



**PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.
PETROBRAS**

**Processo Seletivo Público
Nível Superior**

CADERNO DE PROVA

Aplicação: 28/3/2004

CARGO: 21

**Engenheiro(a) de
Processamento Pleno**



ATENÇÃO

**Neste caderno, confira atentamente o
NÚMERO e o NOME DO SEU CARGO.**

**Leia com atenção as instruções
constantes na capa do CADERNO DE
PROVA DE CONHECIMENTOS BÁSICOS
(capa colorida).**

Conhecimentos Específicos

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

No que se refere a petróleo e seus derivados, julgue os itens seguintes.

- 46** A história do petróleo é bem recente. O ano de 1859, data em que Edwin L. Drake perfurou o primeiro poço de petróleo na Pensilvânia (EUA), é considerado o marco do início do uso pelo homem desse recurso natural.
- 47** O século XX foi marcado por inúmeras crises sociais e políticas internacionais devido ao controle da exploração e distribuição do petróleo. Essas crises deveram-se não só à importância do petróleo na matriz energética mundial, mas também ao fato de ele ter-se transformado em importante matéria-prima industrial.
- 48** O Brasil tem avançado no sentido de se tornar auto-suficiente em petróleo. Apesar do aumento contínuo do consumo interno, sucessivos recordes de produção de petróleo e seus derivados têm possibilitado contínua diminuição na importação destes, reduzindo-se assim a dependência externa.
- 49** Quanto à origem do petróleo, existe consenso no meio científico de que esse recurso natural se formou durante milhões de anos pela decomposição de matéria orgânica de origem vegetal, principalmente o fitoplâncton, sob condições especiais de temperatura e pressão.
- 50** Com relação às propriedades físico-químicas, a principal classificação do petróleo é feita com base na densidade. Por exemplo, no Brasil, a Agência Nacional do Petróleo criou uma escala que classifica o petróleo, em função desse parâmetro, em leve, mediano, pesado e ultrapesado.
- 51** No que se refere à composição química, o petróleo pode ser classificado em três grupos: parafínico, naftênico e aromático. No entanto, na maioria das vezes, o petróleo possui características de dois ou mesmo três desses grupos.
- 52** Classificam-se como hidrocarbonetos naftênicos os compostos químicos leves, com baixo ponto de ebulição, que constituem o petróleo. Essa fração, separada por destilação durante o refino, é usada como gasolina.
- 53** O petróleo pode migrar no subsolo através de rochas porosas até encontrar uma região côncava, formada por rochas impermeáveis, onde ficará depositado formando verdadeiros bolsões. Durante esse processo de migração, que pode ser considerado uma filtração lenta, a composição do petróleo varia, aumentando o teor de leves com o aumento do percurso da migração e com a diminuição na porosidade da rocha.
- 54** A viscosidade cinemática da gasolina e do diesel é medida pelo tempo de escoamento dos mesmos em tubos capilares. O monitoramento desse parâmetro visa essencialmente controlar a presença de impurezas emulsionadas ou em suspensão que alteram o regime de escoamento dos combustíveis.
- 55** A curva de destilação de combustíveis derivados do petróleo está diretamente relacionada à composição dos mesmos. A especificação, pela legislação, de temperaturas máximas para percentuais de evaporados visa garantir um teor de compostos pesados pequeno, que assegure boa combustão.
- 56** A octanagem, ou índice de octano, de uma gasolina está diretamente relacionada a sua composição química e representa o percentual presente de um hidrocarboneto denominado *iso*-octano.

- 57** A corrosividade do óleo diesel está mais relacionada aos tipos de compostos químicos contendo enxofre e oxigênio que ao teor desses elementos químicos.

- 58** O ponto de névoa de um óleo diesel indica a temperatura na qual os compostos parafínicos começam a precipitar. A especificação desse parâmetro na legislação pode variar de acordo com as condições climáticas da região onde o óleo será usado.

Em relação a refino de petróleo, julgue os itens que se seguem.

- 59** O refino do petróleo consiste na separação de seus componentes por métodos físicos, tais como a destilação, a cristalização e a extração.
- 60** Independentemente do tipo de petróleo usado, no processo de refino são sempre obtidos todos os derivados comerciais. No entanto, a variação da composição afetará o rendimento do processo de refino para cada um dos derivados. Por essa razão, as refinarias costumam operar com misturas de diferentes tipos de petróleo, de forma a obter uma composição média uniforme para a qual as suas instalações estão otimizadas.
- 61** O primeiro passo do refino do petróleo é a destilação fracionada, em que são separadas diferentes correntes em função do ponto de ebulição — GLP, gasolina, querosene, diesel, óleo combustível, óleo lubrificante e asfalto, entre outros. Nas refinarias, o processo de destilação é realizado em uma única etapa, usando-se equipamentos conhecidos como torres de pratos, os quais operam a altas temperaturas e à pressão atmosférica.
- 62** A destilação azeotrópica, que consiste na adição de um solvente carreador de baixa volatilidade, é um dos processos usados para a separação de hidrocarbonetos com pontos de ebulição próximos.
- 63** Para a separação de compostos com pontos de ebulição próximos, pode-se usar o processo conhecido como destilação extrativa, o qual consiste na combinação de uma destilação fracionada com uma extração líquido-líquido.
- 64** No processo de craqueamento catalítico, que utiliza um reator de leito fluidizado, os hidrocarbonetos de uma corrente de óleo pesado têm as suas cadeias quebradas para formar compostos mais leves, os quais são posteriormente fracionados por destilação.
- 65** Os principais catalisadores usados para o processo de craqueamento catalítico são compostos químicos conhecidos como zeólitas, que são óxidos de metais de transição altamente reativos e com alta área superficial.
- 66** No processo de craqueamento catalítico, são formadas grandes quantidades de gases insaturados, como as olefinas e os alcinos, os quais são usados como matéria-prima para a indústria petroquímica.
- 67** Os catalisadores usados no processo de craqueamento catalítico são separados dos produtos em grandes filtros. No entanto, a deposição de coque nesses catalisadores impede a sua reutilização, o que gera quantidades significativas de rejeitos sólidos nas refinarias.

68 O processo de desparafinação a solvente consiste em retirar parafinas de óleos pesados. Nesse processo, a adição de uma mistura de solventes seguida de resfriamento provoca cristalização das parafinas, que são então separadas por filtração.

Acerca do processamento de gás natural, julgue os itens a seguir.

69 Devido ao fato de os pontos de ebulição dos hidrocarbonetos que constituem o gás natural — metano, etano, propano e butano, entre outros — serem muito baixos, é inviável separá-los por destilação. Por essa razão, para separar seus constituintes, o gás natural é previamente adsorvido a baixas temperaturas em óleo combustível ou diesel — processo de adsorção refrigerada. Os constituintes são então separados por destilação fracionada.

70 A remoção de água do gás natural pode ser realizada por métodos físicos, como sua condensação por compressão seguida de resfriamento ou extração a contra-corrente com substâncias tais como glicerina ou etileno glicol.

71 A remoção de ácido sulfídrico (H_2S) do gás natural ocorre pela reação do mesmo com uma base que gera sais. O principal inconveniente desse processo é o consumo de grandes quantidades de base, às quais não são reaproveitadas.

Julgue os itens subseqüentes, relativos a perfuração e produção de poços de petróleo.

72 A perfuração de um poço de petróleo é realizada por brocas que descem na direção vertical, orientadas pela torre de perfuração. Por essa razão, é sempre importante determinar um ponto na superfície que esteja localizado exatamente acima do reservatório de petróleo.

73 Durante a perfuração de um poço, é injetado um fluido — lama formada por água, argila e aditivos químicos — que tem por finalidades resfriar a broca, manter pressão ideal para a perfuração, estabilizar as paredes do poço, retirar os fragmentos de rocha gerados no processo e evitar a saída brusca de gás e petróleo quando atingido o reservatório.

74 O revestimento das paredes de um poço de petróleo é realizado quando a rocha não possui estabilidade para sustentá-las, sendo necessário colocar tubos de aço e cimento. No entanto, quando a rocha é suficientemente estável, não é necessário revestir as paredes do poço.

75 Devido às altas pressões exercidas pela água e pelos gases presentes em um poço de petróleo, este irá subir naturalmente à superfície em um primeiro momento após a perfuração. Quando essas pressões diminuem, a subida do petróleo à superfície deve ser forçada por bombeamento mecânico ou pressurização do poço.

76 O controle da produção de um poço é feito por um dispositivo chamado *árvore de natal*, o qual é constituído por um conjunto de válvulas instaladas no topo do poço.

77 A instalação de cavalos-de-pau no topo de um poço terrestre visa manter a pressão original e, assim, a saída do petróleo à superfície, pela injeção contínua de gás.

Na saída de um poço de petróleo, geralmente é obtida uma mistura trifásica de petróleo, água salgada e gás. A água e o gás podem ser provenientes tanto do poço quanto de processos secundários de recuperação do petróleo por injeção. Essa mistura pode ser facilmente separada em separadores trifásicos, dando origem a uma corrente de petróleo cru, outra de gás e uma última de água. No entanto, a fração do petróleo cru permanece ainda com quantidades consideráveis de água, que forma emulsões estáveis de difícil separação, bem como acontece com a de água, que mantém determinada quantidade de óleo.

Julgue os itens a seguir, relativos à mistura e à emulsão de água e petróleo, bem como ao processo de purificação do petróleo cru, descrito no texto.

78 No interior do poço de petróleo, geralmente são encontradas três fases: o gás, o petróleo e a água. Essas fases não estão completamente separadas, uma vez que as altas pressões existentes provocam, ao longo dos anos, a dispersão de gotículas de uma fase na outra, gerando, assim, as emulsões. Quando a extração é realizada com injeção de gás ou água, a emulsificação é favorecida.

79 A mistura trifásica de petróleo, água salgada e gás, obtida na saída do poço, é separada nos separadores trifásicos devido à diferença acentuada de densidade das três fases. Assim, os separadores trifásicos podem ser considerados como tanques de decantação. Nesse processo, no entanto, a água que se encontra emulsionada não é retirada do petróleo cru.

80 Um dos problemas da produção de petróleo em campos marítimos (*offshore*) é que os separadores trifásicos devem ser posicionados nas plataformas. Como esses dispositivos ocupam grandes espaços, acabam causando acréscimo considerável de tamanho das plataformas, aumentando, assim, o seu custo de fabricação.

81 As emulsões de gotículas de água em petróleo são estabilizadas por agentes tensoativos naturais, presentes no petróleo, tais como asfaltenos, resinas, ácidos naftênicos, entre outros. Esses tensoativos formam filmes na interface água/óleo que impedem a coalescência das gotículas de água, estabilizando, assim, a emulsão.

82 O tamanho das gotas, no caso de misturas multifásicas, ou gotículas de uma fase dispersa em outra, no caso das emulsões, não afeta o funcionamento de separadores de fase ou da quebra da emulsão. O funcionamento desses equipamentos é afetado apenas pela natureza das espécies envolvidas, principalmente pelas propriedades físicas dessas espécies.

83 Se o petróleo cru obtido após a separação da água e do gás for deixado envelhecer em tanques, em temperatura e pressão ambientes durante um longo período de tempo, as gotículas de água emulsionadas irão coalescer espontaneamente, e, assim, poder-se-á obter o petróleo isento de água. No entanto, o tempo necessário para quebrar essa emulsão é muito longo, motivo pelo qual a separação é feita de forma forçada em equipamentos apropriados.

- 84** A separação completa da água do petróleo, incluindo a água emulsionada, é fundamental para evitar problemas de corrosão em equipamentos e tubulações, bem como as dificuldades no seu bombeamento, transporte e refino.
- 85** A água separada da mistura trifásica obtida na extração do poço contém quantidades muito pequenas de óleo dispersas, podendo ser descartada diretamente no mar. A menor estabilidade de emulsões de óleo em água em relação à de água em óleo, tornando desprezível o teor de petróleo na água, se deve ao fato de que as gotículas de óleo tendem sempre a migrar para a superfície da água, por possuírem uma densidade baixa, onde coalescem.
- 86** A quebra da emulsão de água em óleo pode ser auxiliada pela adição de agentes desmulsificantes, que desestabilizam a interface água/óleo pelo deslocamento dos agentes emulsificantes presentes.
- 87** A quebra da emulsão formada pela água dispersa no petróleo cru é favorecida ao se reduzir a temperatura da mistura.
- 88** A água salgada emulsionada no petróleo cru pode ser retirada em tratadores elétricos. Nesses equipamentos, um campo elétrico é gerado pela aplicação de uma corrente contínua entre duas placas, fazendo que algumas gotículas de água adquiram cargas negativas (aquelas próximas à placa com carga negativa) e outras adquiram cargas positivas (aquelas próximas à placa com carga positiva). Assim, as gotas se atraem, formando gotas maiores, que acabam por se separar do óleo por efeito da gravidade.
- 89** A retirada completa da água salgada do petróleo cru, conhecida como dessalgação, independentemente do processo usado para tal, pode ser auxiliada pela adição prévia de água doce.

Águas oleosas contendo altos teores de petróleo podem se originar em diversos processos de extração, transporte ou refino do petróleo, como, por exemplo, na lavagem de tanques de petroleiros. A separação do óleo da água deve ser realizada para evitar problemas de contaminação ambiental, sendo hoje em dia feita em todas as etapas da cadeia produtiva do petróleo, até mesmo a bordo de embarcações. Essa separação pode ser realizada em diferentes equipamentos, como os hidrociclones e flotadores. Nos hidrociclones, tem-se apenas a presença da fase óleo e água, enquanto que nos flotadores tem-se também a presença de uma fase gasosa na forma de microbolhas de gás.

Com relação ao tratamento de águas oleosas em hidrociclones e flotadores, bem como ao seu descarte, julgue os itens subsequentes.

- 90** Pela legislação brasileira, o descarte de efluentes aquosos das diversas atividades do setor de petróleo deve ser realizado com controle rigoroso da quantidade de óleo e graxa presentes. Nesse sentido, uma portaria do CONAMA estabelece que o teor máximo de óleo e graxa presentes no efluente é de 20 g.L⁻¹.
- 91** Os hidrociclones separam as gotículas de óleo presentes na água devido a forças centrífugas produzidas pelo escoamento espiralado da emulsão ou suspensão no interior do equipamento.

- 92** Entre as diversas variáveis que determinam a eficiência de separação dos hidrociclones, podem ser citadas a distribuição média do tamanho das gotículas e a velocidade de escoamento da suspensão ou emulsão. Para essas duas variáveis, pode-se afirmar que existe uma relação inversamente proporcional.
- 93** No interior do hidrociclone, as gotículas de óleo são lançadas nas paredes do equipamento, onde se aglutinam, gerando uma corrente descendente que escoará por uma saída inferior.
- 94** Entre as principais variáveis de controle de funcionamento do flotador, estão a quantidade de microbolhas presentes e a distribuição do tamanho delas.
- 95** As gotículas de óleo presentes na água oleosa são separadas nos flotadores, devido às microbolhas de gás que aderem à superfície da gota de óleo, promovendo, assim, a sua flotação.
- 96** As microbolhas de gás são injetadas através de pequenos orifícios existentes na parte inferior da câmara de flotação.
- 97** A adição de agentes coagulantes facilita a separação das gotas de óleo nos flotadores. Esses agentes atuam de forma a aumentar a hidrofilicidade da superfície das gotículas do óleo, permitindo uma maior mobilidade, que proporciona o agregamento destas, formando gotas maiores que são removidas mais facilmente.
- 98** Uma das desvantagens do processo de flotação reside no fato de que, caso existam partículas sólidas de graxa, estas não irão flotar, pois tenderão sempre a sedimentar.

O avanço da tecnologia de exploração desenvolveu modernas técnicas de injeção de gás natural, gases miscíveis, água, entre outros, e tem possibilitado a recuperação secundária de grandes quantidades de petróleo anteriormente dadas como perdidas. Por motivo de simplicidade, essa recuperação secundária em poços *offshore* é feita pela injeção de água marinha.

Com relação à água de injeção e aos seus processos de tratamento, julgue os itens que se seguem.

- 99** A presença de espécies iônicas na água de injeção e na água de formação pode levar ao desenvolvimento de compostos insolúveis que geram incrustações nas tubulações, dificultando o escoamento do petróleo e, assim, diminuindo o fluxo de petróleo para a superfície. Para evitar esse problema, agentes inibidores da nucleação e precipitação dos sais formados podem ser adicionados à água de injeção, como o poliacrilato.
- 100** A presença de altos teores de oxigênio na água a ser injetada é desejável, pois irá contribuir para o aumento da pressão no interior do poço. Por essa razão, quando possível, pressuriza-se esse gás na água antes da injeção no poço.
- 101** Uma vez que, no interior do poço, as condições são completamente adversas para a proliferação de microrganismos, sejam eles anaeróbios ou aeróbios, não se faz necessária a desinfecção da água de injeção.

102 Um dos problemas associados ao uso da água do mar como fluido para a recuperação secundária de petróleo é a presença de altas quantidades de íons sulfato. Nesse sentido, sabe-se que processos redutores de enxofre podem levar à transformação desse íon no indesejável ácido sulfídrico.

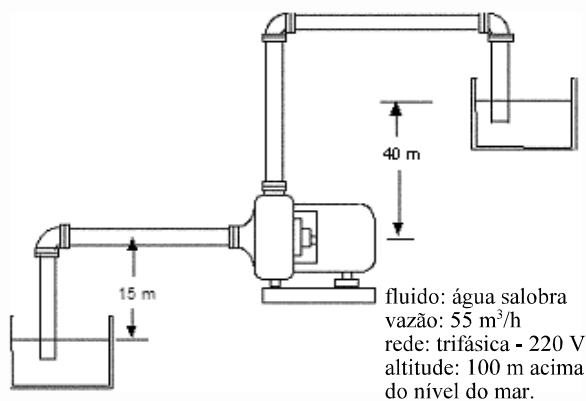
103 A água a ser injetada no poço deve ser filtrada para eliminar substâncias sólidas insolúveis. Esse procedimento é necessário, uma vez que estas podem causar entupimentos e incrustações, tanto de tubulações como de poros e canais da rocha.

Acerca de instalações de bombeamento, julgue os itens que se seguem.

104 As bombas rotativas são aquelas que possuem vazão constante independente da contrapressão, desde que o motor tenha potência suficiente, não impõem velocidade ao fluido bombeado, o peso específico do líquido não influencia a pressão de saída e apresentam um ponto ótimo de operação para uma dada vazão/pressão requerida.

105 Dobrando-se a velocidade de uma bomba, a potência dobrará se ela for rotativa e será oito vezes maior se a bomba for centrífuga.

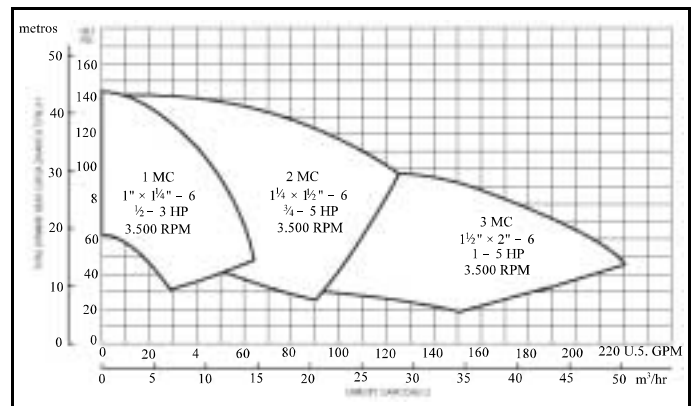
106 Cavitação ocorre quando o fluido expande subitamente nas paredes do rotor causando danos na superfície do mesmo.



A figura acima apresenta um desenho esquemático de instalação de bombeamento. As condições de operação sugeridas no esquema foram idealizadas em função unicamente das necessidades do solicitante e enviadas a um fabricante. Nessas condições, julgue o item seguinte.

107 Bombas centrífugas não podem ser empregadas nesse tipo de aplicação.

Uma caldeira opera a 5 bar, necessita de 30 m³/h de água e está situada a 20 m acima do reservatório de água. As perdas de carga são equivalentes à altura manométrica devido à diferença de cota. A bomba original sofreu danos irreversíveis. O setor de manutenção descobriu no estoque três bombas 1MC, uma bomba 2MC e duas bombas 3MC, conforme figura a seguir.



Com base nessa situação, julgue o item subsequente.

108 Com as bombas disponíveis foi possível resolver o problema.

A respeito de turbinas, julgue os itens a seguir.

109 Em um ciclo Rankine, com turbina de impulso e superaquecimento, operando entre 70 e 0,5 bar, podem ser gerados 52 MW de potência útil, a plena carga. Aumentando-se a pressão de 70 para 90 bar pode-se gerar até 15% a mais de potência.

110 A aceleração do gás em bocais de expansão ocorre em uma parte convergente e, em seguida, divergente porque o processo real não é totalmente isentrópico, de forma que calor gerado pelo atrito nas altas velocidades provoca aumento do volume específico do gás exigindo maiores áreas de escoamento.

Em um processo de compressão de um gás (perfeito) hipotético, a eficiência isentrópica do compressor é de 90% e a temperatura de entrada no compressor é de 50 °C. Considerando que a razão de pressão é igual a 9 e o gás (hipotético) possui razão entre os calores específicos próximo de 2 e que em um processo isentrópico, a relação $T_2 = T_1(rp)^{(\gamma-1)/\gamma}$ é válida. A partir dessas informações, julgue os seguintes itens.

111 A temperatura real de descarga se encontra entre 720 °C e 810 °C.

112 Os dados fornecidos somente se aplicam a compressores alternativos, que pressupõe sistema termodinâmico fechado. Para compressores centrífugos, por exemplo, a diferença de entalpia entre a entrada e a saída deveria ser empregada na determinação da temperatura de saída.

113 Se o processo for realizado em um equipamento tipo turbocompressor, a potência de compressão, fornecida pela turbina, é menor quanto mais próximo for $T_{2, \text{real}}$ de T_2 .

114 Em turbo compressores, o processo de compressão, desconsiderando todas as perdas, é, em geral, considerado adiabático, portanto, a eficiência isentrópica é quase máxima.

Acerca de compressores, julgue os itens que se seguem.

115 Em um sistema de compressão (gás perfeito), com máquina alternativa, a compressão em múltiplos estágios tem como objetivo minimizar o trabalho requerido sem resfriamento intermediário.

116 Em um processo de compressão (gás perfeito) qualquer, o resfriamento intermediário tem por objetivo maximizar a massa admitida.

Escoamentos multifásicos são comuns em processos de produção ou refino de petróleo. Nesse tipo de escoamento, dois fluidos em diferentes fases (líquida e gasosa) fluem ao longo de um dado domínio. Para o caso específico de tubulações, dependendo das vazões de líquido (Q_l) ou de gás (Q_g), o escoamento assume um padrão. Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

117 Para uma vazão de líquido fixa, ao se aumentar Q_g , o padrão de escoamento modifica-se gradualmente para escoamento com bolhas (*bubbly*), bolsões (*slug*), gotículas de líquido (*mist*) e, por fim, anular.

118 O padrão *slug* é caracterizado por forte variação espacial-temporal da fração de gás.

119 O padrão anular caracteriza-se pelo escoamento de um filme de gás, próximo às paredes da tubulação.

120 A razão entre a vazão de gás e a vazão total no escoamento é definida como fração volumétrica de gás.

121 As frações de vazão mássicas são definidas como razões entre vazões mássicas de gás e líquido pela vazão mássica total. Para escoamentos isotérmicos, esses parâmetros são equivalentes às frações de vazão volumétrica.

122 Para uma vazão de líquido fixa, ao se aumentar a vazão de gás, o gradiente de pressão na tubulação se reduz.

123 Correlações empíricas para gradientes de pressão são válidas para todos os padrões de escoamento, dependendo somente da fração de vazão de gás (ou de líquido).

124 Em padrões de escoamento dispersos (*bubbly* ou *mist*), ocorrem variações da fração de gás na direção radial do escoamento.

125 Os diferentes padrões de escoamento podem ser influenciados por efeitos de gravidade, tensão superficial e viscosidade, variáveis que controlam, em parte, a transição de um padrão para outro.

126 O número de Froude — parâmetro adimensional que relaciona forças de gravidade e inércia — deve ser considerado na dinâmica de escoamentos multifásicos.

127 Em escoamentos bifásicos de misturas de água e óleo, devem ser considerados os efeitos de tensão superficial e de gravidade. Nesse sentido, os regimes de escoamento são controlados pelos parâmetros adimensionais de Froude e Weber.

128 Para escoamentos de misturas de água e óleo, são importantes as relações de vazões volumétricas e de massa específica.

129 Em escoamentos bifásicos, a perda de carga em tubulação pode ser corretamente definida somente pelo atrito do fluido na parede.

Em uma unidade industrial, o processo de tratamento térmico deve produzir peças com alto nível de confiabilidade. Para isso, o controle da temperatura dos fornos é de suma importância. Nesse sentido, considere que o processo de aquecimento de um forno seja descrito a partir de uma equação do tipo $T_s = \left[\frac{1}{K} + s \right] SP$, em que T_s é a temperatura de saída; K é a constante do processo que define o aquecimento de acordo com as características específicas do processo; SP é o *set-point*. Julgue os itens a seguir, com base nessas informações.

130 A aplicação de controle em malha fechada indica o uso de sensores no processo de controle.

131 Para se manter os valores da temperatura em níveis predefinidos durante o transiente, deve-se utilizar técnicas de controle regulatório no projeto do controlador.

132 O processo descrito equivale a um sistema de primeira ordem.

Acerca das características dos sistemas de controle, julgue os itens que se seguem.

133 Em processos de segunda ordem, a curva característica apresenta propriedades especiais, como o sobre-sinal e o valor de pico, que são usualmente tomados como parâmetros de projeto.

134 Em um sistema de primeira ordem, não é possível medir o tempo de assentamento da função.

135 Para se obter a função de transferência de determinado processo, deve-se representá-lo a partir de transformadas de Fourier.

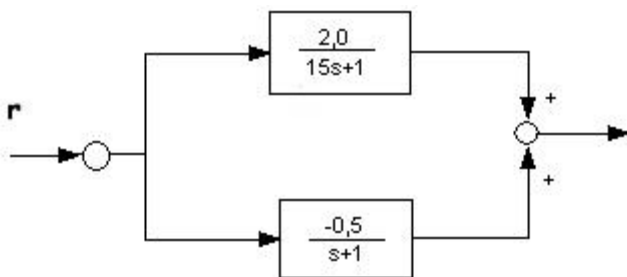
136 O produto da função de transferência do processo pela temperatura desejada, ou *set-point*, fornece o valor da temperatura lida no sensor, desde que estes sinais estejam representados por suas transformadas no domínio s .

137 A função de transferência de um processo é o modelo matemático das variáveis do controlador usado.

Acerca do uso de controladores e da estabilidade dos sistemas, julgue os itens subsequentes.

138 Diante da presença de perturbações no processo, é indicado o uso de controle derivativo na malha de realimentação, para se obter um controle mais efetivo.

139 Ao se considerar a estabilidade de um sistema, é comum estabelecer uma tolerância, baseada em um percentual do valor do *set-point*, como margem de erro para o valor de assentamento.



Acerca de sistemas de controle, julgue os itens seguintes, considerando, para os itens 141 e 142, a figura acima.

- 140 Ao se analisar o modelo do processo de transporte de gás em um gasoduto, a expressão $G(s) = \left[\frac{1,25}{3s} + 1 \right] e^{-2s}$ revela um efeito de tempo morto no transporte de 2 s.
- 141 A malha mostrada na figura acima é típica de controle com realimentação.
- 142 O sistema descrito pelo diagrama de blocos mostrado na figura acima é instável.

Acerca dos métodos para medição de pressão, nível, temperatura e vazão, julgue os itens a seguir.

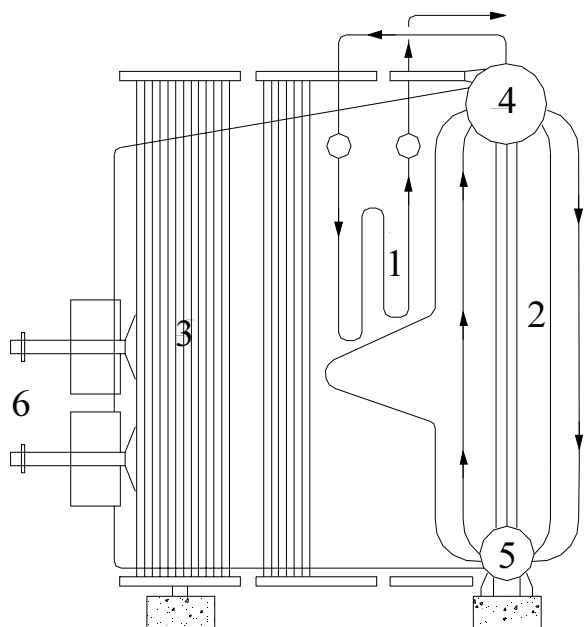
- 143 Considere que um tanque de óleo, sujeito à pressão atmosférica, tenha sido colocado sobre a plataforma de uma máquina que vibra verticalmente. Nessa situação, a variação da pressão no fundo do reservatório, ΔP , pode ser expressa por $\Delta P = \rho \times a \times \left[1 \pm \frac{a}{g} \right]$, em que g é a aceleração da gravidade, ρ é a massa específica do fluido e a é a aceleração da coluna.
- 144 Embora o manômetro tenha sido concebido para a medição de pressão, pode-se utilizá-lo para medir o nível de líquido em um reservatório fechado, bastando para tanto conhecer o peso específico do fluido e a pressão no fundo do reservatório. O nível do líquido no reservatório será dado por $h = \frac{P}{\rho \times g}$, em que h é o nível desejado, P é a pressão no fundo do reservatório, g é a aceleração da gravidade e ρ é a massa específica do fluido.
- 145 Os transdutores de pressão piezelétricos, devido ao seu elevado custo, são pouco empregados em controle e monitoração da pressão hidrostática em tanques de armazenamento de derivados de petróleo.
- 146 O erro cometido na medição da temperatura em um termistor, devido ao auto-aquecimento, aumenta com a potência utilizada na medição; por isso, no caso de alimentação por fonte de tensão, convém utilizar termistores de valor de resistência elevada quando comparada à temperatura de referência. Tal risco não ocorre na medição com termopares.
- 147 Um medidor de nível baseado em ultra-som mede o tempo transcorrido entre a emissão e a recepção da onda refletida na superfície líquida. Assim, no caso de fluidos não-miscíveis, pode-se medir o nível de cada fluido com esse medidor.
- 148 Os controladores de nível por condutância são freqüentemente usados para acionar automaticamente um dispositivo de sinalização ou de controle. Devido à ausência de partes móveis, esse sistema demanda baixa manutenção, e o ajuste do nível de controle é de fácil realização.

Acerca do dimensionamento de elementos primários de vazão, julgue os itens que se seguem.

- 149 Uma placa de orifício e um manômetro podem ser utilizados como elementos primários de medição de vazões moderadas e grandes. Para tanto, o manômetro não precisa ser um elemento primário de medição de pressão.
- 150 Medidor de vazão eletromagnético é estritamente um detector primário de vazões de precisão. Sua utilização depende de o fluido ter propriedades magnéticas ainda que de pequeno valor. Por essa razão e por apresentarem custo elevado, são pouco utilizados.
- 151 O tubo de Pitot, tal como o tubo de Venturi, freqüentemente combinados com manômetros em U, são utilizados para a medição de vazão em laboratório. Esses dois equipamentos transformam energia cinética em energia de pressão, conforme o teorema de Bernoulli. O tubo de Pitot apresenta, no entanto, risco de obstrução, o que torna seu uso menos freqüente em aplicações industriais.
- 152 A bomba peristáltica pode ser utilizada como elemento primário de medição de vazão para vazões pequenas, que são monitoradas a partir do torque do motor de acionamento.

Com relação às válvulas de controle, julgue os itens subsequentes.

- 153 Hoje em dia, com as fortes restrições impostas por motivos ambientais e de segurança, a estratégia de redundância na monitoração e no controle de escoamento em dutos que transportam produtos agressivos ao homem e ao meio ambiente é uma prática cada vez mais utilizada. Assim, em um gasoduto que tem instalado uma válvula de redução de pressão, monitora-se também a temperatura diferencial (temperatura a jusante menos a temperatura a montante da válvula). Se a temperatura diferencial medida com a válvula em operação for nula ou positiva, tem-se aí um forte indício de mal funcionamento dos equipamentos utilizados na monitoração e controle.
- 154 Em uma instalação de dutos, as válvulas do tipo globo e de diafragma são mais adequadas ao controle de vazão; a válvula de gaveta é o modelo adequado ao bloqueio do escoamento por implicar menor risco de um golpe de aríete.
- 155 Em um poliduto que transporta óleo combustível, gasolina e GLP, com uma vazão constante, uma válvula de controle deve comutar automaticamente a saída de um duto em função da mudança do fluido que escoar em seu interior. O comando dessa válvula poderia ser feito simplesmente monitorando-se a pressão diferencial em uma placa de orifício colocada a montante, próximo à própria válvula de controle.



A figura acima mostra o desenho esquemático de uma caldeira aquatubular de alta pressão, que foi montada em uma unidade de craqueamento de petróleo. A caldeira gera vapor superaquecido para ser consumido por uma turbina a vapor. Para promover o escoamento do ar e dos gases, essa caldeira usa o sistema de tiragem forçada. No desenho acima, estão enumeradas as várias partes que foram erigidas, por ocasião da montagem.

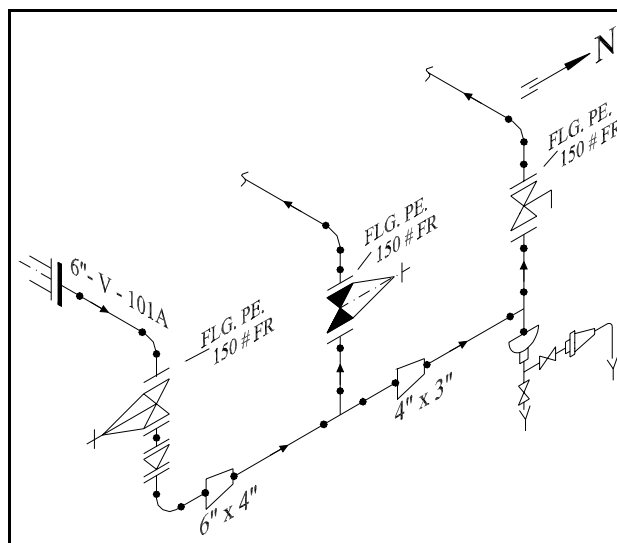
Considerando essas informações, julgue os itens que se seguem.

- 156 O feixe tubular indicado por “1” representa o economizador (*economizer*).
- 157 O feixe tubular indicado por “2” representa a bancada principal de geração de vapor (*main bank*).
- 158 A maior parte do calor gerado na fornalha é absorvida pelos feixes tubulares indicados por “3”, conhecidos como tubos das paredes d’água laterais (*lateral walls*), e pelos tubos da parede frontal.
- 159 A caldeira representada na figura possui um superaquecedor de convecção porque a maior parte do calor é transferida pela passagem dos gases pelos tubos.
- 160 O vapor que sai da parte superior do tubulão de vapor é superaquecido e dirige-se para o feixe tubular.
- 161 Os queimadores frontais da caldeira estão representados na parte da figura indicada pelo número “6”.
- 162 Como o sistema usado é o de tiragem forçada, a pressão interna na fornalha é menor que a pressão externa à caldeira.
- 163 O sistema de tiragem forçada, usado no projeto da caldeira, requer um ou mais ventiladores ligados na caixa de ar dos queimadores e um ou mais ventiladores ligados na saída da fornalha da caldeira.
- 164 A eficiência dessa caldeira pode ser calculada como a razão entre a energia absorvida pela água e pelo vapor e a energia introduzida na unidade geradora de vapor.
- 165 Como os queimadores da caldeira utilizam vapor para atomização, essa energia do vapor deve ser computada como perda de eficiência.

Uma caldeira operou por cinco anos ininterruptamente. Após esse tempo, foi inspecionada por um técnico, para se determinar o real estado de limpeza das superfícies de troca de calor. A inspeção foi dividida em duas partes: a primeira inspecionou as superfícies do lado do fogo (*fire sides*) e a segunda inspecionou as do lado da água (*water sides*). A inspeção do lado do fogo encontrou uma camada de fuligem generalizada de 2 mm de altura e a inspeção do lado da água revelou a presença de incrustações duras (*salt scale*) nas paredes internas dos tubos.

Com base nessa situação, julgue os itens seguintes.

- 166 A fuligem generalizada encontrada dentro da fornalha, em uma caldeira fora de operação, poderia ser retirada por lavagem com água alcalina aquecida.
- 167 As incrustações duras do lado da água devem ser retiradas por limpeza química, por meio de um ataque por solvente ácido. A solução contendo o solvente deve ser circulada nas superfícies internas dos tubos.



Uma alimentação de vapor, para dois utilizadores em uma central termelétrica, foi executada segundo o projeto ilustrado na figura acima. Nessa interligação, vários acessórios de tubulações foram montados para uma melhor conveniência operacional. O material dos tubos da rede de vapor é o ASTM A106 Gr.B, cuja composição química, segundo o certificado fornecido pela siderúrgica, possuía os seguintes percentuais: 0,29% C; 0,90% Mn; 0,30% Si; 0,03% P; 0,03% S.

Com relação ao projeto e à seleção de material dessa alimentação, julgue os itens subseqüentes.

- 168 O material selecionado para a rede de vapor é um aço inoxidável austenítico.
- 169 Na descarga do bocal de 6", existe uma válvula de globo e uma válvula direcional para controlar e orientar o fluxo de vapor.
- 170 A válvula instalada no trecho ascendente de 3" é uma válvula macho para bloqueio do fluxo de vapor.
- 171 Os tubos desse trecho de rede foram ligados entre si por meio de soldas de topo.
- 172 As válvulas utilizadas nesse trecho de rede são interligadas nos tubos por meio de flanges de face plana, com capacidade para uma pressão de 150 kg/cm².
- 173 O trecho indicado na figura apresenta cinco curvas de 90° e um tê de 90°.
- 174 As duas reduções desse trecho de rede são do tipo concêntricas.
- 175 A condensação do vapor, nesse trecho da rede, é eliminado por meio de um sistema aberto com válvula de dreno e purgador.