

FICHA DE EXPECTATIVA DE RESPOSTA DA PROVA ESCRITA

CONCURSO	
Edital:	013/2021 (03/03/2021)
Carreira:	PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
Unidade Acadêmica:	CT - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA
Área de Conhecimento:	SISTEMAS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS E ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA TODAS AS QUESTÕES DISCURSIVAS
Clareza e propriedade no uso da linguagem
Coerência e coesão textual
Domínio dos conteúdos, evidenciando a compreensão dos temas objeto da prova
Domínio e precisão no uso de conceitos
Coerência no desenvolvimento das ideias e capacidade argumentativa

Questão 1: Valor (0,00 a 1,00)

O termo Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial, bastante em evidência nos dias atuais, é um conceito atrelado com a automação industrial. Somando-se isso há a integração de várias novas tecnologias em que neste contexto, um dos objetivos principais, é o aumento da produtividade. Desse modo, discorra sobre 5 (cinco) destas novas tecnologias, explicando suas características e aplicações na indústria 4.0.

Resposta Esperada:

Os principais exemplos dessas tecnologias podem ser elencados nos seguintes pontos:

Inteligência artificial: se caracteriza como uma metodologia para tomada de decisão automatizada visando a diminuição das interações homem-máquina, utilizando-se das capacidades humanas somente em momentos específicos. pode ser utilizada como ferramenta de análise preventiva e preditivas em processos industriais, modelagem analítica de problemas, aplicação de análise avançada e técnicas baseadas em lógica, incluindo aprendizado de máquina, redes neurais artificiais, dentre outras tecnologias para interpretar eventos, analisar comportamentos de sistemas ou tendências, aprimorar ferramentas com o objetivo de automatizar processos.

Computação em nuvem: caracterizada como a alocação e distribuição de serviços de computação – servidores, bancos de dados, redes de computadores internas e externas, software, dados de análises, dentre outros recursos – pela Internet, com utilização de memória, capacidade de armazenamento e cálculo computacional e servidores hospedados em Datacenters, proporcionando recursos flexíveis. A computação em nuvem permite às empresas acessar recursos computacionais a partir de diferentes dispositivos remotos. Desta forma evitam-se investimentos altos em equipamentos de hardware e equipe de suporte, permitindo que as empresas destinem a maior parte de seus investimentos nas atividades principais além de proporcionar uma maior velocidade na alocação dos serviços e economia, a computação em nuvem deve fornecer segurança na utilização desses recursos.

Big data: é uma metodologia ou abordagem prática para utilização de grandes quantidades de dados e maior complexidade oriundos dos processos de produção ou outras fontes correlacionadas visando resolver problemas de negócios através da identificação de padrões e informações relevantes não encontradas nos métodos clássicos de análise de dados. Os dados atualmente analisados são tão volumosos que os softwares tradicionais de processamento não conseguem extrair todas as informações necessárias. Na maioria das vezes são utilizadas técnicas estatísticas e de aprendizagem de máquina atreladas com a inteligência artificial para extrair informações relevantes e nunca antes identificadas, inferências e até mesmo tendências não possíveis de serem observadas com uma análise puramente humana.

Internet das coisas: esta tecnologia baseia-se na interconexão entre diversos dispositivos como sensores, atuadores, computadores, máquinas e equipamentos utilizando para isso componentes de hardware e software, com capacidade de computação distribuída e organizados em redes cabeadas ou até mesmo sem fio, que passam a se comunicar e interagir em si, podendo ser remotamente monitorados e/ou controlados, resultando em ganhos de eficiência e uma maior geração de informações que posteriormente podem ser processadas com recurso de Big Data.

Robótica avançada: Equipamentos robóticos que trabalham de forma autônoma, capazes de interagir fisicamente com as pessoas ou seu ambiente através de interfaces inteligentes e amigáveis e que são capazes de modificar seu comportamento adaptando a eventuais necessidades de produção em um curto intervalo de tempo com base em dados de sensores ou em comandos enviados.

Cyber segurança: Composto por uma infraestrutura de hardware e software cujo objetivo é a proteção de todas as informações que circulam no ambiente produtivo, inabilitando, desativando ou simplesmente impedindo as ameaças que podem pôr em risco a informação processada, armazenada e transportada pelos sistemas de informação que estão interligados. Em suma é um sistema de segurança de dados mais eficiente voltado para proteção de informações em ambientes produtivos.

Manufatura aditiva: é a produção de peças a partir de um desenho digital tridimensional, a partir da sobreposição de finas camadas de material, uma a uma, por meio de uma Impressora 3D. Em alguns casos a peça pode ser fabricada de forma que não haja a deposição de camada por camada. Esta tecnologia surgiu inicialmente com o objetivo de produzir protótipos com maior velocidade, todavia, atualmente já se tem tecnologias de manufatura aditiva capazes de produzir peças utilizáveis em grande escala.

Manufatura flexível: Utilização de máquinas CNC atreladas com robótica e sistemas de transporte/armazenamento automatizados integrados a sistemas de controle de produção unificado cujo objetivo é permitir a produção em grandes quantidades de produtos diferentes utilizando a mesma planta de produção.

Integração de sistemas: união de diferentes sistemas de computação e aplicações de software física ou funcionalmente, para atuar como um todo coordenado, possibilita a troca de informações entre os diferentes sistemas. Permite a empresas um olhar abrangente sobre o seu negócio. As informações em tempo real sobre o processo produtivo influenciam a tomada de decisões gerenciais mais rapidamente bem como decisões estratégicas sobre o negócio da empresa conseguem ser mais facilmente implantadas na planta de produção.

Sistemas de simulação: é o uso de um sistema integrado de realidade virtual ou realidade aumentada, baseado em computador, que consiste em simulação, visualização 3D, análises e ferramentas de colaboração para criar definições de processos de manufatura e produto simultaneamente.

Obs. De todos esses pontos elencados espera-se que o candidato redija sobre cinco tópicos diferentes. A questão não apresenta solução única e as variantes serão analisadas para verificar se atendem às especificações descritas no enunciado.

Questão 2: **Valor (0,00 a 1,50)**

Projete o circuito elétrico de comando para um sistema eletropneumático sequencial. O comando de partida é realizado por um botão com trava para executar o ciclo automático cuja sequência dos movimentos dos atuadores é apresentada na sequência na forma algébrica (Quadro 1). Utilize dois cilindros de dupla ação (1A e 2A) e válvulas de 5 vias e 2 estados com acionamento elétrico por duplo solenoide (biestável).

a) Elabore o circuito eletropneumático (0,5 ponto).

b) Elabore o circuito elétrico para implementar a sequência desejada (1,0 ponto).

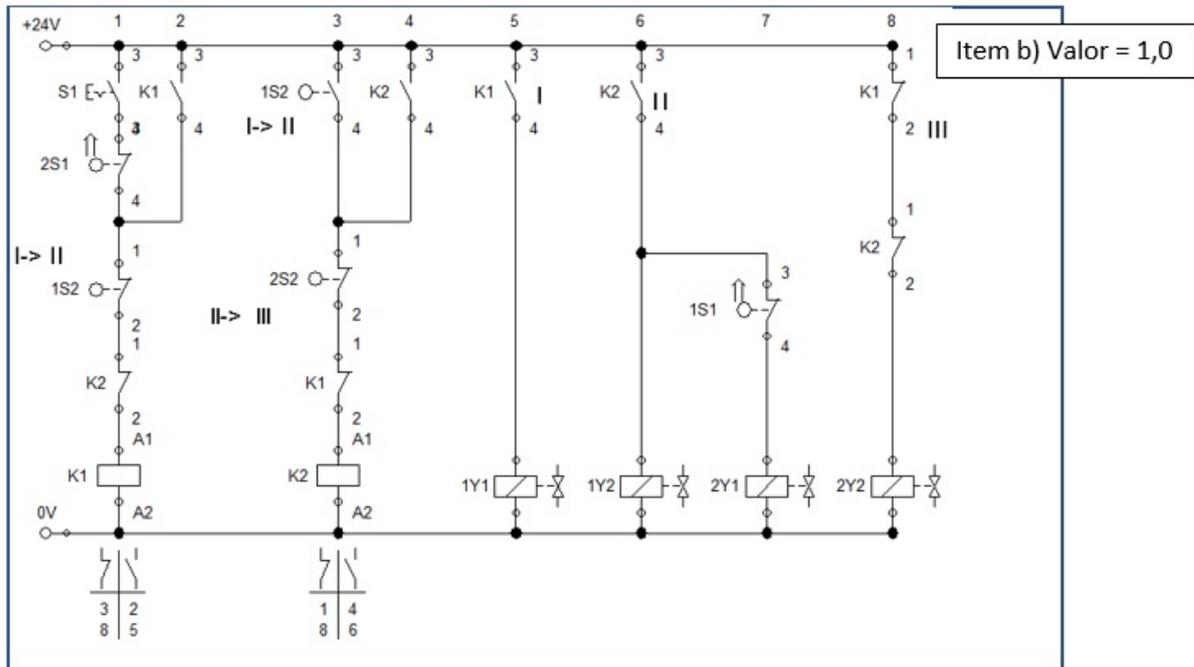
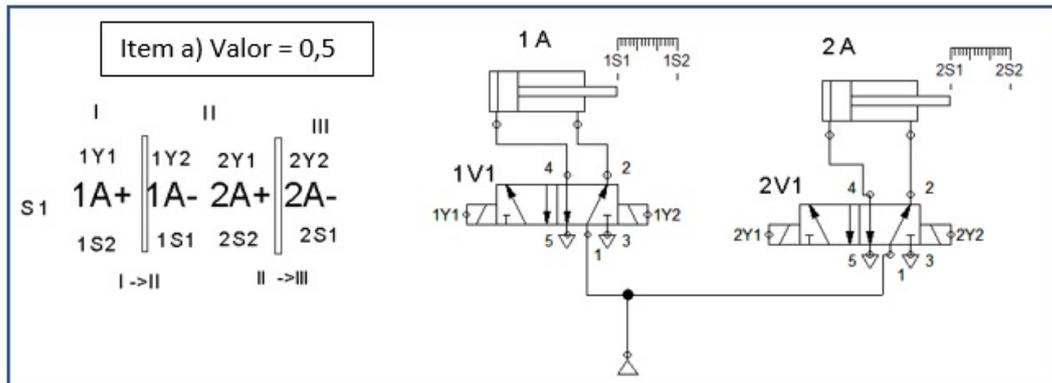
Acrescente os componentes eletropneumáticos necessários para o funcionamento do projeto e do circuito elétrico de comando, considerando que o circuito opera com tensão contínua (24 VDC). A sequência realizada pelos atuadores é separada por uma barra (/) representando um passo (ou etapa), o sinal positivo (+) indica o movimento de avanço do atuador (sentido de movimento da esquerda para a direita) e o sinal negativo (-) indica o movimento de retorno do atuador. Para a solução utilize chaves fins de curso do tipo normalmente aberto (NA) do tipo rolete em cada um dos atuadores.

Quadro 1: Diagrama trajeto-passo.

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

Resposta Esperada:

PROPOSTA DE SOLUÇÃO

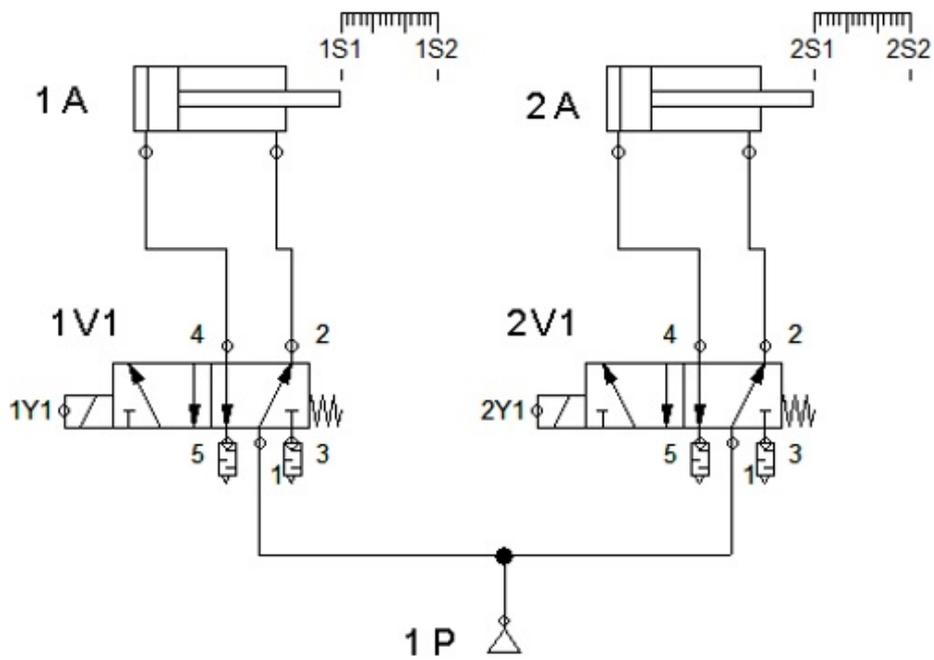


Obs.: A questão não apresenta solução única e as variantes serão analisadas para verificar se atendem às especificações descritas no enunciado.

Questão 3: Valor (0,00 a 1,50)

Observe o esquema do circuito eletropneumático abaixo (ver figura 1). Implemente a sequência de funcionamento dos atuadores utilizando a linguagem *Ladder*, de acordo com o Quadro 3, com a relação das entradas e saídas do CLP (Controlador Lógico Programável) assumindo / como entrada (input) e Q como saída (output). A sequência realizada pelos atuadores é separada por uma barra (/) representando o passo (ou etapa), o sinal positivo (+) indica o movimento de avanço do atuador (sentido de movimento da esquerda para a direita) e o sinal negativo (-) indica o movimento de retorno do atuador. A sequência dos movimentos dos atuadores é apresentada no Quadro 2. Para a solução utilize chaves fins de curso (sensor eletromecânico) do tipo normalmente aberto (NA) do tipo rolete em cada um dos atuadores.

Figura 1. Circuito eletropneumático com dois atuadores.



Quadro 2: Diagrama trajeto-passo.

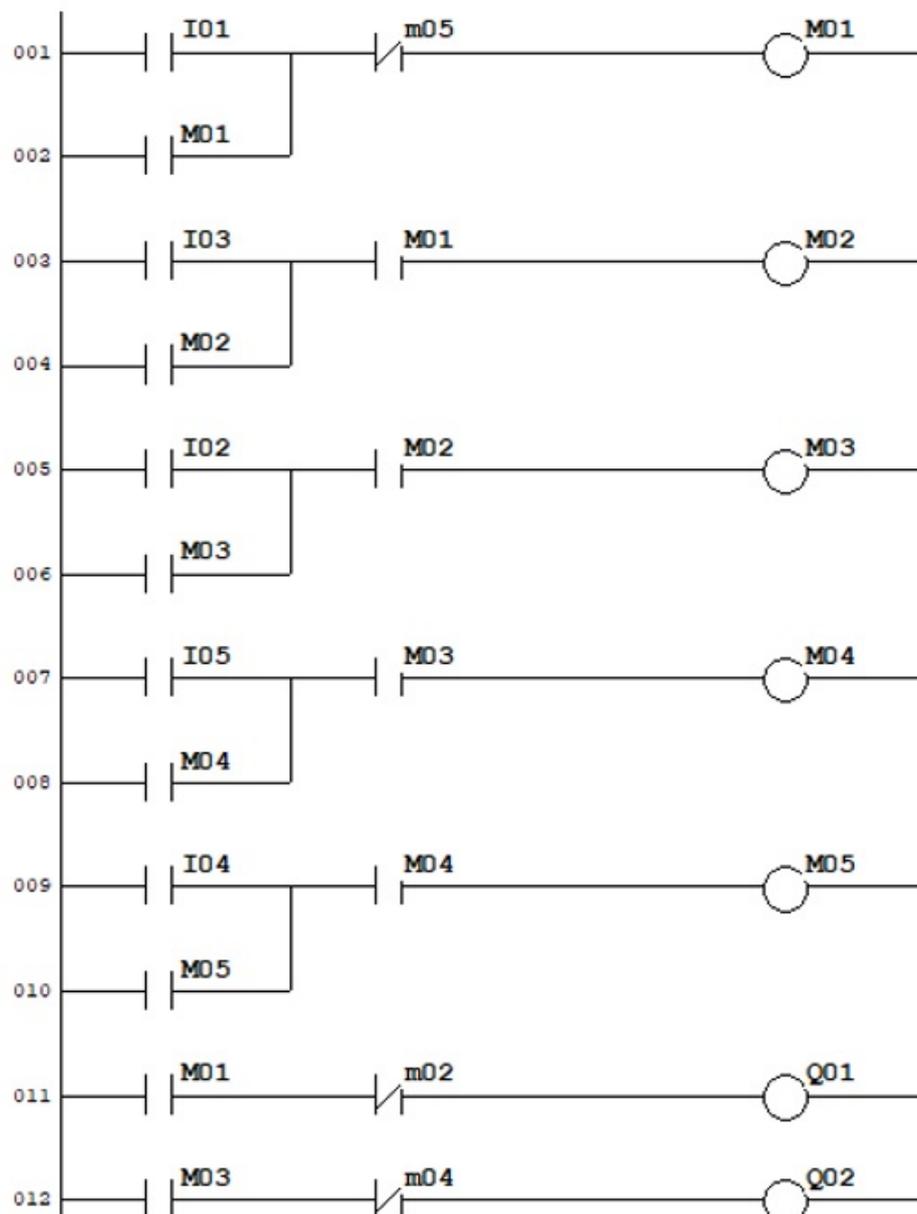
1A+ / 1A- / 2A+ / 2A-

Quadro 3 – Relação de endereços das entradas e saídas com o processo.

Entradas		Saídas	
Botão Liga (B1)	I01	1Y1	Q01
1S1	I02	2Y1	Q02
1S2	I03		
2S1	I04		
2S2	I05		

Resposta Esperada:

PROPOSTA DE SOLUÇÃO



Obs.: A questão não apresenta solução única e as variantes serão analisadas para verificar se atendem às especificações descritas no enunciado.

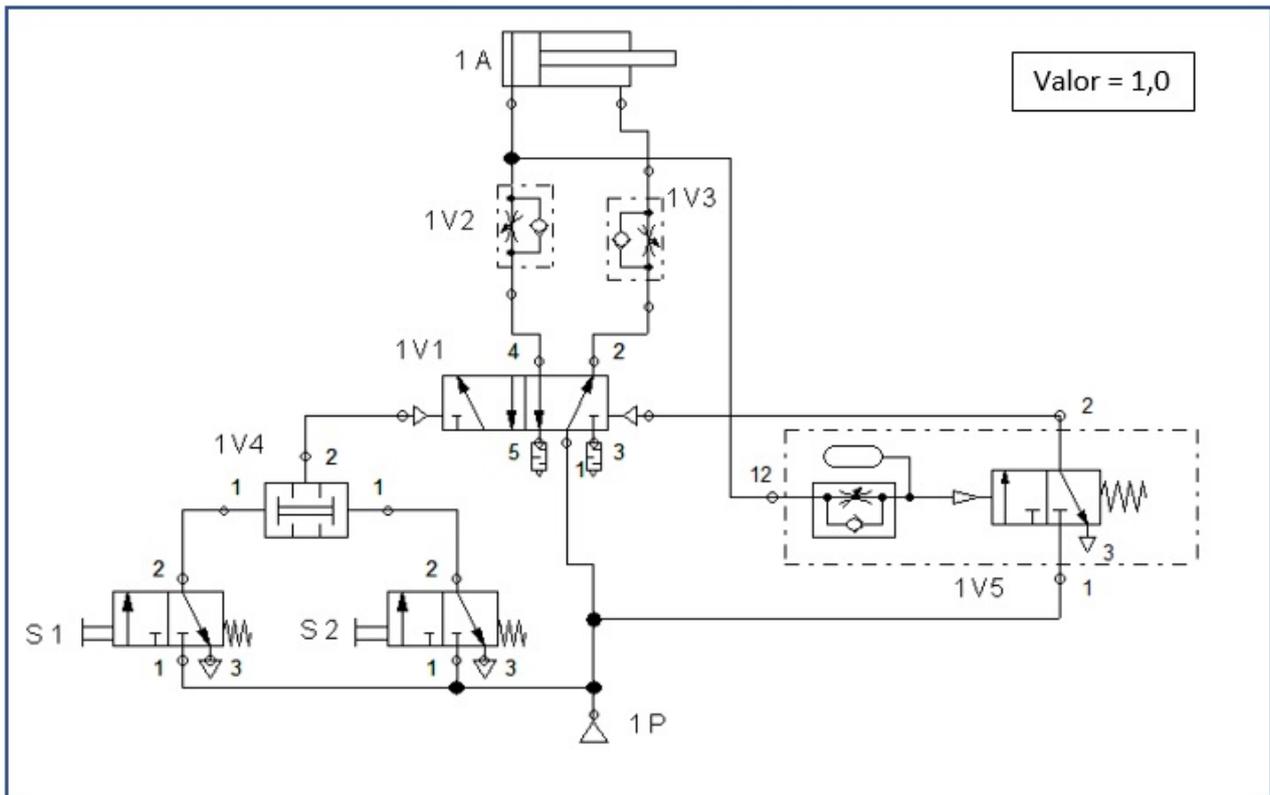
Questão 4:

Valor (0,00 a 1,00)

Elaborar o circuito pneumático de acordo com a norma fornecida e conforme o enunciado do problema. O atuador de dupla ação deverá avançar após o acionamento simultâneo de dois botões (S1) e (S2). O avanço e o retorno deverão ocorrer lentamente. O retorno do atuador ocorrerá automaticamente após 5 segundos. A temporização inicia a partir do momento do início do avanço do cilindro. Não utilizar sensores de fim de curso para a solução deste problema.

Resposta Esperada:

PROPOSTA DE SOLUÇÃO



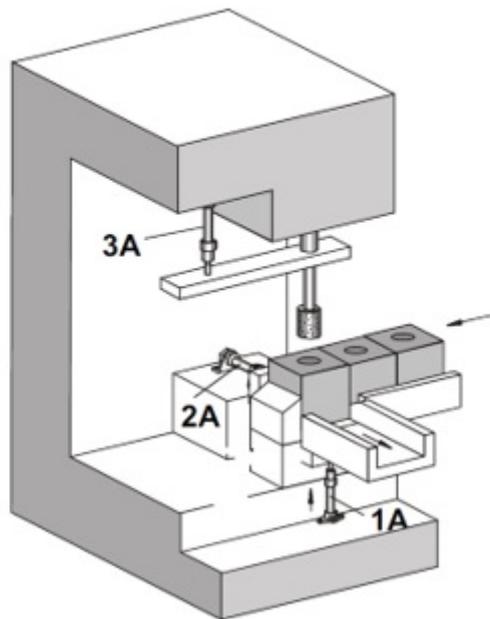
Obs.: A questão não apresenta solução única e as variantes serão analisadas para verificar se atendem às especificações descritas no enunciado.

Questão 5:

Valor (0,00 a 1,50)

A Figura 2 representa uma máquina eletropneumática de retificação interna. As peças de trabalho são alimentadas por meio de uma esteira transportadora. A peça de trabalho que está posicionada à frente é empurrada contra o batente lateral pela peça seguinte. O sensor de contato 1B identifica quando a peça é posicionada na posição de usinagem. Quando uma peça é identificada, o batente frontal usado para fixação da peça, é levantado pelo cilindro 1A (ver Figura 2). Em seguida, o cilindro 2A avança para prender a peça contra o batente frontal. O pressostato 2B é usado para identificar a pressão do cilindro 2A quando a peça já estiver presa para que o processo de retificação inicie (ver Figura 4). O cilindro 3A deve avançar carregando o rebolo que rotaciona simultaneamente com o movimento do atuador. O motor elétrico 1M é usado para produzir a rotação do rebolo. O cilindro 3A deve se mover para cima e para baixo por dez ciclos (deslocamento entre os sensores 3B2 e 3B3) e, em seguida, retornar à posição inicial. Usar um contador C1 para a contagem do número de ciclos.

Figura 2. Máquina eletropneumática de retífica interna.



Na seqüência, os cilindros 1A e 2A devem recuar simultaneamente (ver diagrama trajeto-passo – Figura 3). No final do processo, o cilindro 2A deve avançar novamente a fim de expulsar a peça para uma esteira transportadora inferior, a qual deve carregá-la para a próxima etapa do processo (esta próxima etapa não faz parte da solução deste problema). Quando o cilindro 2A retorna a sua posição inicial, o ciclo é repetido se houver uma nova peça de trabalho identificada pelo sensor 1B. Os comandos de partida e parada da máquina são feitos pelos botões de pulso (sem trava) 0B1 e 0B2, respectivamente. Elabore a programação do controlador lógico programável usando a linguagem de programação GRAFCET (SFC, Diagrama de Funções Sequenciais) para automação do sistema técnico apresentado.

Figura 3. Máquina eletropneumática de retífica interna: diagrama trajeto-passo.

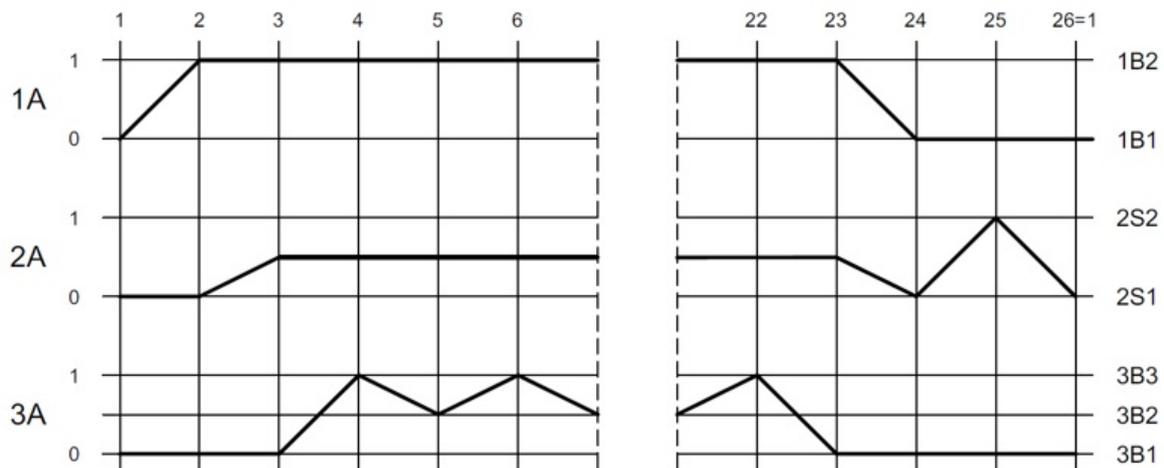
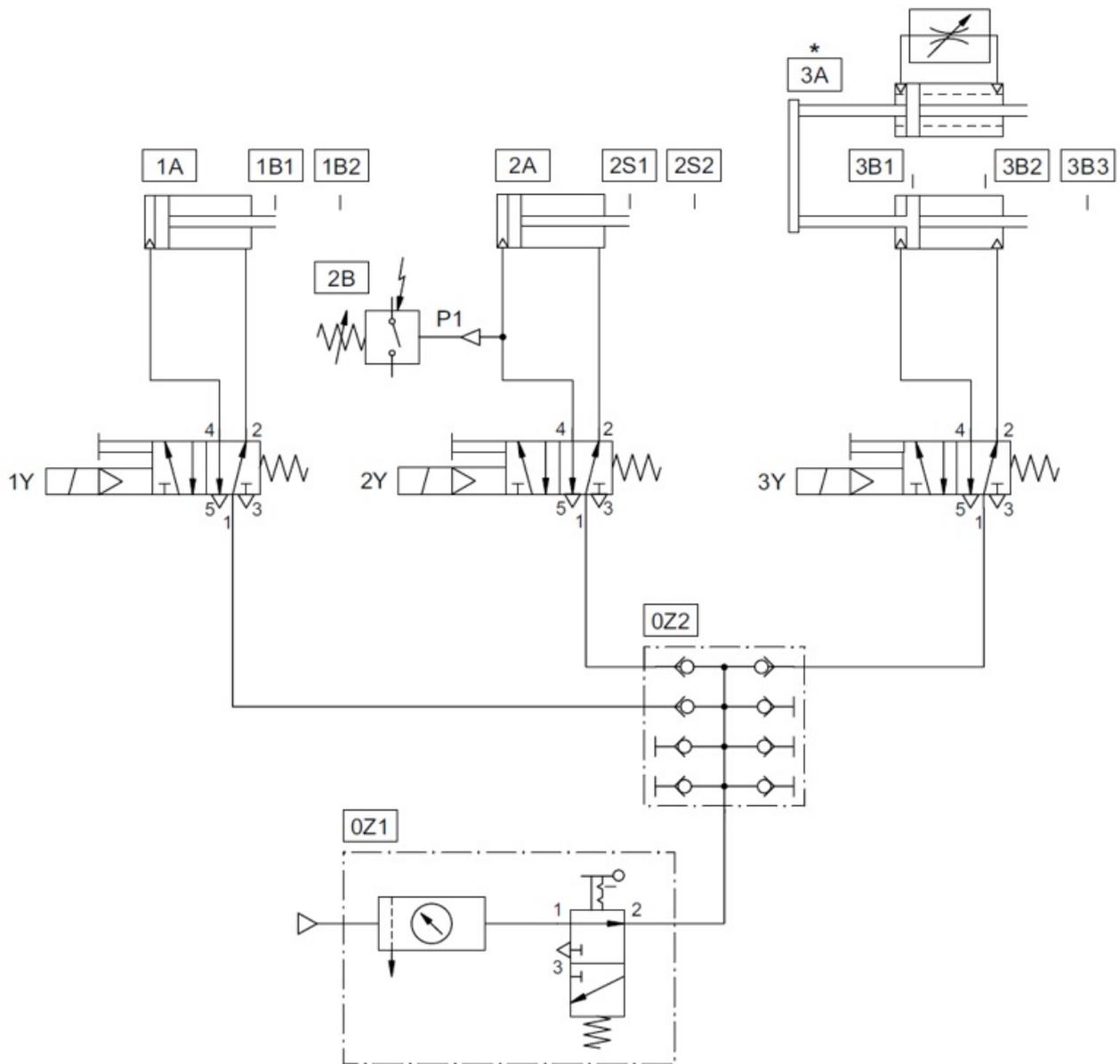
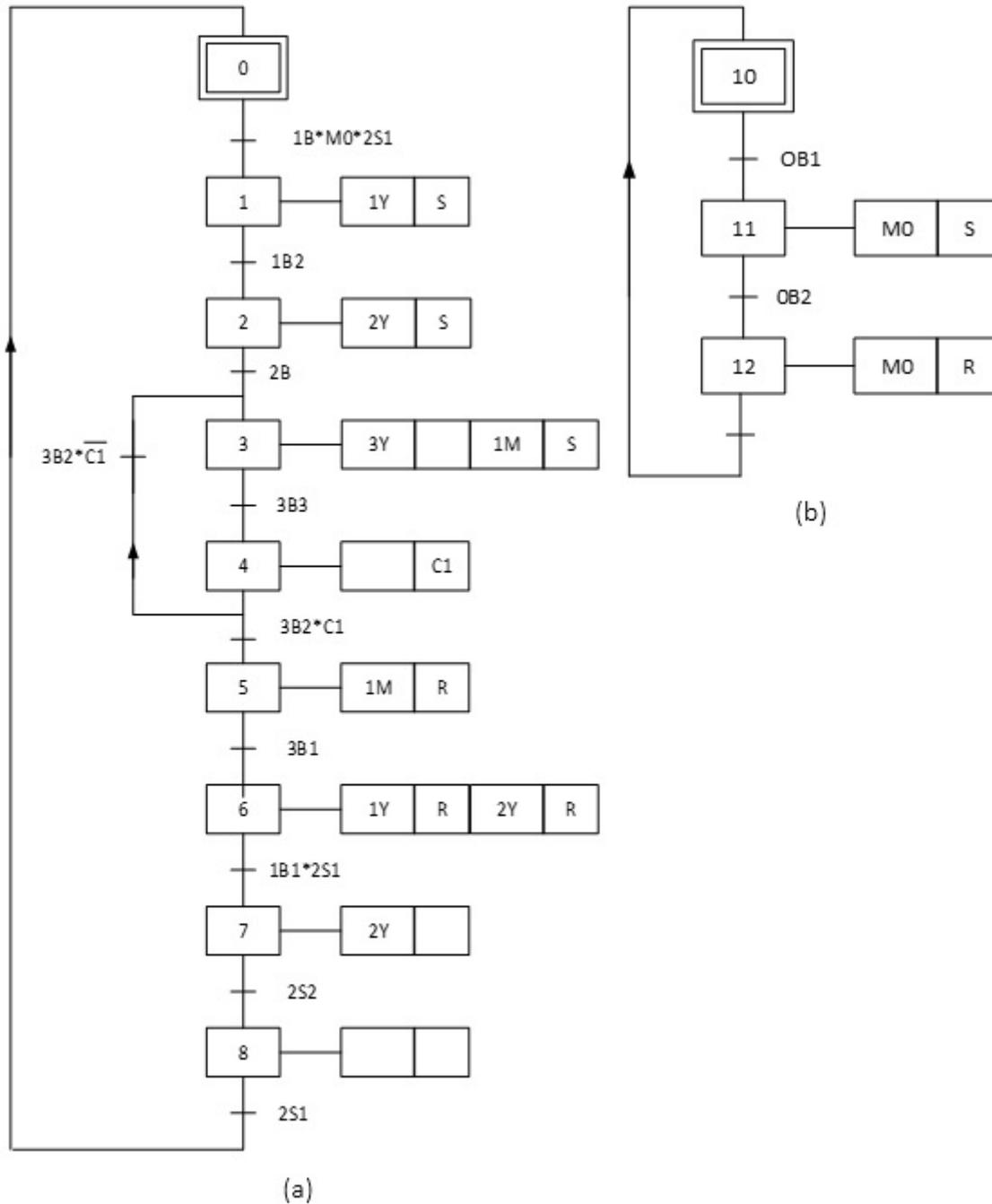


Figura 4. Máquina de retífica interna: diagrama eletropneumático.



Resposta Esperada:

Resposta:



Máquina eletropneumática de retífica interna: SFC (solução genérica).

Obs.: A questão não apresenta solução única e as variantes serão analisadas para verificar se atendem às especificações descritas no enunciado.

Questão 6: Valor (0,00 a 1,50)

A Figura 5 apresenta uma plataforma elevatória tipo tesoura. Um cilindro hidráulico de dupla ação é empregado para movimentar esta plataforma elevatória, usada em aeroportos. Elabore um diagrama eletro-hidráulico para este mecanismo cuja lógica de funcionamento atenda aos seguintes requisitos de projeto.

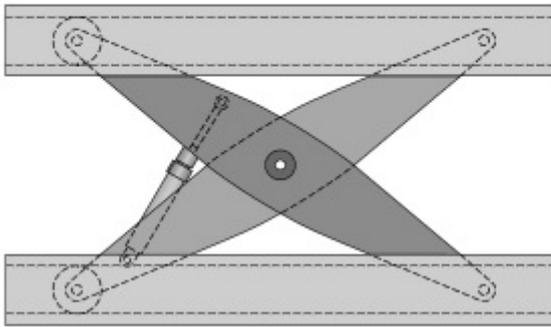
1. O atuador (e a mesa elevatória) deve parar em qualquer posição e permanecer travado. Nesse sentido, devem ser selecionadas uma ou mais válvulas com características de estanqueidade, ou seja, a não ser por questões de componente danificado, não deve ocorrer o movimento do atuador enquanto a válvula de comando estiver na posição inicial desenergizada. Justifique sua escolha, se necessário. (0,25 pontos);
2. A velocidade de retorno do cilindro (descida da carga) deve ser controlada. O consumo de energia do motor de acionamento da bomba deve ser baixo nos períodos de inatividade da plataforma. (0,25 pontos);
3. Deve-se minimizar a propagação das vibrações mecânicas da unidade de potência para o restante do circuito e o choque mecânico do atuador nos finais de curso. (0,25 pontos);

- Incluir o sistema de resfriamento do fluido hidráulico (i.e., inserir a simbologia correta do(s) componente(s)), os elementos requeridos para filtragem, bem como os demais elementos normalmente utilizados num sistema hidráulico e necessários para o bom funcionamento do circuito. (0,25 pontos);
- Selecione o tipo de centro da válvula direcional de comando. Considere que em função da vazão da bomba, o projeto demande o uso de válvulas de duplo estágio. Considere que a pressão mínima de pilotagem para comutar o segundo estágio da válvula direcional de comando do atuador é de 4 bar. Nesse sentido, desenhe a simbologia apropriada, quando necessário. (0,25 pontos);
- Construa o circuito elétrico (24 VDC), ou o diagrama *Ladder*, de acordo com os seguintes dados: devem ser incluídas as seguintes botoeiras de comando (todas sem trava de retenção), B1: Subida da carga; B2: Descida e B3: Parada. Ao pressionar B1 ou B2, o atuador realiza o seu movimento de translação até alcançar o fim de curso (1S1: cilindro na posição inferior ou 1S2: cilindro na posição superior). Neste momento, o solenoide da válvula de comando de 3 posições é desenergizado e o movimento do atuador cessa. (0,25 pontos).

Obs. O último comando prevalece, ou seja, se o cilindro está descendo e for dado um comando de subida, o atuador imediatamente inverte o sentido do movimento. Se forem pressionados simultaneamente dois dos botões do painel de comando, o comando de parada tem prioridade. Se B1 e B2 forem pressionados ao mesmo tempo, o cilindro permanece onde está.

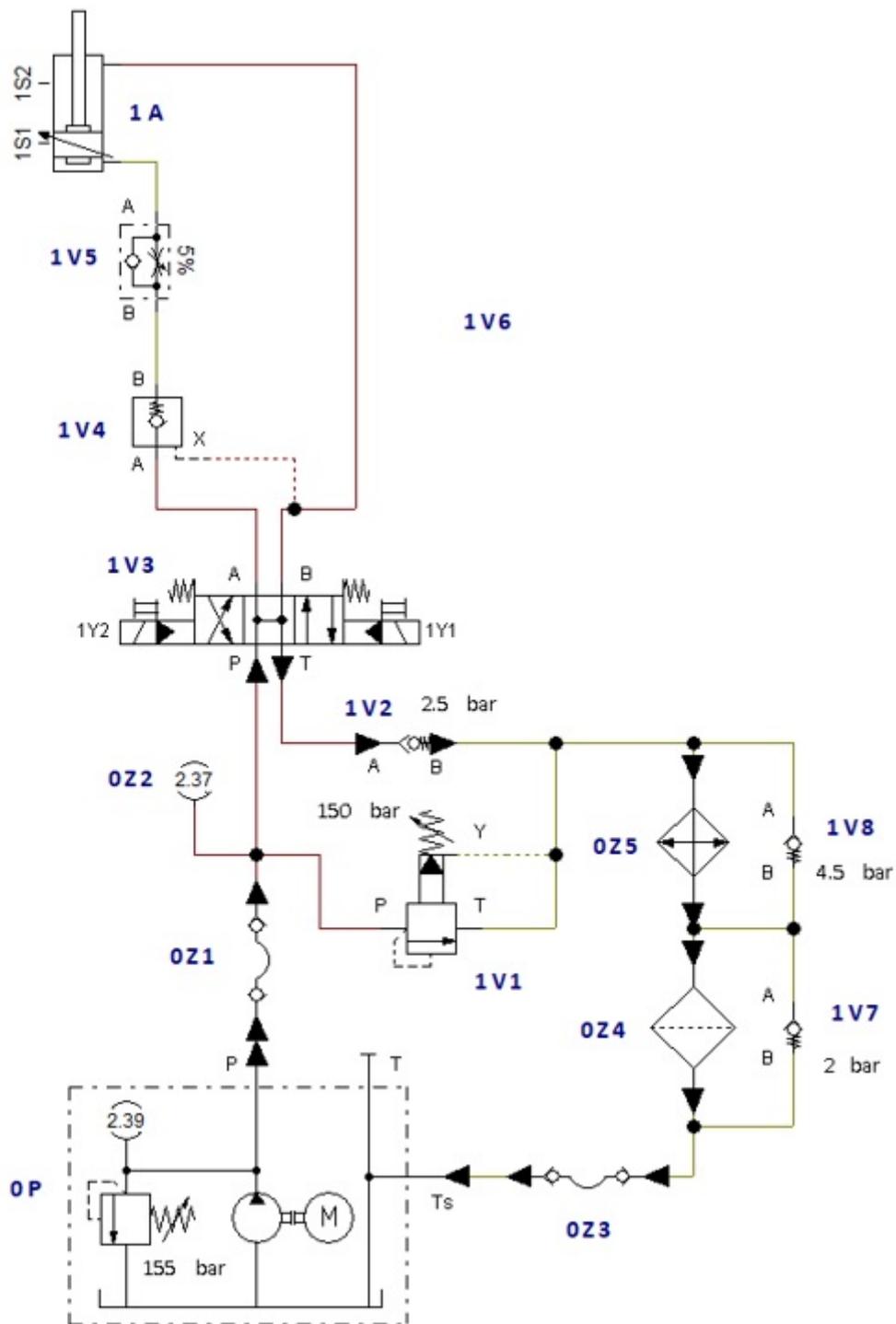
Nota: não é necessário dimensionar os componentes. Utilize componentes tradicionais da hidráulica industrial com controle discreto do tipo *on/off* (liga/desliga) e uma bomba de deslocamento fixo.

Figura 5. Mesa elevatória tipo tesoura.



Resposta Esperada:

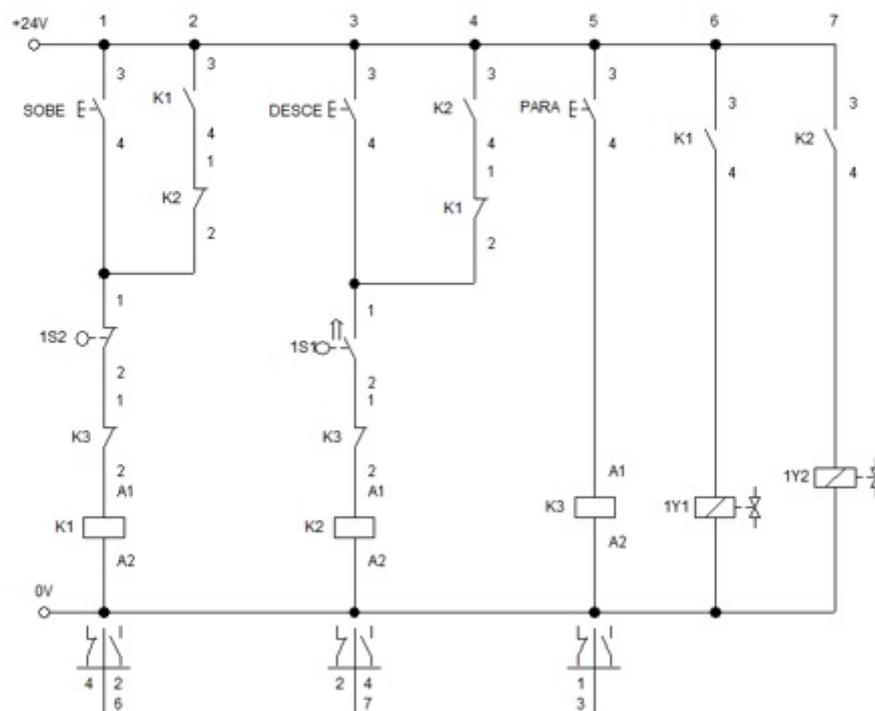
Solução do problema:



Mesa elevatória tipo tesoura: circuito eletro-hidráulico.

Legenda:

OP	Unidade de potência	1V2, 1V7, 1V8	Válvula de retenção com pré-carga de mola
OZ1, OZ3	Mangueira	1V3	Válvula direcional de duplo estágio, 4/3 centro aberto, acionamento manual ou elétrico e centragem por mola
OZ2	Manômetro	1V4, 1V6	Válvula de retenção pilotada para abrir
OZ4	Filtro de retorno	1V5	Válvula reguladora de vazão unidirecional
OZ5	Resfriador de óleo	1A	Cilindro de dupla ação com amortecimento de fim de curso regulável
1V1	Válvula limitadora de pressão	1S1, 1S2	Sensores eletromecânicos tipo rolete



Mesa elevatória hidráulica tipo tesoura: circuito elétrico de comando.

Obs.: A questão não apresenta solução única e as variantes serão analisadas para verificar se atendem às especificações descritas no enunciado.

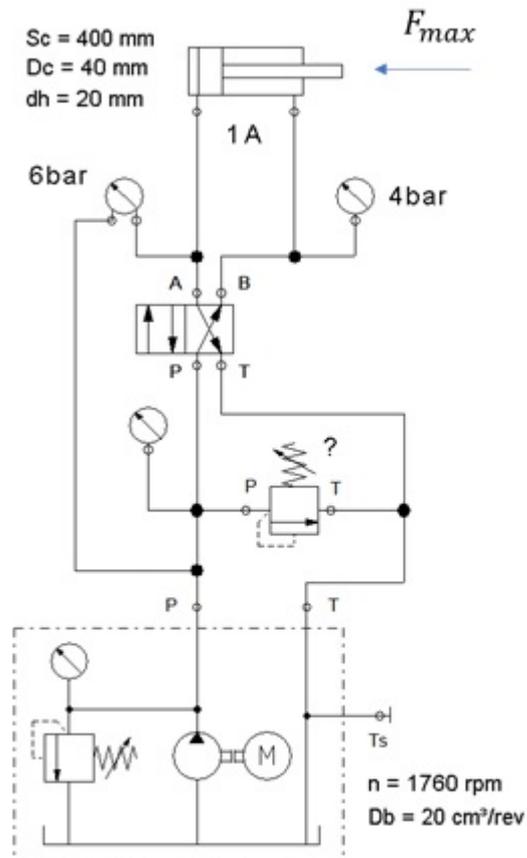
Questão 7:

Valor (0,00 a 2,00)

Uma empresa utiliza os componentes existentes em um almoxarifado para construção de uma máquina representada por seu circuito hidráulico simplificado mostrado na Figura 6. Os dados técnicos dos componentes obtidos de catálogos estão listados abaixo:

- Curso do cilindro $S_c = 400 \text{ mm}$; Diâmetro do cilindro $D_c = 40 \text{ mm}$, diâmetro da haste $d_h = 20 \text{ mm}$.
- Rotação do motor elétrico, $n_e = 1760 \text{ rpm}$;
- Rendimento mecânico do motor elétrico, $\eta_{me} = 93\%$
- $\eta_{mc} = 95\%$, $\eta_{vc} = 100\%$ (rendimento mecânico e volumétrico do cilindro, respectivamente);
- Deslocamento volumétrico da bomba $D_b = 20 \text{ cm}^3/\text{rev}$; $\eta_{mb} = 93\%$; $\eta_{vb} = 92\%$;
- Contrapressão na linha de retorno do atuador quando o cilindro está realizando o movimento de avanço, $p_2 = 4 \text{ bar}$;
- Perda de carga entre a bomba (e válvula de alívio) e o atuador, $\Delta p = 6 \text{ bar}$
- Força máxima de carga requerida pelo cilindro, $F_{max} = 9 \text{ kN}$.

Figura 6. Circuito hidráulico simplificado.



Obs. A força imposta pela carga age no sentido de causar a contração (ou recuo) do cilindro 1A. Com base nas informações dadas, calcule as seguintes informações:

1. A vazão q_{v_b} enviada pela bomba (em lpm e/ou m^3/s). (0,5 pontos)
2. A velocidade de avanço v_1 (expansão) e recuo v_2 (contração) do cilindro 1A (em m/s). (0,5 pontos).
3. A pressão p_H regulada na válvula de alívio para o cilindro operar na condição de força máxima (em bar e/ou MPa). (0,5 pontos).
4. A eficiência global do sistema η_g (em porcentagem). Use a unidade de medida cv para descrever a potência comercial do motor elétrico, onde $1 \text{ cv} = 735,49875 \text{ Watts}$. Arredonde (para cima) a potência calculada do motor elétrico (em cv) para o número inteiro mais próximo (por exemplo, se a resposta for $P_e = 2,44 \text{ cv}$ então admita que $P_e = 3 \text{ cv}$). (0,5 pontos).

Nota: use nas respostas 2 casas decimais depois da vírgula.

Equações fundamentais em regime permanente de sistemas hidráulicos (von Linsingen, 2013):

Torque ideal (teórico t)	$\tau = D \Delta p$
Vazão volumétrica ideal (teórico t)	$qv = D \omega = A v$
Potência mecânica ideal	$P = \tau \omega = F v$
Potência hidráulica ideal	$P = qv \Delta p$
Rendimento volumétrico da bomba b	$\eta_v = \frac{qv_b}{qv_{teórico}} = \frac{qv_b}{qv_t}$
Rendimento volumétrico do atuador (os subscritos m e c são usados para motor e cilindro)	$\eta_v = \frac{qv_t}{qv_m} = \frac{qv_t}{qv_c}$
Rendimento mecânico da bomba	$\eta_m = \frac{\tau_t}{\tau_b}$
Rendimento mecânico do atuador (os subscritos m e c são usados para motor e cilindro)	$\eta_m = \frac{\tau_m}{\tau_t} = \frac{F_c}{F_t}$
Rendimento global	$\eta_g = \eta_m \eta_v$
Rendimento global da bomba	$\eta_{gb} = \frac{P_u}{P_a}$
Rendimento global do atuador	$\eta_g = \frac{P_u}{P_a}$
Área de um círculo	$A = \pi R^2$

Legenda:

D = deslocamento volumétrico [m^3]

qv = vazão volumétrica [$\frac{m^3}{s}$]

τ = torque [$N m$]

P = potência [Watts]

τ_t = torque teórico [$N m$]

F = força [N]

r = raio [m]

A = área [m^2]

Δp = diferença de pressão [Pa]

P_u = potência útil [Watts]

P_a = potência de acionamento [Watts]

ω = velocidade angular [rad/s]

qv_t = vazão teórica [$\frac{m^3}{s}$]

v = velocidade [m/s]

m = massa da carga [kg]

R = raio [m]

Resposta Esperada:

Respostas:

- 1) A vazão da bomba: $qv_b = 32,40 \text{ lpm} = 5,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$;
- 2) A velocidade de avanço e recuo do cilindro 1A: $v_1 = 0,43 \text{ m/s}$; $v_2 = 0,57 \text{ m/s}$;
- 3) A pressão regulada na válvula de alívio para o cilindro operar na condição de máxima carga: $p_H = 84,40 \text{ bar} = 8,44 \text{ MPa}$;
- 4) A eficiência global do sistema: $\eta_g = 65,77\%$

NATAL, 19 de Julho de 2021 às 07:59.

Assinado digitalmente em
18/07/2021 18:49

MARCIO VALERIO DE ARAUJO
PRESIDENTE

Assinada digitalmente em
18/07/2021 20:44

RAFAEL RIVELINO DA SILVA BRAVO
1º EXAMINADOR

Assinado digitalmente em
18/07/2021 19:06

JOSÉ SOARES BATISTA LOPES
2º EXAMINADOR