nova partida pode ser efetuada mediante o acionamento do botão de partida S1.

Como a válvula direcional do circuito hidráulico é acionada por um único solenóide e reposicionada por mola, o sistema de parada de emergência é, neste caso, facilmente executado pelo contato fechado do botão com trava S0. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S0 for acionado, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para todo o circuito. Dessa forma, tudo é desligado, inclusive o solenóide Y1 da válvula direcional cuja mola empurra o carretel para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro volte imediatamente a sua posição inicial, ou seja 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 do botão com trava S0 permanece aberto desenergizando todo o circuito. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, simplesmente destravando o botão S0. Destravando-se o botão S0, seu contato 11/12 volta a fechar, alimentando o circuito e permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione novamente o botão de partida S1.

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



Com o circuito eletro-hidráulico na posição inicial de comando, quando o circuito elétrico é energizado, a corrente passa pelo contato fechado 11/12 do relê auxiliar K4 e permanece bloqueada pelos demais contatos do circuito, mantendo tudo desligado. Assim as molas da válvula direcional mantêm o carretel centrado e o cilindro parado, aguardando por um sinal de partida para início do ciclo de movimentos.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do relê K3 e liga a bobina do relê auxiliar K1. Quando o relê K1 é energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1, isto é, o botão de partida S1 pode ser liberado pelo operador que o relê K1 permanece ativado. O contato aberto 21/24 de K1 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 21/22 de K3 e liga o solenóide Y1 da válvula direcional, acionando o carretel para a posição paralela para que o cilindro avance. Ao mesmo tempo, o contato fechado 31/31 de K1 abre e impede que o solenóide Y2 possa ser energizado, enquanto Y1 estiver ligado.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S3 é desacionada e seu contato 11/12 fecha, sem interferir no comando elétrico pois o contato 11/14 do temporizador já vinha mantendo a bobina do relê K3 desligada.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de avanço e aciona a chave fim de curso S2, seu contato aberto fecha e energiza o relê temporizador K2. Assim que o temporizador K2 é energizado, o tempo pré ajustado de 4 segundos em seu potenciômetro é contado e, somente então, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 da chave fim de curso S3, que se encontra desacionada, e liga a bobina do relê K3. Quando o relê K3 é energizado, seu contato fechado 11/12 abre e desliga o relê K1 cujos contatos voltam a posição inicial. O contato fechado 21/22 de K3 também abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional. O contato aberto 31/34 de K3 fecha e efetua a auto-retenção de K3, ou seja, se o contato 13/14 do temporizador voltar a abrir, o relê K3 se mantém energizado. Finalmente, o contato aberto 41/44 de K3 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 31/32 de K1, ligado em série, e ativa o solenóide Y2 da válvula direcional. Com o solenóide Y2 ligado, o carretel da válvula é acionado para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro retorne.

Assim que a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S2 é desacionada e seu contato volta a abrir, desligando o temporizador K2. Quando o temporizador K2 é desativado, seu contato aberto 13/14 que havia fechado volta a abrir, sem interferir no comando elétrico pois a auto-retenção do relê K3 o mantém energizado.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno e aciona a chave fim de curso S3, seu contato fechado 11/12 volta a abrir, desligando o relê K3. Quando o relê K3 é desligado, seus contatos 11/12 e 21/22 que haviam aberto voltam a fechar para permitir uma nova partida. O contato 31/34 que havia fechado volta a abrir, desativando a auto-retenção de K3. Finalmente, seu contato 41/44 que havia fechado volta a abrir, desligando o solenóide Y2 da válvula direcional. Com o solenóide Y2 desligado, as mola centram novamente o carretel e o cilindro permanece parado no final do curso de retorno, aguardando uma nova partida para o início de um novo ciclo.

Assim como na solução A, o sistema de parada de emergência, aqui apresentado, é formado por um relê auxiliar K4 e dois botões de comando: S4 para ativar a parada de emergência e S5 para desativar o sistema. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S4 for acionado, seu contato normalmente aberto fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado do botão S5, ligado em série com o botão S4, e liga a bobina do relê auxiliar K4. O contato fechado 11/12 de K4 abre e desliga todo o circuito. O contato aberto 31/34 de K4 fecha e efetua a auto-retenção de K4 para que a bobina de K4 permaneça energizada, mesmo se o botão S4 for desacionado. O contato aberto 21/24 de K4, ligado na rede principal, fecha e energiza diretamente a bobina do solenóide Y2 para que a haste do cilindro, esteja onde estiver, volte imediatamente a sua posição inicial, isto é, no final do curso de retorno.

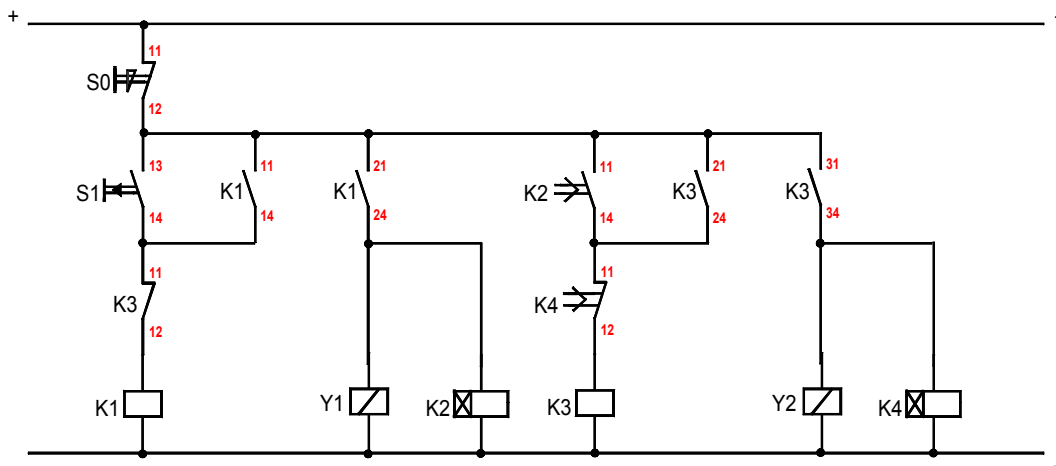
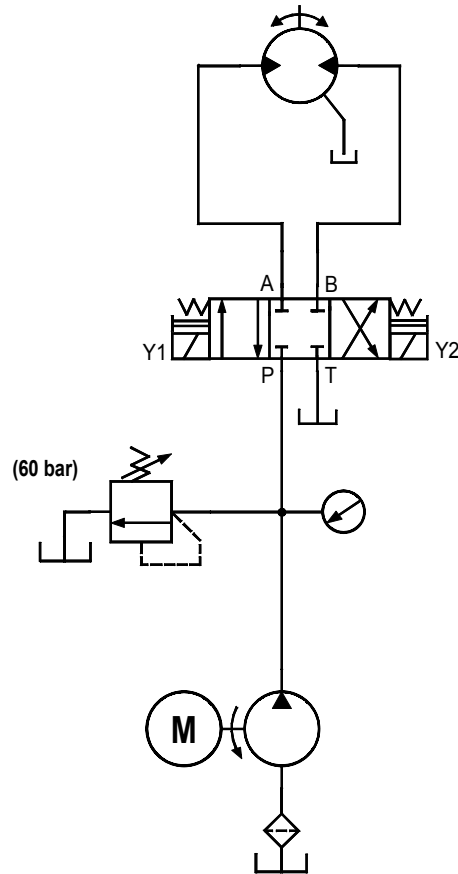
Enquanto o sistema de emergência estiver ativado, o operador não poderá iniciar um novo ciclo pois o contato 11/12 de K4 permanece aberto e não permite que o solenóide Y1 seja energizado, mesmo com o acionamento do botão de partida S1. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, por meio do acionamento do botão S5.

Acionando-se o botão S5, seu contato normalmente fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do relê auxiliar K4. Quando o relê K4 é desligado, seu contato 31/34 volta a abrir e desliga a auto-retenção do relê K4, permitindo que o botão S5 seja liberado e garantindo o desligamento da bobina do relê K4. O contato 21/24 de K4 também volta a abrir, desligando o solenóide Y2. O contato 11/12 de K4 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.

Ensaio 21: Ao acionar um botão de partida, um motor hidráulico deve girar no sentido horário por 10 segundos. Em seguida, o motor deve inverter automaticamente seu sentido de rotação por 8 segundos e parar, encerrando o ciclo de movimentos. Em caso de emergência, o operador poderá parar o motor a qualquer momento.

Neste caso, para que o eixo do motor hidráulico possa girar nos dois sentidos de rotação e também parar, ao encerrar o ciclo de movimentos, o circuito hidráulico exige uma válvula direcional de 3 posições de comando: uma para o giro no sentido horário, outra para a rotação no sentido anti-horário e, uma terceira, para parar o motor hidráulico ao encerrar o ciclo ou quando o operador acionar um botão de parada de emergência.

O circuito elétrico, por sua vez, deverá apresentar dois relês temporizadores que controlarão o tempo de giro em cada sentido de rotação, individualmente.



Quando o circuito é energizado, a corrente elétrica passa pelo contato fechado 11/12 do botão de emergência S0 e permanece interrompida nos demais contatos, mantendo os relês e os solenóides desligados.

Acionando-se o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K3, ligado em série com o botão de partida, e energiza a bobina do relê auxiliar K1. Com o relê K1 ativado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1 de forma que, se o operador liberar o botão de partida S1, a bobina de K1 se mantém energizada. O contato aberto 21/24 de K1 também fecha e liga simultaneamente o relê temporizador K2 e o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 energizado, o carretel da válvula direcional é acionado para a posição paralela e o motor hidráulico inicia sua rotação no sentido horário.

Como o relê temporizador K2 foi energizado, juntamente com o solenóide Y1, o tempo de 10 segundos, sugerido no enunciado do circuito e ajustado em seu potenciômetro, é contado e somente então seu contato aberto 11/14 fecha, permitindo a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do relê K4 e liga a bobina do relê auxiliar K3. Com o relê K3 ativado, seu contato aberto 21/24 fecha e realiza a auto-retenção do próprio K3. O contato fechado 11/12 de K3 abre e desliga o relê K1 cujos contatos voltam a abrir, desligando o solenóide Y1 da válvula direcional. Finalmente, o contato aberto 31/34 de K3 também fecha e liga simultaneamente o relê temporizador K4 e o solenóide Y2 da válvula direcional. Com o solenóide Y2 energizado, o carretel da válvula direcional é acionado para a posição cruzada e o motor hidráulico inicia sua rotação no sentido oposto, ou seja, anti-horário.

Como o relê temporizador K4 foi energizado, juntamente com o solenóide Y2, o tempo de 8 segundos, sugerido no enunciado do circuito e ajustado em seu potenciômetro, é contado e somente então seu contato fechado 11/12 abre, interrompendo a passagem da corrente elétrica para a bobina do relê auxiliar K3. Quando o relê K3 é desativado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre, desligando a auto-retenção do relê K3. Finalmente, o contato 31/34 de K3 que também havia fechado abre, desligando o solenóide Y2 da válvula direcional. Com os dois solenóides desativados, as molas da válvula direcional acionam o carretel para a posição central fechada, parando o eixo do motor hidráulico e encerrando, assim, o ciclo de movimentos do circuito.

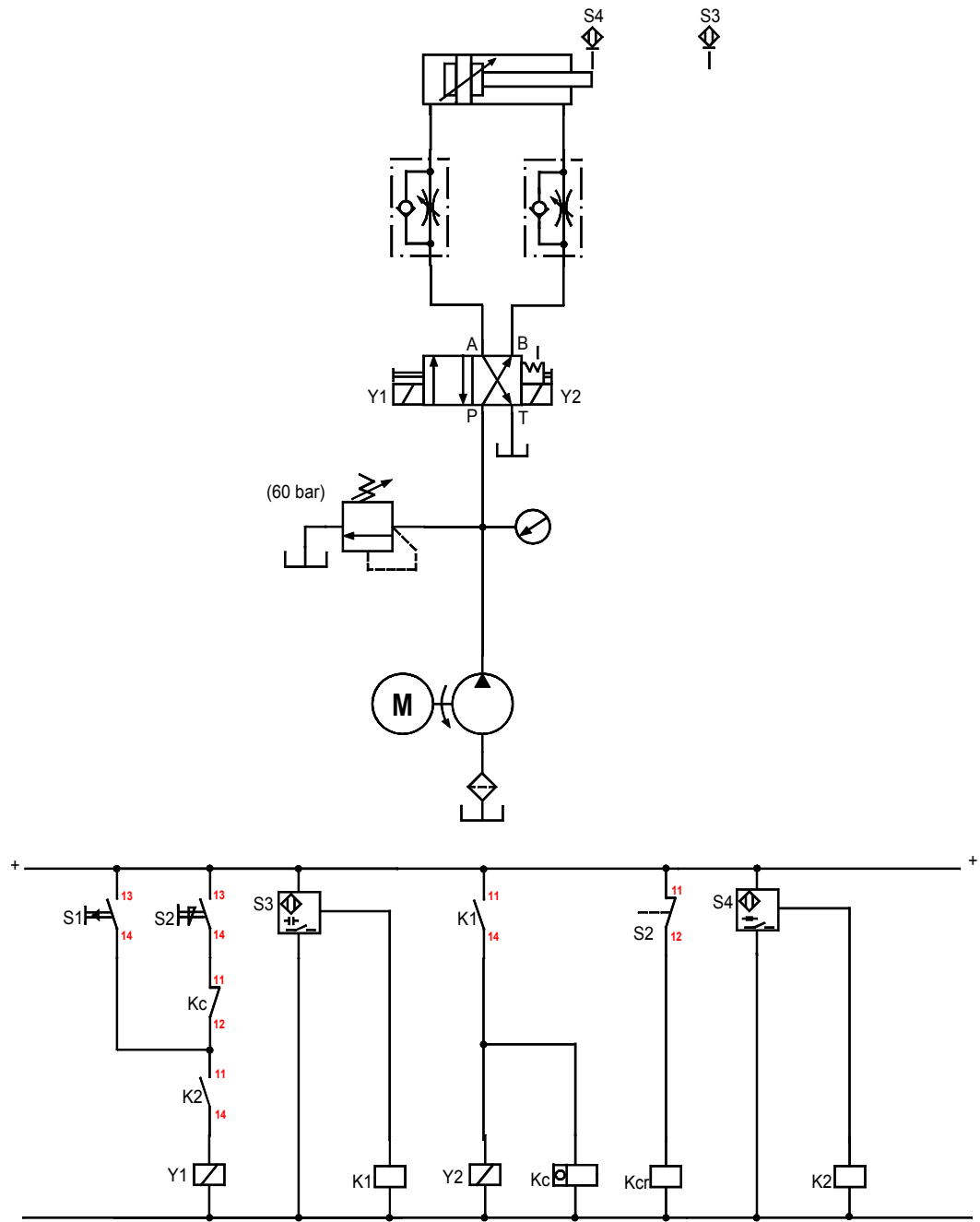
A qualquer instante, durante qualquer parte do ciclo de movimentos, o operador poderá parar o motor hidráulico acionando o botão de emergência S0. Quando o botão S0 for acionado, seu contato fechado 11/12 abre e permanece aberto e travado, desenergizando todo o circuito. Dessa forma, o solenóide que estiver ligado é desativado e, imediatamente, as molas da válvula direcional centram o carretel, interrompendo o fluxo hidráulico e parando o eixo do motor hidráulico.

Uma nova partida só será possível quando o operador destravar o botão de emergência S0. Com o botão S0 destravado, seu contato 11/12 volta a fechar, energizando o circuito e permitindo uma nova partida mediante o acionamento do botão S1.

Ensaio 22: 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 solenóide, 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.

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por dois solenóides 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.

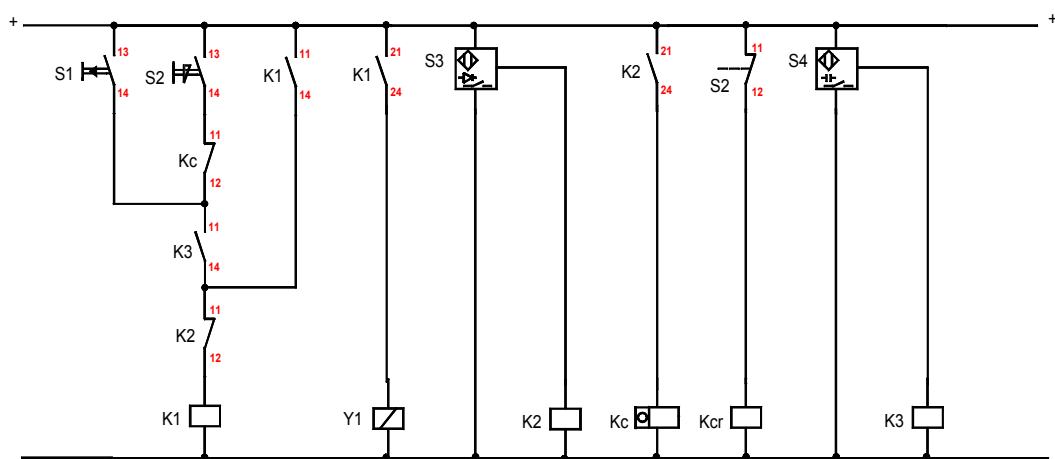
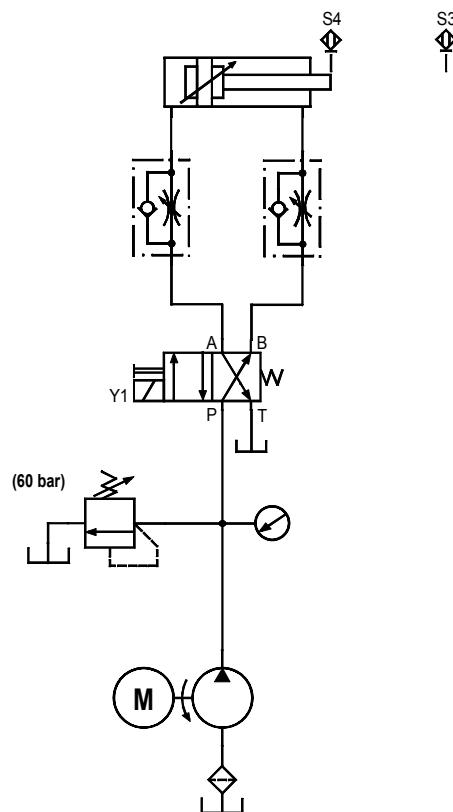
Quando a haste do cilindro chega ao final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 acusa sua presença e emite um sinal de saída, ligando novamente o relê K2. Com K2 energizado, seu contato aberto 11/14 volta a fechar e aguarda por um novo sinal de partida, considerando-se que a corrente elétrica está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

Se 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.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola.



Como foi detalhado nos circuitos anteriores, a opção por este tipo de válvula exige a utilização de relês auxiliares como função de auto-retenção, considerando-se que a válvula não memoriza a posição quando o solenóide é desligado.

Da mesma forma demonstrada na solução A, 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, enquanto que 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 capacitivo 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 K3, fechando seu contato aberto 11/14. Os demais relês, bem como o solenóide 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 do relê K3, que se encontra ativado pelo sensor capacitivo S4, e pelo contato 11/12 do relê auxiliar K2, energizando a bobina do relê auxiliar K1. Quando o relê K1 entra em operação, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção da bobina do relê K1. O contato aberto 21/24 de K1 também fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ligado o carretel 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 capacitivo S4, montado no final do curso de retorno do cilindro, interrompe seu sinal elétrico de saída, desligando o relê K3. Com o relê K3 desativado, seu contato 11/14 que estava fechado abre, sem interferir no comando elétrico pois a auto-retenção do relê K1 o mantém energizado. Como o relê K1 permanece ligado, seu contato 21/24 se mantém fechado e a bobina do solenóide Y1 energizada, fazendo com que a haste do cilindro continue avançando.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, um sensor óptico S3 lá posicionado acusa a aproximação da haste e emite um sinal elétrico que energiza o relê K2. Quando o relê K2 é ativado, seu contato fechado 11/12 abre e desliga a bobina do relê K1, ao mesmo tempo em que seu contato aberto 21/24 fecha e emite um sinal elétrico para o relê contador Kc que registra a contagem de um ciclo. Como o relê K1 foi desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desativa a auto-retenção de K1, enquanto que seu contato 21/24 que havia fechado também abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional.. Com o solenóide Y1 desligado, a mola da válvula direcional aciona o carretel 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 óptico S3, montado no final do curso de avanço do cilindro, interrompe o sinal elétrico de saída, desligando o relê K2. Com o relê K2 desativado, seu contato 11/12 que havia aberto volta a fechar para permitir uma nova partida, enquanto que seu contato 21/24 que havia fechado volta a abrir para cortar o sinal elétrico enviado ao relê contador Kc.

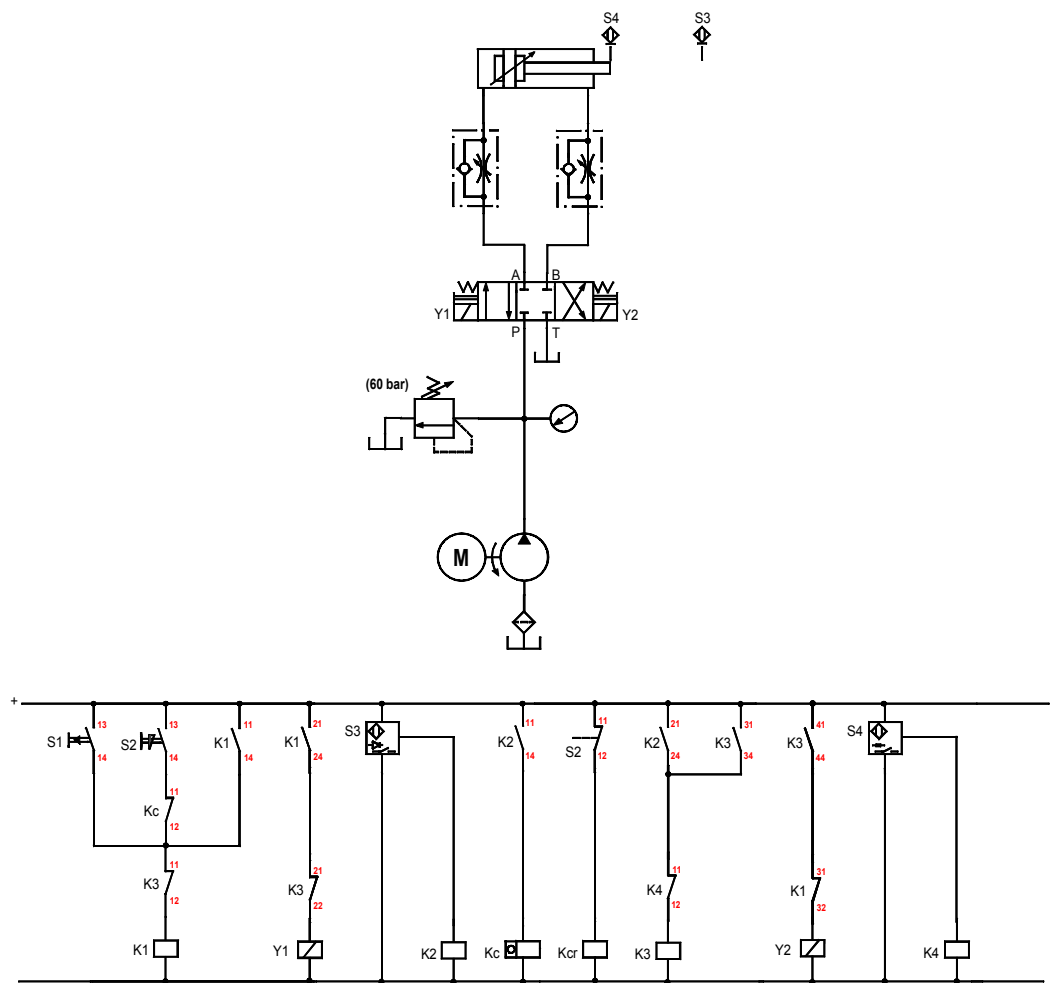
Quando a haste do cilindro chega ao final do curso de retorno, o sensor capacitivo S4 acusa sua presença e emite um sinal de saída, ligando novamente o relê K3. Com K3 energizado, seu contato aberto 11/14 volta a fechar e aguarda por um novo sinal de partida, considerando-se que a corrente elétrica está interrompida no contato aberto 13/14 do botão de partida S1.

Se 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 do relê K3. Da mesma forma como ocorria na solução A, toda a vez que a haste do cilindro encerra um ciclo, atingindo o final do curso de retorno, o sensor capacitivo S4 liga o relê K3 e seu contato aberto 11/14 fecha efetuando automaticamente uma nova partida e 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.

Quando o número de ciclos de avanço e retorno do cilindro se igualar à contagem pré-programada no relê contador Kc, seu contato fechado 11/12, ligado em série com o botão S2, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, o que impede uma nova partida automática e encerra 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, por sua vez, 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.

Solução C: utilizando uma válvula direcional de 4/3 vias acionada por solenóides e centrada por molas.



Da mesma forma demonstrada nas soluções anteriores, 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, enquanto que 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 K4, abrindo seu contato fechado 11/12. 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 fechado 11/12 do relê K3, energizando a bobina do relê auxiliar K1. Quando o relê K1 entra em operação, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção da bobina do relê K1. O contato aberto 21/24 de K1 também fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 21/22 de K3, ligado em série, e energiza o solenóide Y1 da válvula direcional. O contato fechado 31/32 de K1 abre e impede que o solenóide Y2 seja ativado, enquanto Y1 estiver em operação. Com o solenóide Y1 ligado, o carretel da válvula direcional é acionado 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 K4. Com o relê K4 desativado, seu contato 11/12 que estava aberto fecha, sem interferir no comando elétrico pois a corrente para a bobina do relê K3 já estava interrompida pelos contatos abertos 21/24 de K2 e 31/34 de K3.

Quando a haste do cilindro alcança o final do curso de avanço, um sensor óptico S3 lá posicionado acusa a aproximação da haste e emite um sinal elétrico que energiza o relê K2. Quando o relê K2 é ativado, seu contato aberto 11/14 fecha e emite um sinal elétrico para o relê contador Kc que registra a contagem de um ciclo. O contato aberto 21/24 de K2 também fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K4 e energiza a bobina do relê K3. Com o relê K3 ativado, seu contato fechado 11/12 abre e desliga o relê K1. O contato fechado 21/22 de K3 também abre e desliga o solenóide Y1 da válvula direcional. O contato aberto 31/34 de K3 fecha e efetua a auto-retenção de K3. Finalmente, o contato aberto 41/44 de K3 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 31/32 de K1, que se encontra no momento desativado, e energiza o solenóide Y2 da válvula direcional. 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 óptico S3, montado no final do curso de avanço do cilindro, interrompe o sinal elétrico de saída, desligando o relê K2. Com o relê K2 desativado, seu contato 11/14 que havia fechado volta a abrir para cortar o sinal elétrico enviado ao relê contador Kc, enquanto que seu contato 21/24 que havia fechado também volta a abrir, sem interferir no comando elétrico pois a auto-retenção do relê K3 o mantém energizado.

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 K4. Com K4 energizado, seu contato fechado 11/12 volta a abrir, desligando a bobina do relê K3. Com o relê K3 desativado, seu contato 11/12 que havia aberto volta a fechar para permitir uma nova partida. O contato 21/22 de K3 que havia aberto volta a fechar para permitir que o solenóide Y1 seja ligado e iniciar um novo ciclo de movimentos. O contato 31/34 de K3 que havia fechado volta a abrir, desativando a auto-retenção do relê K3. Finalmente, o contato 41/44 de K3 que havia fechado volta a abrir, desligando o solenóide Y2 da válvula direcional. Com o solenóide Y2 desativado, as molas centralizam o carretel da válvula direcional e o cilindro permanece parado no final do curso de retorno, aguardando por um novo sinal de partida.

Se 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 fechado 11/12 do relê K3. Da mesma forma como ocorria nas soluções anteriores, 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 K4 que, por sua vez, desliga o relê K3 efetuando automaticamente uma nova partida e 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.

Quando o número de ciclos de avanço e retorno do cilindro se igualar à contagem pré-programada no relê contador Kc, seu contato fechado 11/12, ligado em série com o botão S2, abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, o que impede uma nova partida automática e encerra 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, por sua vez, 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.

Ensaio 23: Um cilindro hidráulico de ação dupla somente deverá avançar quando seus dois botões de partida forem acionados simultaneamente (comando bi-manual). Se a diferença de tempo entre os acionamentos dos dois botões for maior do que 2 segundos, o cilindro não deverá partir. O retorno deverá ocorrer automaticamente uma vez haja sido alcançada a pressão pré-programada de trabalho. Um sistema de emergência, quando acionado, deverá permitir que o cilindro volte imediatamente a sua posição inicial.

A novidade neste circuito é a presença de um pressostato que deverá controlar a pressão de avanço do cilindro. No caso, por exemplo, de uma prensa de cunhagem de medalhas onde a força de avanço do martelo, acionado pela haste do cilindro, deve ser compatível com a resistência do material a ser cunhado, quando o martelo da prensa atingir a pressão predeterminada no pressostato, este emite um sinal para o retorno imediato do cilindro.

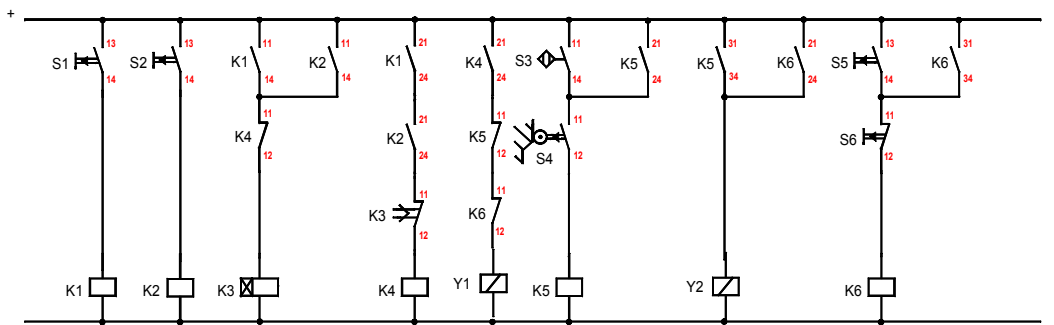
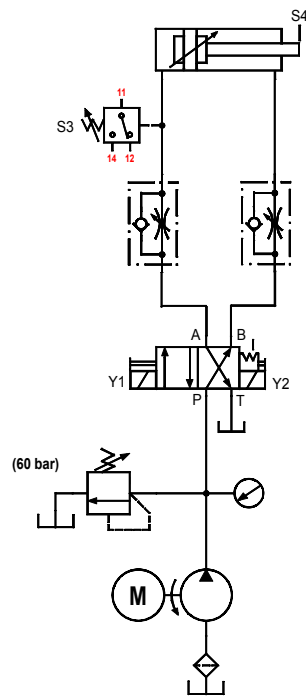
É importante destacar que, na prática, o pressostato deve ser regulado com uma pressão intermediária, maior que a pressão mínima para avanço do cilindro e, obrigatoriamente, menor que a pressão máxima de trabalho, ajustada na válvula de segurança do sistema hidráulico. Caso contrário, se o pressostato for ajustado com uma pressão inferior a mínima exigida para o movimento do cilindro, assim que a câmara traseira for pressurizada, o pressostato emitirá o sinal de retorno e o cilindro não chegará sequer a partir. Por outro lado, se o pressostato for regulado com uma pressão maior que o valor regulado na válvula de segurança, quando a haste do cilindro alcançar o final do curso de avanço e a pressão na câmara traseira atingir o valor máximo, o valor dessa pressão será insuficiente para inverter os contatos do pressostato e o cilindro interromperá o ciclo de movimentos, com a haste permanecendo parada no final do curso de avanço.

O comando bi-manual, detalhado neste circuito, é totalmente seguro pois evita que o operador trave um dos botões de partida e passe a trabalhar somente com uma das mãos para acionar o outro botão.

Mais uma vez, o circuito hidráulico pode ser montado em três versões, empregando três tipos diferentes de válvulas direcionais: uma acionada por duplo solenóide com detente, outra com acionamento por solenóide e reposição por mola, e, uma terceira, com três posições de comando e centrada por molas.

Quanto ao sistema de emergência, que quando acionado deve retornar imediatamente o cilindro a posição inicial, novamente, devido às diferentes características de funcionamento entre as válvulas direcionais utilizadas, serão apresentadas três configurações distintas nas soluções A, B e C, mas que exercem a mesma função.

Solução A: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por duplo solenóide e detente que memoriza o último acionamento.



Se o operador acionar somente o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e energiza o relê auxiliar K1. O contato 11/14 de K1 fecha e ativa o relê temporizador K3. Se o operador não acionar o segundo botão de partida, S2, dentro de um período de tempo de 2 segundos, pré-ajustado no temporizador K3, o contato 11/12 de K3 abre e impede que o solenóide Y1 da válvula direcional seja ligado pelo contato 21/24 do relê K4, não permitindo a partida do cilindro. O mesmo ocorre se o operador acionar somente o botão de partida S2 e levar mais de 2 segundos para acionar o botão S1. O botão S2 energiza o relê K2 cujo contato 11/14 fecha e liga o temporizador K3 que impede que o solenóide Y1 seja energizado pelo contato 21/24 do relê K4, bloqueando a partida do cilindro.

Quando o operador acionar os dois botões de partida S1 e S2, com um intervalo de tempo de acionamento inferior a 2 segundos, os relês K1 e K2 são ligados simultaneamente e seus contatos 21/24 fecham ativando o relê K4. Assim que K4 é energizado, seu contato 11/12 abre e impede a energização do temporizador K3. Ao mesmo tempo, o contato 21/24 de K4 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelos contatos 11/12 de K5 e K6, ligados em série, e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com Y1 ativado, o carretel da válvula é acionado para a posição paralela, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo e a pressão acompanhada pelo pressostato S3, montado na linha de entrada da câmara traseira do cilindro.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno, é desacionada e seu contato 11/12 fecha, aguardando um sinal do pressostato S3.

Quando a haste do cilindro alcançar o final do curso de avanço ou quando houver restrição ao movimento de avanço do cilindro que faça com que a pressão na câmara traseira suba além do valor regulado no pressostato S3, seu contato 11/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S4, ligada em série com o contato do pressostato S3, e ativa o relê K5. Quando K5 é ligado, seu contato 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1, mesmo que o operador mantenha os dois botões S1 e S2 acionados. Ao mesmo tempo, seu contato 21/24 fecha e realiza a auto-retenção do próprio K5 para que este permaneça ligado, caso a pressão caia e abra o contato 11/14 do pressostato S3. O contato 31/34 de K5, por sua vez, liga o solenóide Y2 da válvula direcional, acionando o carretel da válvula direcional para a posição cruzada e fazendo com que a haste do cilindro retorne.

Quando a haste começa a retornar, como a câmara traseira do cilindro é descarregada para o reservatório, a pressão cai e o contato 11/14 do pressostato S3 volta a abrir. Entretanto, o contato 21/24 de K5 permanece fechado, mantendo o relê K5 energizado. Isso faz com que o contato 11/12 de K5 permaneça aberto, impedindo a ligação do solenóide Y1, mesmo que o operador permaneça acionando os dois botões de partida. O contato 31/34 de K5, por sua vez, permanece fechado mantendo o solenóide Y2 ligado, o que faz com que a haste do cilindro prossiga no seu movimento de retorno.

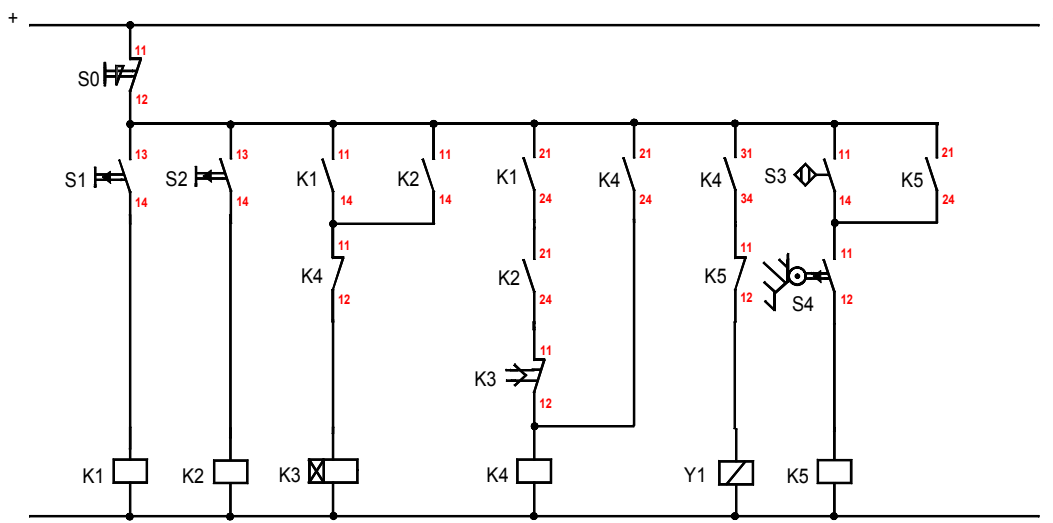
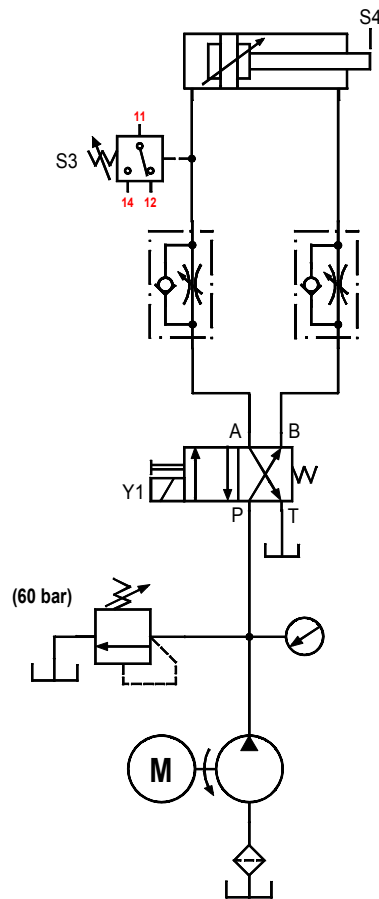
Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S4 é acionada e seu contato 11/12 volta a abrir, desligando o relê K5. Com K5 desativado, seu contato 11/12 volta a fechar para permitir uma nova partida. O contato 21/24 de K5 volta a abrir, desligando a auto-retenção de K5. Finalmente, o contato 31/34 de K5 também volta a abrir, deserregando o solenóide Y2. Como a válvula direcional tem a característica de memorizar o último acionamento, desligando o solenóide Y2 o carretel se mantém na posição cruzada e o cilindro permanece recuado, aguardando por uma nova partida.

O sistema de parada de emergência, apresentado nesta solução, é formado por um relê auxiliar K6 e dois botões de comando: S5 para ativar a parada de emergência e S6 para desativar o sistema. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S5 for acionado, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 do botão S6, ligado em série com o botão S5, e liga o relê K6. O contato fechado 11/12 de K6 abre e desliga o solenóide Y1, se este estiver ligado. O contato aberto 31/34 de K6 fecha e efetua a auto-retenção de K6 para que a bobina de K6 permaneça energizada, mesmo que o botão S5 seja desacionado. O contato aberto 21/24 de K6, ligado em paralelo com o contato 31/34 de K5, fecha e energiza diretamente a bobina do solenóide 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 K6 permanece aberto e não permite que o solenóide Y1 seja energizado, mesmo com o acionamento dos dois botões de partida S1 e S2. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, por meio do acionamento do botão S6.

Acionando-se o botão S6, seu contato 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K6. Quando K6 é desligado, seu contato 31/34 volta a abrir e desliga a auto-retenção de K6, permitindo que o botão S6 seja desacionado e garantindo o desligamento de K6. O contato 21/24 de K6 também volta a abrir, desligando o solenóide Y2. O contato 11/12 de K6 volta a fechar, permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione simultaneamente os dois botões de partida S1 e S2.

Solução B: utilizando uma válvula direcional de 4/2 vias com acionamento por solenóide e reposição por mola.



Da mesma forma demonstrada na solução A, se o operador acionar somente o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e energiza o relê auxiliar K1. O contato 11/14 de K1 fecha e ativa o relê temporizador K3. Se o operador não acionar o segundo botão de partida, S2, dentro de um intervalo de tempo inferior a 2 segundos, pré-ajustado no temporizador K3, o contato 11/12 de K3 abre e impede que o solenóide Y1 da válvula direcional seja ligado pelo contato 31/34 de K4, não permitindo a partida do cilindro. O mesmo ocorre se o operador acionar somente o botão de partida S2 e levar mais de 2 segundos para acionar o botão S1. O botão S2 energiza o relê K2 cujo contato 11/14 fecha e liga o temporizador K3 que impede que o solenóide Y1 seja energizado pelo contato 31/34 de K4, bloqueando a partida do cilindro.

Quando o operador acionar os dois botões de partida S1 e S2, com um intervalo de tempo de acionamento inferior a 2 segundos, os relês K1 e K2 são ligados simultaneamente e seus contatos 21/24 fecham ativando o relê K4. Assim que K4 é energizado, seu contato fechado 11/12 abre e impede a energização do temporizador K3. Ao mesmo tempo, o contato aberto 21/24 de K4 fecha e exerce a auto-retenção do próprio relê K4. O contato aberto 31/34 de K4, por sua vez, também fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 de K5, ligado em série com o 31/34 de K4, e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ativado, o carretel da válvula é acionado para a posição paralela, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo e a pressão monitorada pelo pressostato S3, montado na linha de entrada da câmara traseira do cilindro.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno, é desacionada e seu contato 11/12 que estava aberto fecha, aguardando um sinal do pressostato S3 para energizar a bobina do relê K5.

Quando a haste do cilindro alcançar o final do curso de avanço ou quando houver restrição ao movimento de avanço do cilindro que faça com que a pressão na câmara traseira suba além do valor regulado no pressostato S3, seu contato aberto 11/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S4, ligada em série com o contato do pressostato S3, e ativa o relê K5. Quando o relê K5 é ligado, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1, mesmo que o operador mantenha os dois botões S1 e S2 acionados. Ao mesmo tempo, o contato aberto 21/24 de K5 fecha e realiza a auto-retenção do próprio K5 para que este permaneça ligado, caso a pressão caia e abra o contato 11/14 do pressostato S3. Com o solenóide Y1 desligado, a mola da válvula direcional empurra o carretel para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro retorne.

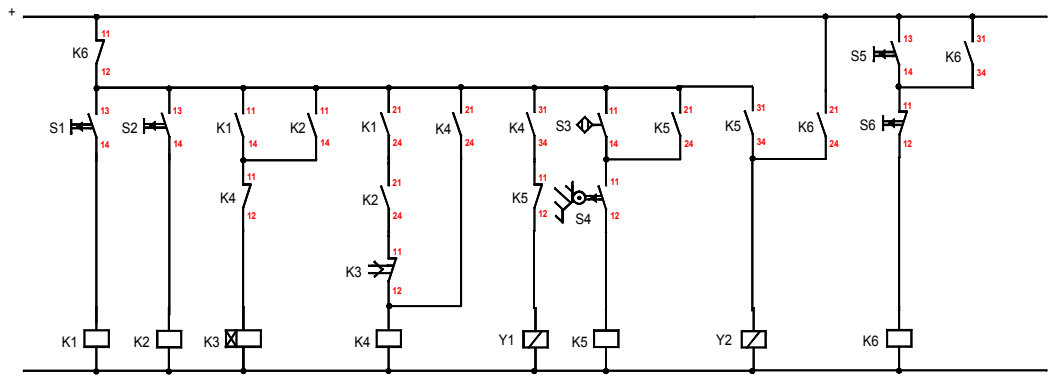
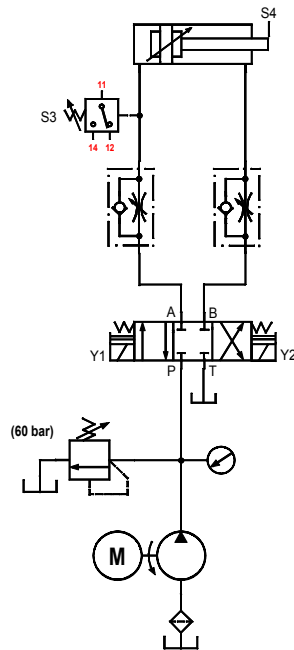
Quando a haste começa a retornar, como a câmara traseira do cilindro é descarregada para o reservatório, a pressão cai e o contato 11/14 do pressostato S3 volta a abrir. Entretanto, o contato 21/24 de K5 permanece fechado, mantendo o relê K5 energizado. Isso faz com que o contato 11/12 de K5 permaneça aberto, impedindo a ligação do solenóide Y1, mesmo que o operador permaneça acionando os dois botões de partida, o que faz com que a haste do cilindro prossiga no seu movimento de retorno.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S4 é acionada e seu contato fechado 11/12 volta a abrir, desligando o relê K5. Com o relê K5 desativado, seu contato 11/12 volta a fechar para permitir uma nova partida e o contato 21/24 volta a abrir, desligando a auto-retenção de K5. O ciclo de movimentos é encerrado e o circuito permanece aguardando por uma nova partida.

Assim como na solução B do ensaio 20, como a válvula direcional é acionada por solenóide apenas de um lado e reposicionada por mola, o sistema de parada de emergência é facilmente executado pelo contato fechado do botão com trava S0. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S0 for acionado, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica para todo o circuito. Dessa forma, tudo é desligado, inclusive o solenóide Y1 da válvula direcional cuja mola empurra o carretel para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro volte imediatamente a sua posição inicial, ou seja, 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 do botão com trava S0 permanece aberto desenergizando todo o circuito. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, simplesmente destravando o botão S0. Quando o botão S0 é destravado, seu contato 11/12 volta a fechar, alimentando o circuito e permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione simultaneamente os botões de partida S1 e S2.

Solução C: utilizando uma válvula direcional de 4/3 vias, acionada por solenóides e centrada por molas.



Da mesma forma demonstrada nas soluções anteriores, se o operador acionar somente o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e energiza o relê auxiliar K1. O contato 11/14 de K1 fecha e ativa o relê temporizador K3. Se o operador não acionar o segundo botão de partida, S2, dentro de um intervalo de tempo inferior a 2 segundos, pré-ajustado no temporizador K3, o contato 11/12 de K3 abre e impede que o solenóide Y1 da válvula direcional seja ligado pelo contato 31/34 de K4, não permitindo a partida do cilindro. O mesmo ocorre se o operador acionar somente o botão de partida S2 e levar mais de 2 segundos para acionar o botão S1. O botão S2 energiza o relê K2 cujo contato 11/14 fecha e liga o temporizador K3 que impede que o solenóide Y1 seja energizado pelo contato 31/34 de K4, bloqueando a partida do cilindro.

Quando o operador acionar os dois botões de partida S1 e S2, com um intervalo de tempo de acionamento inferior a 2 segundos, os relês K1 e K2 são ligados simultaneamente e seus contatos 21/24 fecham ativando o relê K4. Assim que K4 é energizado, seu contato fechado 11/12 abre e impede a energização do temporizador K3. Ao mesmo tempo, o contato aberto 21/24 de K4 fecha e exerce a auto-retenção do próprio relê K4. O contato aberto 31/34 de K4, por sua vez, também fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 de K5, ligado em série com o 31/34 de K4, e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ativado, o carretel da válvula é acionado para a posição paralela, fazendo com que a haste do cilindro avance com velocidade controlada pela válvula reguladora de fluxo e a pressão monitorada pelo pressostato S3, montado na linha de entrada da câmara traseira do cilindro.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S4, montada no final do curso de retorno, é desacionada e seu contato 11/12 que estava aberto fecha, aguardando um sinal do pressostato S3 para energizar a bobina do relê K5.

Quando a haste do cilindro alcançar o final do curso de avanço ou quando houver restrição ao movimento de avanço do cilindro que faça com que a pressão na câmara traseira suba além do valor regulado no pressostato S3, seu contato aberto 11/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S4, ligada em série com o contato do pressostato S3, e ativa o relê K5. Quando o relê K5 é ligado, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o solenóide Y1, mesmo que o operador mantenha os dois botões S1 e S2 acionados. Ao mesmo tempo, o contato aberto 21/24 de K5 fecha e realiza a auto-retenção do próprio K5 para que este permaneça ligado, caso a pressão caia e abra o contato 11/14 do pressostato S3. Finalmente, o contato aberto 31/34 de K5 fecha e energiza o solenóide Y2 da válvula direcional. Com o solenóide Y2 ligado, o carretel da válvula é acionado para a posição cruzada, fazendo com que a haste do cilindro retorne.

Quando a haste começa a retornar, como a câmara traseira do cilindro é descarregada para o reservatório, a pressão cai e o contato 11/14 do pressostato S3 volta a abrir. Entretanto, o contato 21/24 de K5 permanece fechado, mantendo o relê K5 energizado. Isso faz com que o contato 11/12 de K5 permaneça aberto, impedindo a ligação do solenóide Y1, mesmo que o operador permaneça acionando os dois botões de partida, e que o contato 31/34 de K5 permaneça fechado, mantendo o solenóide Y2 energizado, o que faz com que a haste do cilindro prossiga no seu movimento de retorno.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S4 é acionada e seu contato fechado 11/12 volta a abrir, desligando o relê K5. Com o relê K5 desativado, seu contato 11/12 volta a fechar para permitir que o solenóide Y1 seja ativado mediante uma nova partida. O contato 21/24 de K5 volta a abrir, desligando a auto-retenção do relê K5. Finalmente, o contato 31/34 de K5 também volta a abrir, desligando o solenóide Y2 para que as molas da válvula direcional acionem o carretel na posição central fechada. O ciclo de movimentos é encerrado e o circuito permanece aguardando por uma nova partida.

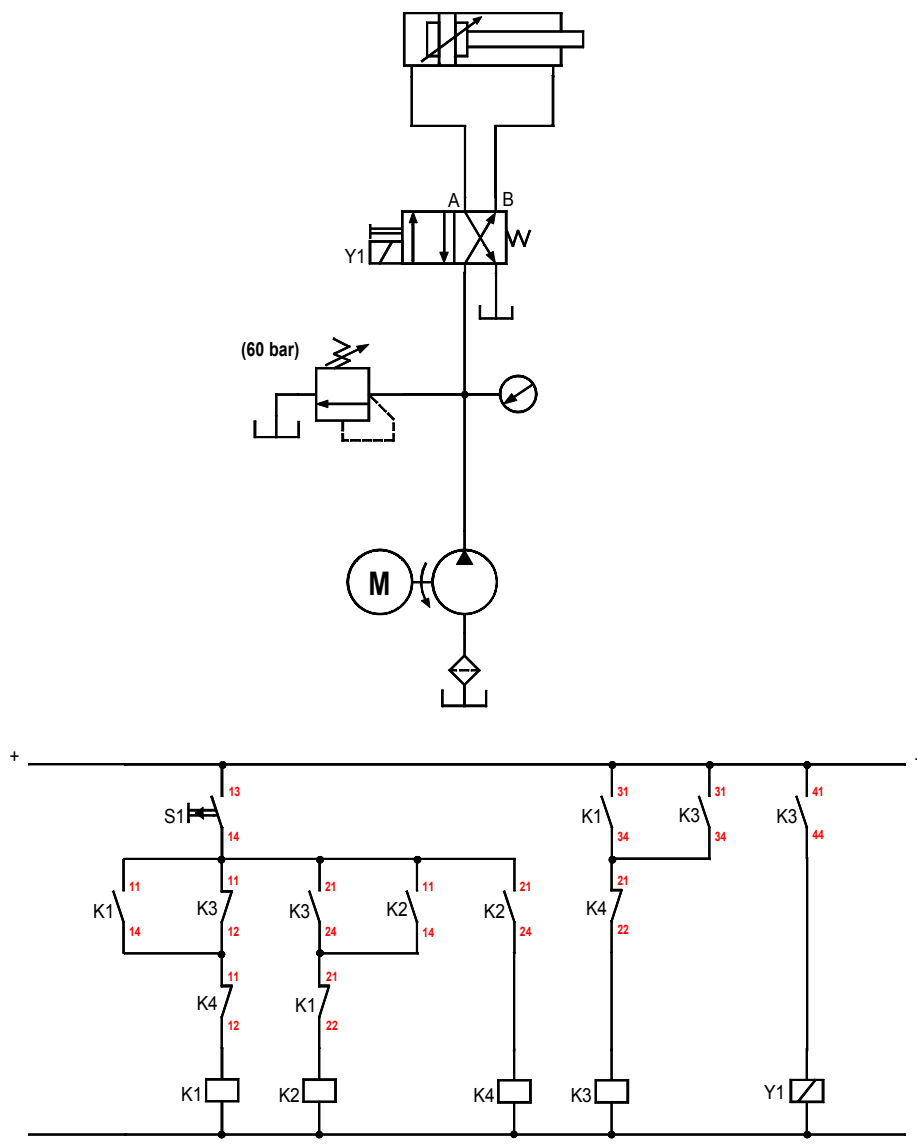
Assim como na solução C do ensaio 20, como a válvula direcional é acionada por solenóides dos dois lados e centrada por molas, o sistema de parada de emergência, apresentado nesta solução, é formado por um relê auxiliar K6 e dois botões de comando: S5 para ativar a parada de emergência e S6 para desativar o sistema. Seja qual for a posição do cilindro, quando o botão de parada de emergência S5 for acionado, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelo contato fechado 11/12 do botão S6, ligado em série com o botão S5, e liga o relê K6. Com o relê K6 energizado, seu contato fechado 11/12 abre e desliga todo o circuito. O contato aberto 31/34 de K6 fecha e efetua a auto-retenção de K6 para que a bobina de K6 permaneça energizada, mesmo se o botão S5 for desacionado. Finalmente, o contato aberto 21/24 de K6, ligado na rede principal, fecha e energiza diretamente a bobina do solenóide 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 K6 permanece aberto, mantendo o circuito desenergizado e não permitindo que o solenóide Y1 seja ativado, mesmo com o acionamento dos dois botões de partida S1 e S2. Portanto, para que um novo ciclo possa ser iniciado, é necessário desligar o sistema de emergência, por meio do acionamento do botão S6.

Acionando-se o botão S6, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K6. Quando K6 é desligado, seu contato 31/34 volta a abrir e desliga a auto-retenção de K6, permitindo que o botão S6 seja desacionado e garantindo o desligamento de K6. O contato 21/24 de K6 também volta a abrir, desligando o solenóide Y2 da válvula direcional. Finalmente, o contato 11/12 de K6 volta a fechar, permitindo que um novo ciclo seja iniciado, a partir do momento em que o operador acione simultaneamente os dois botões de partida S1 e S2.

Ensaio 24: Um único botão pulsador deve acionar, alternadamente, os movimentos de avanço e retorno de um cilindro de ação dupla, de maneira que: acionando-se o botão, pela primeira vez, o cilindro avança; soltando-se o botão o cilindro permanece avançado; acionando-se o botão, pela segunda vez, o cilindro retorna; e soltando-se o botão, novamente, o cilindro permanece recuado.

Este problema seria facilmente resolvido mediante a utilização de um botão com trava, mecanicamente acionado por um divisor binário, também conhecido como flip-flop. Entretanto, como o enunciado do problema exige um botão de comando do tipo pulsador, com retorno por mola, a solução encontrada é empregar contatos de relês.



Quando o comando elétrico é energizado, a corrente permanece interrompida em todo o circuito, mantendo tudo desligado. Dessa forma, a mola da válvula direcional mantém o carretel acionado para a esquerda, na posição cruzada, e a haste do cilindro recuada.

Acionando-se o botão pulsador S1, pela primeira vez, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica. A corrente passa também pelos contatos fechados 11/12 dos relês K3 e K4, ligados em série com o botão S1, e energiza o relê auxiliar K1.

Assim que o relê K1 é ligado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1, ou seja, se o contato 11/12 de K3 abrir, o relê K1 continua ligado. O contato 21/22 de K1 abre e impede que o relê K2 seja ativado, enquanto K1 estiver ligado. O contato 31/34 de K1 também fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 21/22 de K4, ligado em série com o 31/34 de K1, e liga o relê K3.

Quando o relê K3 é energizado, seu contato fechado 11/12 abre mas a auto-retenção de K1 o mantém ligado. O contato 21/24 de K3 fecha mas, como o contato 21/22 de K1 está aberto, isso impede que o relê K2 possa ser ativado. O contato aberto 31/34 de K3 fecha e realiza a auto-retenção de K3, isto é, se o contato 31/34 de K1 abrir, o relê K3 permanece energizado. Finalmente, o contato aberto 41/44 de K3 também fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 ligado, o carretel da válvula é acionado para a direita, na posição paralela, e a haste do cilindro avança.

Soltando-se o botão pulsador S1, seu contato 13/14 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K1 que estava energizado enquanto o botão S1 era mantido acionado. Quando o relê K1 é desligado, seus contatos voltam a posição inicial, ou seja: o contato 11/14 volta a abrir, desativando a auto-retenção de K1; o contato 21/22 volta a fechar para que o relê K2 possa ser energizado, se o botão S1 for acionado novamente; e o contato 31/34 volta a abrir, mas o relê K3 se mantém energizado pela sua auto-retenção.

Dessa forma, se o relê K3 se mantém ativado, seu contato 41/44 permanece fechado mantendo o solenóide Y1 ligado, fazendo com que a válvula direcional permaneça na posição paralela e a haste do cilindro prossiga no seu movimento de avanço.

Acionando-se o botão pulsador S1, pela segunda vez, como agora o relê K3 encontra-se energizado, seu contato 11/12 está aberto, impedindo que o relê K1 possa ser ativado, e seu contato 21/24 está fechado, permitindo que a corrente elétrica passe e energize o relê K2, passando também pelo contato fechado 21/22 de K1, ligado em série.

Assim que o relê K2 é ligado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K2, ou seja, se o contato 21/24 de K3 abrir, o relê K2 continua ligado. O contato 21/24 de K2, por sua vez, fecha e energiza o relê K4.

Quando o relê K4 é ativado, seu contato fechado 11/12 abre e impede que o relê K1 seja ligado novamente, caso o contato 11/12 de K3 que está aberto volte a fechar. O contato 21/22 de K4 também abre e desliga o relê K3.

Com o relê K3 desativado, todos os seus contatos voltam a posição inicial, isto é: o contato 11/12 volta a fechar, mas o relê K1 é impedido de ligar pelo contato 11/12 de K4 que está aberto; o contato 21/24 volta a abrir, mas a auto-retenção de K2 o mantém ligado; o contato 31/34 volta a abrir, desativando a auto-retenção do próprio relê K3; e o contato 41/44 volta a abrir, desligando o solenóide Y1 da válvula direcional. Com o solenóide Y1 desligado, a mola da válvula empurra o carretel para a esquerda, na posição cruzada, e a haste do cilindro retorna.

Soltando-se novamente o botão pulsador S1, seu contato 13/14 abre e, pela segunda vez, interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K2 que estava energizado enquanto o botão S1 era mantido acionado. Quando o relê K2 é desligado, seus contatos voltam a posição inicial, ou seja: o contato 11/14 volta a abrir, desativando a auto-retenção de K2; e o contato 21/24 volta a abrir desligando o relê K4.

Assim que o relê K4 é desativado, seu contato 11/12 que estava aberto fecha, permitindo que o relê K1 seja energizado, na próxima vez em que o botão S1 for acionado. O contato 21/22 de K4 que também estava aberto fecha, permitindo que o relê K3 seja ligado pelo contato 31/34 de K1, quando este for ativado.

Dessa forma, o comando elétrico encontra-se novamente na posição de tudo desligado, como da primeira vez em que o botão pulsador S1 foi acionado.

Resumindo, na primeira vez em que o botão S1 é acionado, com todos os relês desligados, S1 liga K1, K1 liga K3, K3 liga o solenóide Y1 e o cilindro avança. Soltando-se o botão, pela primeira vez, K3 permanece ligado, assim como o solenóide Y1 e somente o relê K1 é desativado. Acionando-se o botão S1, pela segunda vez, como K3 está ligado, S1 liga K2, K2 liga K4, K4 desliga K3 e K3 desliga o solenóide Y1. Soltando-se o botão S1, pela segunda vez, o último dos relês que se mantinha ligado, K4 é desativado e o comando elétrico volta a posição inicial, com todos os relês desligados.

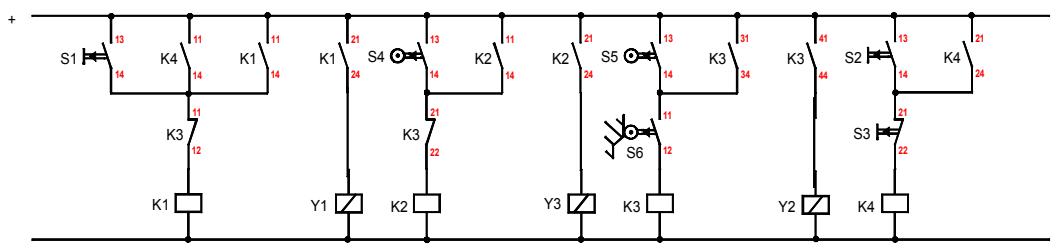
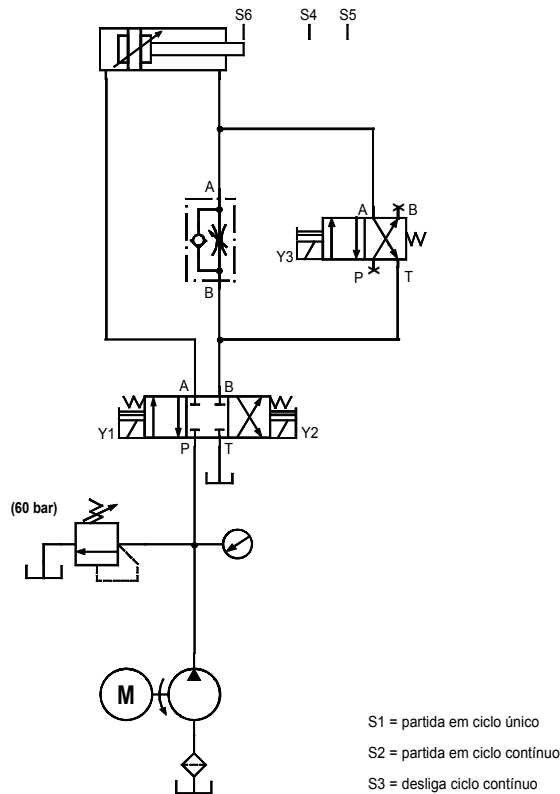
O circuito elétrico flip-flop é, portanto, uma combinação de contatos de relês que permite comandos diferentes de um mesmo botão, ou de qualquer outro elemento de sinal, mediante acionamentos alternados.

Ensaio 25: Um cilindro de ação dupla deve movimentar uma ferramenta de usinagem. Ao acionar um botão de partida, a ferramenta deve se aproximar rapidamente da peça a ser usinada e, antes de tocá-la, sua velocidade deve ser reduzida a valores compatíveis com a velocidade de corte da ferramenta. Uma vez terminada a operação, a ferramenta deve ser retirada rapidamente da peça, retornando a sua posição inicial. O operador poderá optar para que o equipamento funcione em ciclo único ou contínuo.

Nesta situação, o cilindro hidráulico deverá possuir duas velocidades de avanço durante o percurso: uma velocidade rápida durante a aproximação da ferramenta na peça e outra velocidade reduzida, compatível com a velocidade de corte da ferramenta, durante o processo de usinagem. No retorno o cilindro pode ter sua velocidade normal durante todo o percurso para apenas extrair a ferramenta da peça.

Dessa forma, além da válvula que comanda os movimentos de avanço e de retorno do cilindro, o circuito hidráulico deverá possuir uma válvula reguladora de fluxo, com compensador de pressão e de temperatura, a qual será responsável pelo controle da velocidade de avanço lento do cilindro, durante o processo de usinagem; além de outra válvula direcional com a função de desviar o óleo da reguladora de fluxo para o tanque, durante o avanço rápido de aproximação da ferramenta.

O circuito elétrico de comando, por sua vez, deverá utilizar três botões pulsadores: um para partida em ciclo único, outro para partida em ciclo contínuo e, um terceiro, para desligar o ciclo contínuo. O circuito elétrico deverá utilizar, também, além dos relês auxiliares, três chaves fim de curso: uma no final do curso de avanço, outra no final do curso de retorno e, uma terceira, montada numa posição intermediária, para efetuar a mudança da velocidade de avanço de rápido para lento.



Quando o circuito elétrico é energizado, todos os solenóides e relês auxiliares estão desligados. O cilindro permanece parado na sua posição final traseira, aguardando por um sinal de partida.

Acionando-se o botão S1, para partida em um único ciclo, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K3 e liga a bobina do relê auxiliar K1. Com o relê K1 energizado, o contato aberto 11/14 de K1 fecha e efetua a auto-retenção do próprio K1 para que, se o botão de partida S1 for liberado, a bobina de K1 se mantenha ligada. O contato aberto 21/24 de K1 fecha e liga o solenóide Y1 da válvula direcional que comanda o cilindro.

Com o solenóide Y1 energizado, o carretel da válvula de comando é acionado para a posição paralela e a haste do cilindro começa a avançar. Neste momento, a velocidade de avanço da haste é normal (rápida), considerando-se que o óleo que sai da câmara dianteira do cilindro flui diretamente para o reservatório pela posição cruzada da válvula direcional by-pass, evitando passar pela válvula reguladora de fluxo. Com essa velocidade de avanço normal, a ferramenta aproxima-se da peça rapidamente.

Assim que a haste do cilindro começa a avançar, a chave fim de curso S6 é desacionada e seu contato 11/12 que estava aberto fecha, sem entretanto interferir no comando elétrico pois a corrente já estava interrompida no contato aberto 13/14 da chave fim de curso S5, mantendo o relê K3 desligado.

Alguns milímetros antes da ferramenta tocar a peça, a chave fim de curso S4 é acionada pela haste do cilindro e seu contato aberto 13/14 fecha, permitindo a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do relê K3, ligado em série com a chave S4, e liga a bobina do relê auxiliar K2. Com o relê K2 energizado, seu contato aberto 11/14 fecha e efetua a auto-retenção do próprio relê K2. O contato aberto 21/24 de K2 também fecha e liga o solenóide Y3 da válvula direcional by-pass. Com o solenóide Y3 ativado, o carretel da válvula direcional by-pass é acionado para a posição paralela, interrompendo a passagem do óleo pelo desvio e forçando-o a fluir pela válvula reguladora de fluxo em direção ao reservatório. Dessa forma, o óleo que sai da câmara dianteira do cilindro passa a ser controlado pela válvula reguladora de fluxo. Assim, abrindo a restrição, o óleo flui em maior quantidade e o cilindro avança com uma velocidade maior. Por outro lado, fechando a restrição, a vazão do óleo pela válvula torna-se menor, reduzindo a velocidade de avanço do cilindro.

Terminado o processo de usinagem, quando a haste do cilindro chega no final do curso de avanço e aciona a chave fim de curso S5, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 da chave S6, ligada em série com S5, e energiza a bobina do relê auxiliar K3. Com o relê K3 ligado, seu contato aberto 31/34 fecha e realiza a auto-retenção do próprio relê K3. O contato fechado 11/12 de K3 abre, desliga o relê K1 e, com ele, o solenóide Y1 da válvula direcional de comando do cilindro. O contato fechado 21/22 de K3 também abre, desliga o relê K2 e, com ele, o solenóide Y3 da válvula direcional by-pass cuja mola aciona o carretel de volta para a posição cruzada, abrindo o desvio do óleo. Finalmente, o contato aberto 41/44 de K3 fecha e energiza o solenóide Y2 da válvula direcional que comanda os movimentos do cilindro.

Com o solenóide Y2 energizado, o carretel da válvula de comando é acionado para a posição cruzada e a haste do cilindro começa a avançar. Durante todo o percurso, a velocidade de retorno da haste é normal (rápida), considerando-se que o óleo que entra na câmara dianteira do cilindro pode fluir livremente, tanto pelo desvio proporcionado pela posição cruzada da válvula direcional by-pass cujo solenóide Y3 encontra-se desativado, como pela retenção incorporada na válvula reguladora de fluxo unidirecional. Com essa velocidade de retorno normal, a ferramenta é retirada da peça rapidamente.

Assim que a haste do cilindro começa a retornar, a chave fim de curso S5 é desacionada e seu contato 13/14 que estava fechado abre, sem entretanto interferir no comando elétrico pois a auto-retenção do relê K3 o mantém energizado.

Quando a haste do cilindro chega no final do curso de retorno e aciona a chave fim de curso S6, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando o relê K3. Com o relê K3 desativado, seus contatos 11/12 e 21/22 que haviam aberto voltam a fechar para permitir uma nova partida. O contato 31/34 de K3 que havia fechado abre, desligando a auto-retenção do relê K3. Finalmente, o contato 41/44 de K3 que também havia fechado abre, desligando o solenóide Y2 da válvula direcional que comanda os movimentos do cilindro. Com os solenóides desligados, as molas acionam o carretel da válvula para a posição central, bloqueando o fluxo hidráulico e mantendo o cilindro parado na sua posição final traseira, pronto para uma nova partida.

Acionando-se o botão S2, para partida em ciclo contínuo, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do botão S3, ligado em série com S2, e liga a bobina do relê K4. Com o relê K4 energizado, seu contato aberto 21/24 fecha e realiza a auto-retenção do próprio relê K4, permitindo que o botão S2 seja liberado. O contato aberto 11/14 do relê K4, ligado em paralelo com o botão S1, fecha e faz a vez do botão de partida. Dessa forma, sempre que a haste do cilindro chegar no final do curso de retorno, encerrando o ciclo de movimentos e acionando a chave fim de curso S6, quando a chave S6 desligar o relê K3, o contato 11/12 de K3 fecha e encontra o circuito energizado pelo contato 11/14 de K4, acionando automaticamente uma nova partida. Assim, o circuito passa a funcionar em regime contínuo, enquanto o relê K4 estiver energizado.

Para desligar o ciclo contínuo, basta um pulso no botão S3. Acionando-se o botão S3, seu contato fechado 11/12 abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, desligando a bobina do relê K4. Quando o relê K4 é desativado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga a auto-retenção de K4. O contato 11/14 de K4 que também havia fechado abre e interrompe a passagem da corrente elétrica, impedindo uma nova partida automática e interrompendo o ciclo contínuo de movimentos do cilindro. Uma nova partida do cilindro poderá ser efetuada pelo operador: para um único ciclo de movimentos, através do botão S1, ou novamente em ciclo contínuo, por meio do acionamento do botão S2.

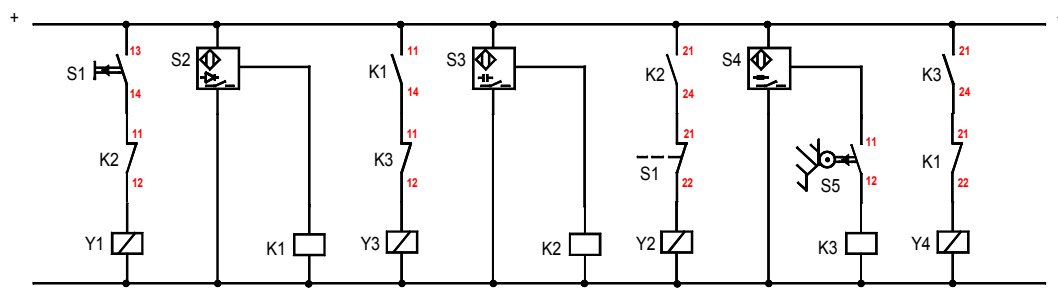
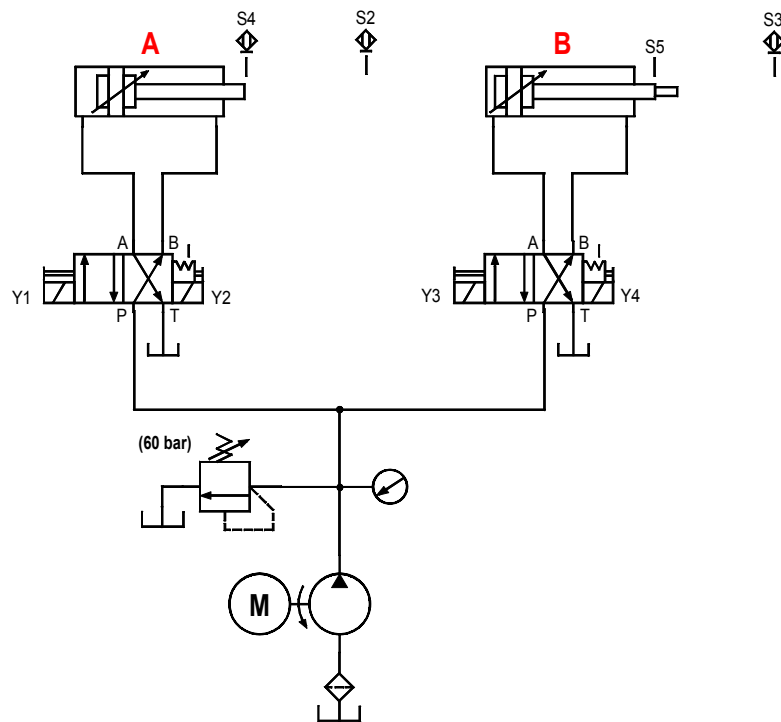
Ensaio 26: Dois cilindros hidráulicos de ação dupla devem avançar e retornar, obedecendo a uma seqüência de movimentos predeterminada. Acionando-se um botão de partida, o cilindro A deve avançar. Quando A chegar ao final do curso, deve avançar o cilindro B. Assim que B atingir o final do curso, deve retornar o cilindro A e, finalmente, quando A alcançar o final do curso, deve retornar o cilindro B.

Mais uma vez serão apresentadas três soluções hidráulicas para o problema: uma utilizando válvulas direcionais com acionamento por duplo solenóide com detente, outra empregando válvulas direcionais acionadas por solenóide com reposição por mola e, uma terceira, utilizando válvulas direcionais de 3 posições de comando acionadas por solenóides e centradas por molas.

Com relação ao circuito elétrico de comando, a novidade é a aplicação de diferentes tipos de sensores de proximidade sem contato físico, empregados no lugar das já tradicionais chaves fim de curso.

É importante destacar, ainda, que devido à baixa corrente de saída dos sensores de proximidade, não é conveniente utilizá-los para energizar diretamente bobinas de solenóides. Dessa forma, torna-se indispensável o uso de relês auxiliares que deverão receber os sinais dos sensores e dar prosseguimento ao comando dos demais componentes elétricos empregados no circuito.

Solução A: utilizando válvulas direcionais de 4/2 vias, com acionamento por duplo solenóide e detente que memoriza o último acionamento.



Acionando-se o botão de partida S1, seu contato aberto 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K2, ligado em série com o botão S1, e liga o solenóide Y1. Ao mesmo tempo, o contato fechado 11/12 do botão S1 abre e impede que o solenóide Y2 seja ligado. Com Y1 energizado, a haste do cilindro A avança, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos.

Mesmo que o operador soltar o botão S1, desligando o solenóide Y1, o carretel da válvula memoriza o último acionamento e o cilindro A continua avançando. Quando o cilindro A começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno de A, é desativado sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de avanço, o sensor óptico S2 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K1. O contato 11/14 de K1 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K3, ligado em série, e energiza o solenóide Y3. Ao mesmo tempo, o contato fechado 21/22 de K1 abre e impede que o solenóide Y4 seja ligado. Com Y3 energizado, a haste do cilindro B avança, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a avançar, a chave fim de curso S5, cujo contato 11/12 estava aberto, fecha sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o sensor indutivo S4 está desativado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor capacitivo S3 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K2. O contato fechado 11/12 de K2 abre e desliga o solenóide Y1, se este estiver ligado. O contato 21/24 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do botão S1, ligado em série, e energiza o solenóide Y2, desde que o operador tenha soltado o botão S1. Com Y2 energizado, a haste do cilindro A retorna, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a retornar, o sensor óptico S2 é desativado, desligando o relê K1. Quando K1 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y3 mas, o carretel da válvula direcional memoriza o último acionamento e o cilindro B permanece avançado. O contato 21/22 de K1 que havia aberto fecha e permanece aguardando um sinal do relê K3 para que Y4 seja energizado.

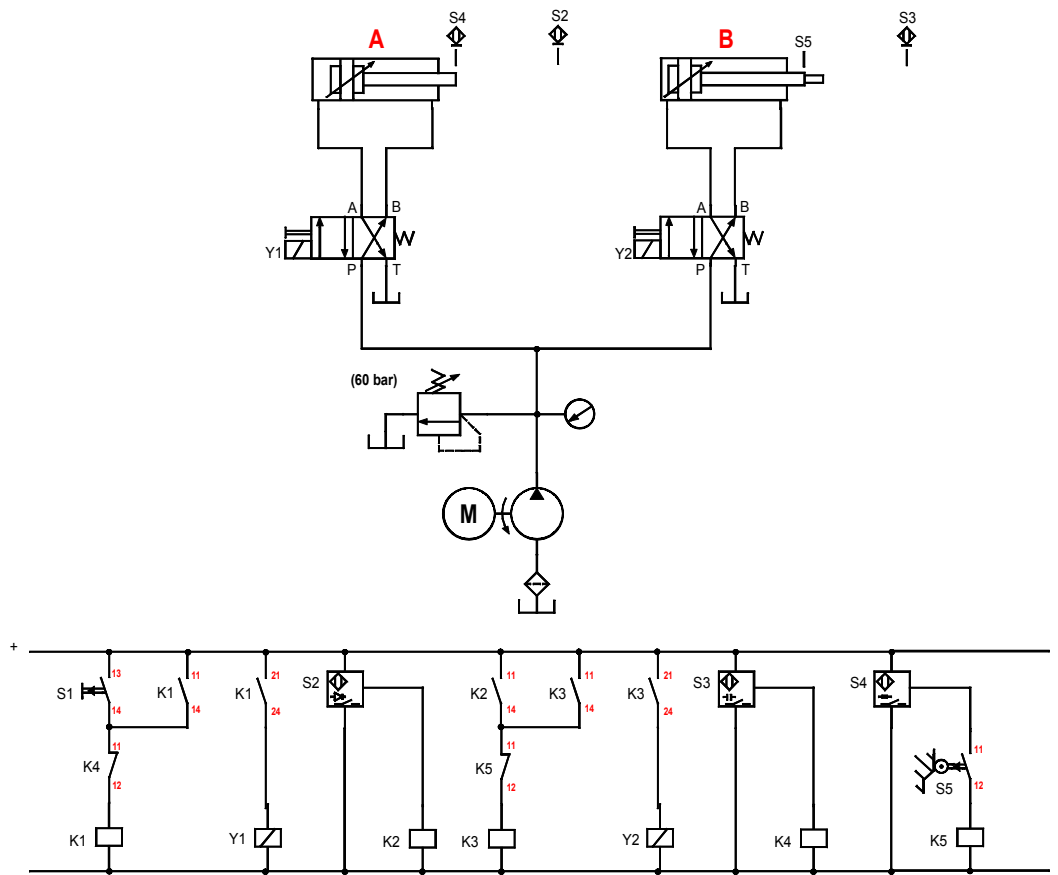
Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 é ativado e envia um sinal de saída que passa pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S5 e liga o relê K3. O contato fechado 11/12 de K3 abre e não permite que o solenóide Y3 seja energizado. O contato 21/24 de K3 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 21/22 de K1, ligado em série, e energiza o solenóide Y4. Com Y4 energizado, a haste do cilindro B retorna, dando início ao quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a retornar, o sensor capacitivo S3 é desativado, desligando o relê K2. Quando K2 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida através do botão S1. O contato 21/24 de K2 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y2 mas, o carretel da válvula direcional memoriza o último acionamento e o cilindro A permanece recuado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S5 é acionada, abrindo seu contato 11/12 que havia fechado e desligando o relê K3. Quando K3 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha e permanece aguardando um sinal do relê K1 para que Y3 seja energizado novamente. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y4 mas, o carretel da válvula direcional memoriza o último acionamento e o cilindro B permanece recuado.

Um novo ciclo de movimentos pode ser iniciado mediante o acionamento do botão de partida S1.

Solução B: utilizando válvulas direcionais de 4/2 vias acionadas por solenóide com reposição por mola.



Acionando-se o botão de partida S1, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K4, ligado em série com o botão S1, e energiza o relê K1. Quando K1 é ligado, seu contato 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1 de forma que, mesmo que o operador solte o botão S1, o relê K1 permanece energizado. O contato 21/24 de K1, por sua vez, liga o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro A avance, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Assim que o cilindro A começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno de A, é desativado sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o contato 11/12 da chave fim de curso S5 permanece aberto, mantendo desligado o relê K5.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de avanço, o sensor óptico S2 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K2. O contato 11/14 de K2 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 de K5, ligado em série, e energiza o relê K3. O contato 11/14 de K3 fecha e efetua a auto-retenção de K3 para que, caso o contato 11/14 de K2 volte a abrir, o relê K3 permaneça energizado. O contato 21/24 de K3, por sua vez, fecha e liga o solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro B avance, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a avançar, a chave fim de curso S5, cujo contato 11/12 estava aberto, fecha sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o sensor indutivo S4 está desativado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor capacitivo S3 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K4. O contato fechado 11/12 de K4 abre e desliga o relê K1. Quando K1 é desacionado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desativa a auto-retenção de K1. O contato 21/24 de K1 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro A retorne, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a retornar, o sensor óptico S2 é desativado, desligando o relê K2. Quando K2 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre mas a auto-retenção de K3 o mantém ligado, mantendo também o solenóide Y2 energizado e o cilindro B avançado.

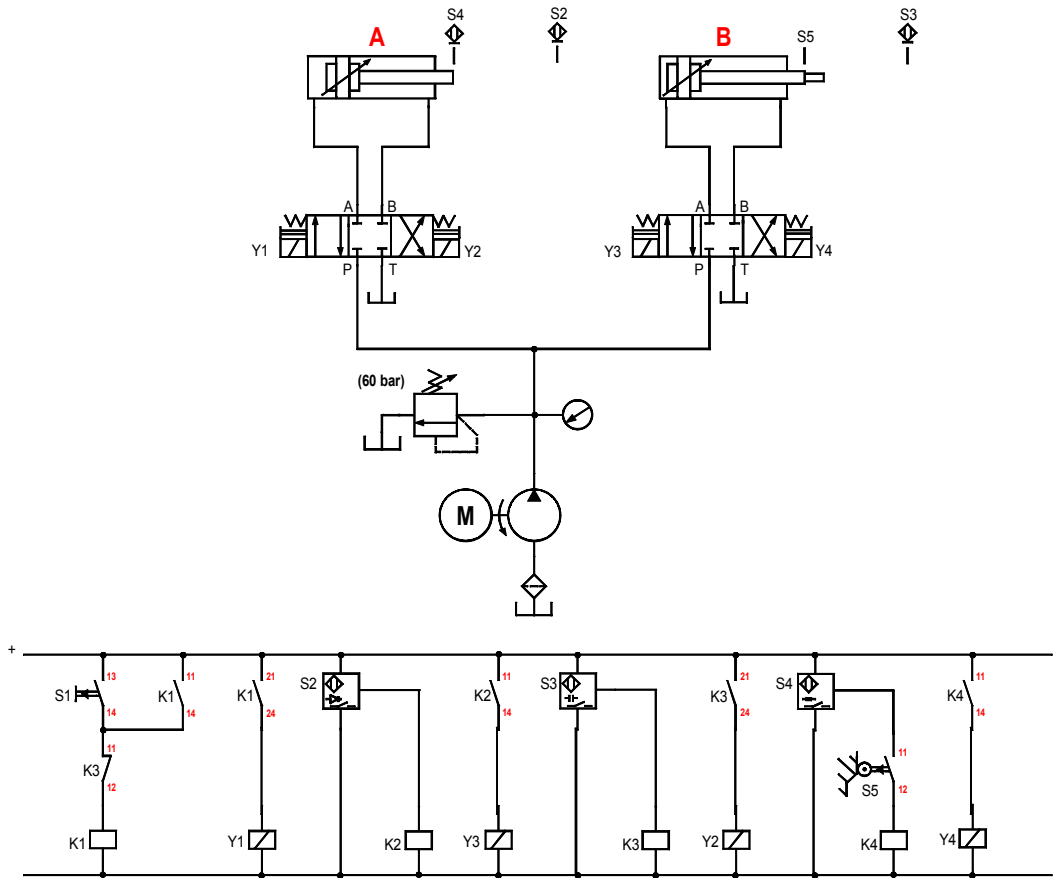
Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 é ativado e envia um sinal de saída que passa pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S5 e liga o relê K5. O contato fechado 11/12 de K5 abre e desliga o relê K3. Com K3 desativado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga a auto-retenção de K3. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro B retorne, dando início ao quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a retornar, o sensor capacitivo S3 é desativado, desligando o relê K4. Quando K4 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida através do botão S1.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S5 é acionada, abrindo seu contato 11/12 que havia fechado e desligando o relê K5. Quando K5 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha mas o relê K3 permanece desligado pelo contato aberto 11/14 de K2.

O ciclo é então encerrado e os cilindros encontram-se novamente na posição inicial, prontos para uma nova partida a qual pode ser efetuada mediante o acionamento do botão S1.

Solução C: utilizando válvulas direcionais de 4/3 vias acionadas por solenóides e centrada por molas.



Acionando-se o botão de partida S1, seu contato 13/14 fecha e permite a passagem da corrente elétrica que atravessa o contato fechado 11/12 do relê K3, ligado em série com o botão S1, e energiza o relê K1. Quando K1 é ligado, seu contato 11/14 fecha e efetua a auto-retenção de K1 de forma que, mesmo que o operador solte o botão S1, o relê K1 permanece energizado. O contato 21/24 de K1, por sua vez, liga o solenóide Y1, fazendo com que a haste do cilindro A avance, dando início ao primeiro passo da seqüência de movimentos do circuito.

Assim que o cilindro A começa a avançar, o sensor indutivo S4, montado no final do curso de retorno de A, é desativado sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o contato 11/12 da chave fim de curso S5 permanece aberto, mantendo desligado o relê K4.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de avanço, o sensor óptico S2 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K2. O contato 11/14 de K2 fecha e energiza o solenóide Y3, fazendo com que a haste do cilindro B avance, dando início ao segundo passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a avançar, a chave fim de curso S5, cujo contato 11/12 estava aberto, fecha sem nada alterar no funcionamento do comando elétrico, considerando-se que o sensor indutivo S4 está desativado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de avanço, o sensor capacitivo S3 é ativado e envia um sinal de saída que liga o relê K3. O contato fechado 11/12 de K3 abre e desliga o relê K1. Quando K1 é desacionado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desativa a auto-retenção de K1. O contato 21/24 de K1 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y1. Finalmente, o contato aberto 21/24 do relê K3 fecha e energiza o solenóide Y2, fazendo com que a haste do cilindro A retorne, dando início ao terceiro passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro A começa a retornar, o sensor óptico S2 é desativado, desligando o relê K2. Quando K2 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre e desliga o solenóide Y3, fazendo com que as molas centralizem o carretel da válvula direcional na posição fechada, mantendo o cilindro B avançado.

Quando a haste do cilindro A chega no final do curso de retorno, o sensor indutivo S4 é ativado e envia um sinal de saída que passa pelo contato fechado 11/12 da chave fim de curso S5 e liga o relê K4. O contato aberto 11/14 de K4 fecha e liga o solenóide Y4, fazendo com que a haste do cilindro B retorne, dando início ao quarto e último passo da seqüência de movimentos.

Assim que o cilindro B começa a retornar, o sensor capacitivo S3 é desativado, desligando o relê K3. Quando K3 é desligado, seu contato 11/12 que havia aberto fecha para permitir uma nova partida através do botão S1. O contato 21/24 de K3 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y2, fazendo com que as molas centralizem o carretel da válvula direcional na posição fechada, mantendo o cilindro A recuado.

Quando a haste do cilindro B chega no final do curso de retorno, a chave fim de curso S5 é acionada, abrindo seu contato 11/12 que havia fechado e desligando o relê K4. Quando K4 é desligado, seu contato 11/14 que havia fechado abre, desligando o solenóide Y4 e fazendo com que as molas centralizem o carretel da válvula direcional na posição fechada, mantendo o cilindro B recuado.

O ciclo é então encerrado e os cilindros encontram-se novamente na posição inicial, prontos para uma nova partida a qual pode ser efetuada mediante o acionamento do botão S1.