

The logo consists of the letters 'BR' in a bold, white, sans-serif font, set against a dark rectangular background.

**PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.
PETROBRAS**

**Processo Seletivo Público
Nível Superior**

CADERNO DE PROVA

Aplicação: 28/3/2004

CARGO:

16

**Engenheiro(a) de
Equipamentos Pleno – Inspeção**

CE SPE
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Criando Oportunidades para Recortar Sobras

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

Um parafuso longo é empregado para prender uma tampa de vaso de pressão. Considerando que o parafuso é solicitado essencialmente a tração, julgue o item abaixo.

46 Para efeito de cálculo do dimensionamento a tração do parafuso, é correto admitir que as tensões normais se distribuam uniformemente sobre a seção transversal do mesmo, em regiões suficientemente distantes da cabeça ou da porca.

Com relação à seção transversal de uma viga de aço com seção transversal em perfil **I** apoiada em suas extremidades e submetida ao peso próprio, é correto afirmar que

47 as contribuições das mesas da viga ao momento de inércia de área devem-se principalmente às distâncias entre os centros geométricos das mesas e o centro geométrico da seção **I**.

Supondo que um ponto material está submetido a um estado de tensão qualquer, julgue o item a seguir.

48 A maior tensão cisalhante observada no ponto material é sempre igual à média aritmética das tensões principais máxima e mínima no ponto.

Um reservatório de forma esférica e parede com espessura t muito menor que seu raio r é preenchido com gás a uma pressão p . Em relação a esse reservatório, julgue os itens abaixo.

49 A resistência do reservatório à pressão interna é menor do que aquela em um reservatório cilíndrico com mesmo raio r em seu trecho cilíndrico, parede com mesma espessura t e construído com o mesmo material.

50 Como a tensão de membrana em um ponto do vaso de pressão independe do plano considerado, desde que o mesmo passe pelo centro da esfera, é correto concluir que não se observam tensões cisalhantes nas paredes do reservatório.

51 A tensão de membrana observada na parede do reservatório pode ser corretamente calculada por meio da fórmula

$$\sigma = \frac{pr}{2t}$$

A falha de componentes de máquinas ou dispositivos mecânicos ocorre quando eles deixam de exercer as funções para as quais foram projetados. Do ponto de vista estrutural, significa que um componente não suporta o carregamento aplicado. A respeito desse tema, julgue os itens que se seguem.

52 As falhas estruturais podem-se manifestar de quatro formas: deformação elástica excessiva; deformação plástica excessiva; ruptura ou fratura do material; e alteração no estado do material.

53 Fadiga é o nome genérico do processo de degradação progressiva e irreversível, representado pela iniciação e propagação de uma trinca, como resultado da aplicação de cargas ou deformações variáveis por um período de tempo.

54 A falha por fluência em componentes estruturais resulta da deformação elástica produzida sob a influência de tensões aplicadas e da temperatura, acumulada sobre um período de tempo suficientemente longo para interferir na capacidade do componente de exercer satisfatoriamente sua função.

55 No regime de fluência secundária, o material entra em regime permanente em que a deformação aumenta a uma taxa crescente em relação ao tempo.

56 A ruptura dúctil ocorre quando a deformação elástica aplicada a um componente provoca a propagação rápida e catastrófica de um defeito preexistente, levando à separação do componente em duas ou mais peças.

57 A ação de *fretting* ocorre na interface entre dois corpos sólidos comprimidos um contra o outro por uma força normal e submetidos a movimentos relativos cíclicos de pequena amplitude.

58 A relaxação pré-carga dos parafusos de um flange de um vaso de pressão que opera a alta temperatura em razão de alterações dimensionais devido ao processo de fluência pode ser incluída no tipo de falha denominada fadiga térmica.

59 A flambagem ou instabilidade elástica de um componente estrutural ocorre quando uma combinação crítica de cargas de tração e configuração geométrica do elemento faz que uma pequena variação na carga provoque deformações ou deslocamentos repentinos, demasiado elevados, dentro do domínio elástico do material.

Trincas, que podem ocorrer mesmo em estruturas novas, não são sempre detectadas em procedimentos de inspeção. Na aplicação da filosofia de controle da integridade estrutural, o objetivo é produzir estruturas tolerantes ao dano, de modo que possam sustentar, com segurança, carregamentos aplicados mesmo na presença de trincas, até que sejam tomadas providências para a eliminação ou neutralização dos efeitos deletérios dessas trincas. Acerca dos princípios que norteiam a tolerância de dano e o controle de fratura em estruturas, julgue os seguintes itens.

60 Nas estruturas falha-seguras (*fail-safe*), existem trajetórias de carga redundantes, de modo que, se ocorrer falha em um elemento estrutural primário, um outro elemento estrutural manterá a capacidade de sustentação de carga até que o dano no elemento primário seja detectado por inspeção e reparado.

61 Teste de prova (*proof test*) é um procedimento de controle de fratura apropriado para dutos e vasos de pressão em que uma carga maior que a carga de operação é aplicada, sendo observado o aparecimento de falhas. Ocorre falha se uma trinca a_p , correspondente à carga de prova, estiver presente. Se não ocorrer falha, o máximo tamanho de trinca que pode existir na estrutura é a_p , assegurando que a estrutura está apta a operar com segurança por um determinado período, correspondente ao tempo de crescimento da trinca de a_p até o tamanho crítico a_c .

62 Se o tamanho detectável de uma trinca pelo instrumento de inspeção disponível for a_d e o tempo necessário para a trinca crescer de a_d até a_p (tamanho máximo permissível de trinca na estrutura) for T , o intervalo de inspeção I deverá ser igual a T .

63 Vazar-antes-de-quebrar (*leak-before-break*) é a denominação dada ao critério de falha estrutural aplicado a vasos de pressão pelo qual a parede do vaso deve ser dimensionada de modo que o tamanho crítico para fratura a_c seja menor que a espessura da parede.

64 Os cabos de aço usados em equipamentos de elevação de carga são exemplos típicos de componente estrutural com tolerância de dano.

O critério para a fratura de materiais frágeis foi estabelecido, inicialmente, a partir de considerações sobre o balanço de energia em corpos trincados. Essa abordagem evoluiu para uma forma prática de utilização para análise de resistência à fratura dos materiais usados em engenharia, que é a taxa de liberação de energia de deformação elástica G . Considerando essas informações, julgue os itens seguintes.

65 Por essa abordagem, a propagação instável da trinca ocorre quando $\frac{\partial U}{\partial a} = \frac{\partial W}{\partial a}$, ou $G = R$, ou seja, quando a taxa de liberação da energia de deformação plástica, G , se iguala à energia absorvida durante uma extensão incremental da trinca, R , que representa a resistência à propagação da trinca. O valor crítico de G (G_c), que pode ser determinado experimentalmente, é uma propriedade do material.

66 G_c e G_{Ic} são parâmetros equivalentes a K_c e K_{Ic} , aos quais se relacionam por meio das seguintes equações:

$$G_c = \frac{K_c^2(1-\nu^2)}{E} \text{ para estado plano de tensões;}$$

$$G_{Ic} = \frac{K_{Ic}^2}{E} \text{ para estado plano de deformações.}$$

O objetivo da mecânica de fratura é prover respostas quantitativas a problemas que envolvam a presença de trincas em estruturas. No que se refere a esse assunto, julgue os itens subsequentes.

67 A tenacidade à fratura, K_{Ic} , é a medida da energia necessária para provocar a fratura de um material e pode ser corretamente determinada pela medida da área sob a curva tensão-deformação do material.

68 Para a Mecânica de Fratura, os materiais não são isentos de defeitos ou trincas. Assim, em uma placa espessa de largura L , contendo uma trinca de tamanho $2a$, tal que $L \gg 2a$, submetida a uma tensão σ aplicada longe da trinca, a fratura instantânea e catastrófica da placa deverá ocorrer se a trinca possuir um tamanho crítico a_c , cujo valor é: $a_c = \frac{1}{\pi} \left(\frac{K_{Ic}}{\sigma} \right)^2$.

69 A medida do deslocamento de abertura da ponta da trinca (CTOD – *crack tip opening displacement*) é uma forma alternativa de caracterização da resistência à fratura de materiais metálicos, na proporção em que a medida do CTOD_c — valor crítico de CTOD — em um ensaio fornece uma indicação da propensão do material a fratura.

Uma placa de aço com tenacidade à fratura $K_{Ic} = 63 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ e resistência ao escoamento de 820 MPa é parte de uma estrutura de sustentação de um grande vaso de pressão. Em uma inspeção por meio de raios X, foi detectada uma trinca passante de $2a = 3,12 \text{ mm}$. Em uma segunda inspeção com ultra-som, verificou-se que o tamanho da trinca era de $2a = 4,08 \text{ mm}$. A configuração pode ser considerada como uma placa infinita contendo uma trinca central, remotamente solicitada. Nessa situação, julgue o item a seguir.



70 Na trinca de 3,12 mm, não deveria ocorrer fratura, pois a placa falharia por escoamento antes de atingir a condição crítica para fratura catastrófica.

Componentes de máquinas e estruturas mecânicas devem ser inspecionados em sua fabricação e durante a vida operacional, para assegurar condições de funcionalidade e segurança. Ensaio não-destrutivos referem-se ao conjunto de técnicas de inspeção que mantêm a peça examinada apropriada para uso posterior. Com relação aos ensaios não-destrutivos, julgue os itens que se seguem.

71 A simples inspeção visual de uma peça a vista desarmada não poder ser considerada uma técnica de inspeção não-destrutiva.

72 A grande vantagem dos ensaios com líquidos penetrantes refere-se à possibilidade de detecção de qualquer tipo de trinca superficial em qualquer tipo de material, de forma rápida e barata. Entretanto, esses ensaios somente podem revelar discontinuidades relativamente grosseiras, da ordem de 0,1 mm de largura.

73 Um ensaio com líquido penetrante consiste na aplicação, por meio de pincel, imersão, pistola ou *spray*, de um líquido, geralmente de cor vermelha ou fluorescente, capaz de penetrar nas discontinuidades depois de determinado tempo em contato com a superfície da peça ensaiada. Depois de se remover o excesso de líquido, deve ser aplicado um revelador, um talco branco que atua como se fosse um mata-borrão, sugando o penetrante das discontinuidades e revelando-as.

74 O ensaio por partículas magnéticas é uma opção possível para detectar defeitos superficiais e subsuperficiais, até uma profundidade de 3 mm, em tubulações fabricadas em aço inoxidável austenítico e cobre.

75 A termografia industrial tem larga aplicação na indústria petroquímica, na inspeção de serpentinas de fornos de aquecimento e craqueamento térmico, na avaliação de revestimentos isolantes e refratários internos de dutos de gases quentes e chaminés. Consiste na medição do campo de temperaturas existente na peça examinada por meio de pinturas sensíveis, cristais líquidos, radiômetros e sistemas de visão infravermelha.

76 Os ensaios com correntes parasitas (*eddy current*) baseiam-se na variação da indutância de uma bobina colocada próximo à superfície de um metal condutor causada pela variação do campo magnético das correntes parasitas geradas na peça examinada, em razão dos defeitos existentes na peça.

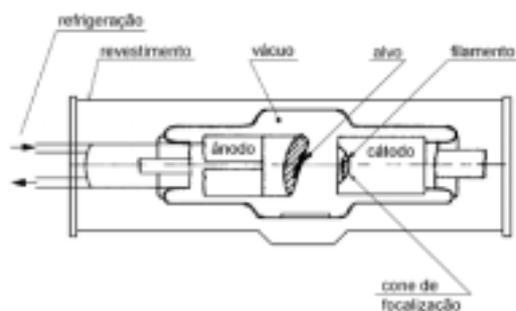
77 As técnicas com correntes parasitas (*eddy current*) são bastante práticas, pois requerem pouca qualificação técnica do inspetor, porém só são adequadas para detectar defeitos superficiais.

78 As inspeções que usam correntes parasitas (*eddy current*) somente podem ser aplicadas a peças feitas de materiais ferromagnéticos.

Quanto aos ensaios com raios X e com raios gama, julgue os itens seguintes.

79 As técnicas radiográficas permitem a inspeção de grandes áreas e a detecção de defeitos internos longe da superfície, porém requerem que se tenha acesso a ambos os lados da peça examinada.

80 O tubo de Coolidge ou tubo de raios X, mostrado esquematicamente na figura abaixo, é o principal dispositivo usado em um ensaio de raios X. Quanto maior a diferença de potencial (DDP), ou voltagem, entre o ânodo e o cátodo, maior a aceleração dos elétrons e maior o impacto no ânodo, gerando raios X com maior energia, ou seja, com maior poder de penetração.



81 No ensaio de raios X, a exposição ou quantidade de radiação recebida, que influi na sensibilização do filme, é inversamente proporcional à corrente e à voltagem aplicada ao tubo de Coolidge e diretamente proporcional ao tempo de exposição.

82 A gamagrafia ou radiografia por meio de raios gama é muito adequada para uso em campo, por não requerer fonte externa de energia.

83 Nos ensaios com raios gama, o tempo de exposição deve ser determinado a partir de um gráfico que correlaciona o fator de exposição (FE) com a espessura da peça e a densidade radiográfica a ser obtida, que é específica para cada isótopo. O fator de exposição (FE) pode ser obtido pela seguinte expressão: $FE = \frac{A \times t}{d^2}$, em que A é a atividade da fonte, em milicurie (mCi), t é o tempo de exposição, em minutos, e d é a distância fonte-filme (dff), em centímetros.

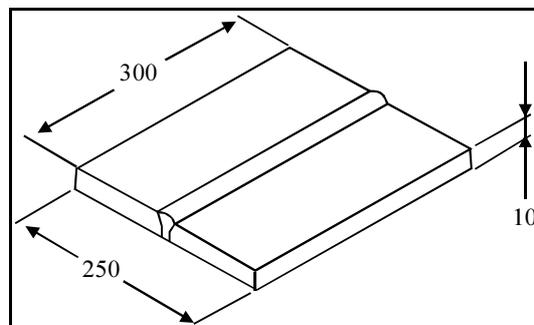
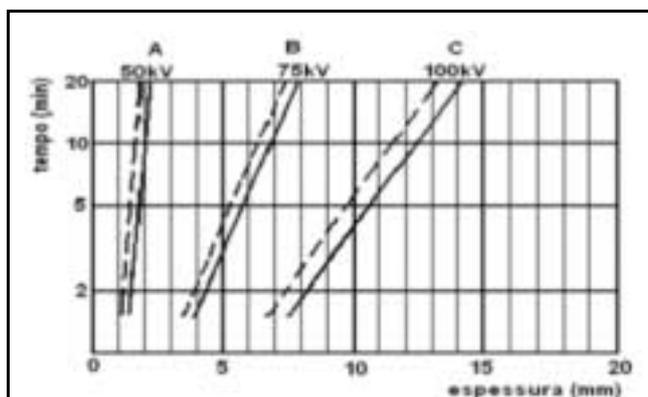


Figura I



material: aço
 tipo de filme: 3
 corrente no tubo: 15 mA
 DIF.: 700 mm (distância filme/foco)
 densidade resultante: 2,0 _____
 2,2 - - - - -
 tela intensificadora: 0,02 mm frente e verso
 revelação: 5 min, a 20 °C

Figura II

A chapa de aço soldada mostrada na figura I deve ser ensaiada com raios X para verificar a existência de trincas no cordão. Tem-se disponível um equipamento com capacidade de 100 kV e 15 mA, cujas curvas de exposição estão mostradas na figura II. A solda é de topo e o cordão possui um reforço de 2,5 mm. Julgue os itens a seguir, acerca das condições em que deve ser realizado esse ensaio.

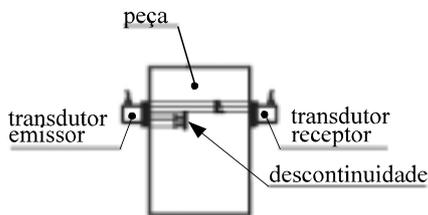
84 O ensaio deve ser feito com voltagem de 100 kV.

85 O tempo de exposição deve ser de, aproximadamente, 5 minutos.

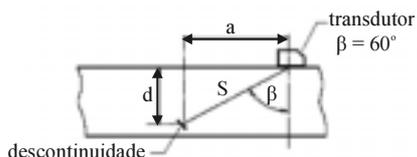
No concernente aos ensaios ultra-sônicos, julgue os itens subseqüentes.

86 Como o feixe de ondas emitido não possui uma intensidade uniforme através da espessura da peça examinada, a técnica de ensaios com ultra-som tem como principal desvantagem a dependência de padrões de comparação e da capacidade do inspetor na interpretação dos resultados.

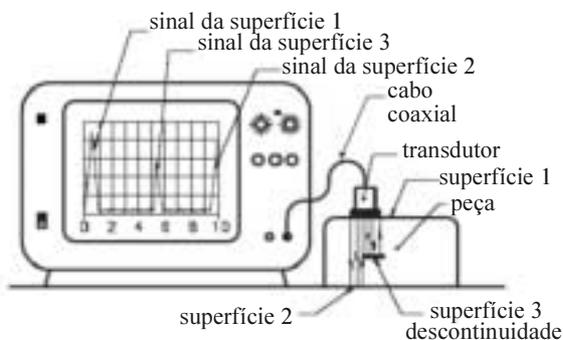
87 A figura abaixo mostra o esquema correto da técnica de ensaio por ultra-som por duplo cristal.



88 A figura seguinte esquematiza corretamente um ensaio por ultra-som, usando-se um transdutor angular de 60°. A tela do osciloscópio usado possui 10 divisões calibradas para um, fator de escala $K = 10$ mm. Na tela, apareceu um pulso na posição correspondente a 9,283 divisões. A descontinuidade está na posição $a = 80,0$ mm e $d = 43,19$ mm.



89 A tela do osciloscópio mostrada na figura abaixo mostra o esquema básico correto da resposta de um ensaio de ultra-som feito no modo pulso-eco.



No que se refere aos ensaios por meio da técnica de emissão acústica, julgue os seguintes itens.

90 Na inspeção de dutos, a grande vantagem da técnica de inspeção por emissão acústica é possibilitar a determinação do tamanho de defeitos comprometedores da integridade estrutural, particularmente em longos trechos isolados ou enterrados, em que outros métodos de inspeção são praticamente inviáveis.

91 A localização de defeitos em dutos pelo método de emissão acústica pode ser feita corretamente por meio do método de localização linear, que é um algoritmo de cálculo que se baseia no tempo de chegada dos sinais em cada transdutor e na velocidade de propagação da onda no meio.

92 Na localização de defeitos em dutos pelo método de emissão acústica, a distância entre os sensores colocados ao longo do duto depende da frequência de ressonância desses elementos. Caso as distâncias entre os sensores sejam muito grandes, podem ocorrer eventos simultâneos, ou quase simultâneos, em diferentes locais, prejudicando a exatidão na localização dos defeitos.

Com relação aos ensaios pela técnica de partículas magnéticas, julgue os itens que se seguem.

93 Nos ensaios de partículas magnéticas usando a técnica do campo residual, as partículas somente são aplicadas ainda sob a influência de um campo magnético aplicado externamente e, observado o realinhamento das partículas após a retirada desse campo, o defeito pode ser detectado pela diferença de alinhamento das partículas sob o campo aplicado e sob o magnetismo residual da peça.

94 As etapas desse ensaio incluem a magnetização da peça, para a qual existem vários métodos. A magnetização pelo equipamento denominado *yoke* é feita pela indução de um campo magnético, gerado por um eletroímã em forma de U invertido, que é apoiado na peça a ser examinada. Quando esse eletroímã é percorrido pela corrente elétrica (CC ou CA), é gerado na peça um campo magnético longitudinal entre as extremidade do *yoke*.

Uma nova técnica de inspeção não-destrutiva — a ACFM (*alternating current field measurement*) — está sendo utilizada com sucesso para inspeção de esferas de armazenamento, vasos de pressão, eixos de navios, *risers* de produção, colunas de perfuração, entre outras aplicações. Acerca dessa técnica, julgue os itens seguintes.

95 O princípio de funcionamento da ACFM é o de indução de uma corrente elétrica uniforme no material a ser inspecionado, a qual produzirá um campo magnético que, ao fluir a corrente em torno das bordas de algum defeito presente no material, será perturbado, indicando a presença do defeito.

96 A ACFM apresenta, como grandes vantagens em relação a os outros métodos de inspeção não-destrutiva, além da possibilidade de detectar a falha, a possibilidade de dimensionar o comprimento e a profundidade de trincas de fadiga, de fazer a inspeção sobre revestimentos isolantes de até 10 mm, independentemente do nível de luminosidade, e de poder ser utilizada em materiais não-ferromagnéticos.

A palavra corrosão denota destruição de metal por ação química ou eletroquímica. Os mecanismos de corrosão são, em sua maioria, eletroquímicos. Quanto a esse assunto, julgue os itens a seguir.

97 Anodo é o eletrodo de uma célula eletrolítica em que ocorre oxidação.

98 Equivalente eletroquímico é o peso de um elemento ou grupos de elementos oxidados ou reduzidos em um eletrodo de uma célula eletrolítica pela passagem de uma quantidade unitária de eletricidade.

99 Eletrólito é uma substância ou mistura, usualmente líquida, que contém íons que migram em um campo elétrico.

100 O pH é uma medida da atividade iônica do hidrogênio definida pela equação $\text{pH} = \log_{10} a_{\text{H}^+}$, em que a_{H^+} é a concentração molar de íons de hidrogênio multiplicada pelo coeficiente de atividade iônica do meio.

- 101** Denomina-se fragilização pelo hidrogênio o fenômeno de perda de ductilidade de um metal causada pela entrada de átomos de hidrogênio na estrutura cristalina desse metal.
- 102** A série eletroquímica é uma lista de elementos químicos arranjados de acordo com seus potenciais de eletrodo, tomando como padrão o eletrodo de hidrogênio, arbitrado como sendo igual a zero. O sinal é negativo para os elementos cujos potenciais são catódicos e positivo para aqueles anódicos em relação ao hidrogênio.

Quanto aos tipos de danos por corrosão, julgue os itens subseqüentes.

- 103** Cavitação ou corrosão alveolar é o dano causado por um ataque químico localizado e acelerado, provocando a formação de cavidades penetrantes em torno das quais o metal permanece relativamente inatacado.
- 104** Corrosão sob tensão é a ação de corrosão na interface de duas superfícies em contato pela ação combinada de um processo de corrosão e tensões de contato, associadas a vibrações que produzem pequenos deslocamentos relativos entre as superfícies.
- 105** Corrosão intergranular é um tipo de ataque localizado nos contornos de grão de um metal, resultando na perda de resistência e ductilidade.

A corrosão pode ser uniforme, quando ocorre igualmente em toda a superfície, ou localizada (*pitting*). A velocidade de corrosão pode ser geralmente medida de duas maneiras: pela penetração no metal em um período de tempo (mm/ano); ou pela perda de metal produzida pelo processo de corrosão em um período de tempo (g/m^2 dia). Acerca desse assunto, julgue os itens que se seguem.

- 106** A medida da taxa de corrosão, tanto por penetração como por perda de metal, deve incluir a formação de qualquer produto da corrosão aderente ou não-aderente na superfície do metal, como, por exemplo, a ferrugem.
- 107** O fator de alvéolo (*pitting factor*) é uma medida da intensidade de corrosão concentrada, representada pela relação entre a penetração mais profunda para a média de penetração determinada pela perda de peso em um corpo de prova.
- 108** Um fator de alvéolo igual a 1 representa um ataque uniforme em toda a superfície.

Testes de corrosão em laboratório em três ligas metálicas em uma solução à base de resíduos industriais apresentaram os seguintes resultados para a perda de metal produzida pelo processo de corrosão.

| liga | densidade – ρ (g/cm^3) | perda de peso (g/m^2 dia) | fator de alvéolo (<i>pitting factor</i>) |
|------|---|--|---|
| A | 2,7 | 40 | 1 |
| B | 9,0 | 62 | 2 |
| C | 7,8 | 5,6 | 9,2 |

Considerando a medida da taxa de corrosão quanto à penetração, julgue os seguintes itens.

- 109** Entre as três, a liga B apresenta a maior taxa de penetração.
- 110** A liga A deverá apresentar uma penetração máxima de 5,407 mm ao final de um ano.

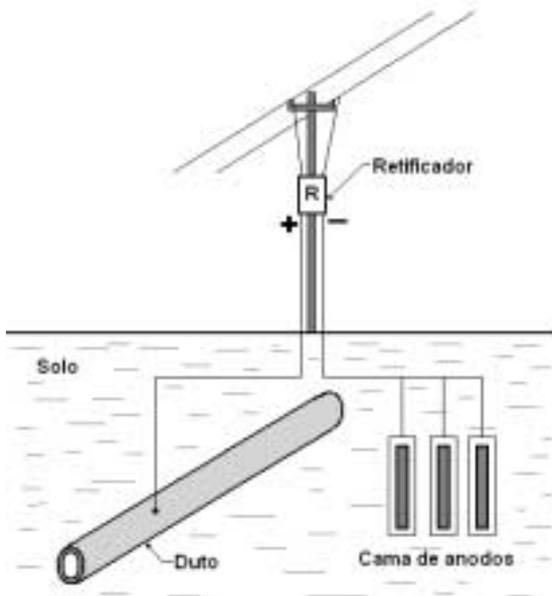
A passivação é uma característica de certos metais apresentarem uma resistência à corrosão muito maior do que seria esperado pela sua posição na série eletroquímica. Com relação a esse assunto, julgue os itens abaixo.

- 111** Estruturas de alumínio não sofrem corrosão quando expostas a chuva, em razão do fenômeno da passivação caracterizado pela formação de uma película de Al_2O_3 , dura, aderente e transparente na superfície do metal.
- 112** O cromo é naturalmente passivo quando exposto à atmosfera, característica essa transmitida às ligas Fe-Cr, formando os aços inoxidáveis, desde que se garanta uma quantidade mínima de 8% de Cr na liga.

Além do óbvio uso de materiais resistentes ao meio corrosivo em que irá operar, existem variadas formas e métodos de controle e prevenção da corrosão. Acerca desse assunto, julgue os itens a seguir.

- 113** A desaeração e desativação de gases dissolvidos na água é um importante meio de remover agentes corrosivos da água de caldeiras. A desaeração é feita por ajustes na temperatura e na pressão, auxiliados pela agitação mecânica, a fim de que os gases dissolvidos sejam expelidos da solução. A desativação é feita com reagentes químicos que, em reação com os gases dissolvidos, geram produtos inertes.
- 114** A proteção catódica é o método de prevenir ou evitar a corrosão de um metal, tornando-o catódico pela aplicação de uma corrente externa contrária à corrente de corrosão na mesma área. Esse processo só pode ser aplicado onde há contato da peça com o meio agressivo, como em cascos de navios, e não é apropriado para aplicações como dutos enterrados e tanques de armazenamento de petróleo e derivados.
- 115** A proteção anódica é forma eficiente de proteção anticorrosiva em que o meio corrosivo é uma solução corrosiva forte, como ácido sulfúrico, ácido fosfórico, soluções alcalinas e também alguns sais, mas seu uso é limitado aos metais e ligas que se passivam, como Fe, aço inoxidável, Cr e Al.

RASCUNHO



A figura acima mostra o esquema de proteção catódica de um duto enterrado pelo método da corrente impressa. Em relação a esse método, julgue os itens seguintes.

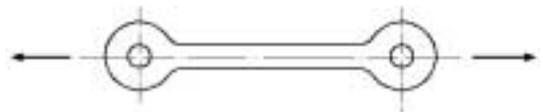
- 116** Só pode ser usado em eletrólitos de baixa resistividade elétrica.
- 117** Requer uma fonte externa de corrente, que pode ser fornecida pela rede de distribuição pública na forma alternada e retificada. É um método econômico para necessidade de corrente acima de 5 A.
- 118** Seus anodos são feitos de grafite, ferro-silício, chumbo, antimônio ou da liga Pb-Sb-Ag 93:6:1, que são consumidos no processo, requerendo substituição freqüente.
- 119** É indicado para grandes estruturas e possui vida bastante longa.

O mecanismo geral da proteção de uma superfície metálica com revestimentos protetores é feito pela interposição de uma barreira física contínua entre a superfície protegida e o meio corrosivo. Quanto a esse assunto, julgue os itens que se seguem.

- 120** Os revestimentos catódicos, como o estanho sobre o aço, são relativamente perigosos, pois qualquer ruptura na camada provocará o aparecimento de uma célula galvânica na qual o metal-base será o anodo, causando intensa corrosão localizada.
- 121** O zinco em água aquecida acima de 66 °C torna-se catódico em relação ao ferro, deixando de ser, portanto, proteção eficaz para o aço acima dessa temperatura.
- 122** A fosfatização prévia de superfícies a serem pintadas, embora por si própria promova a resistência à corrosão pela conversão da superfície metálica em uma forma não-reativa e resistente à corrosão, tem a função de promover o aumento da eficiência protetora das pinturas por facilitar a aderência, evitando que a película de tinta desprenda-se facilmente da superfície em razão de envelhecimento, variações bruscas de temperatura etc.

Metais, polímeros e cerâmicas compõem as três grandes classes de materiais disponíveis para aplicações de engenharia. São as características específicas de cada material que irão determinar a escolha correta para a aplicação em produtos industriais, componentes de máquinas e estruturas. No que se refere a esse assunto, julgue os itens a seguir.

- 123** O alto teor de cementita faz do ferro fundido branco um material não-dúctil, muito frágil, com uma superfície muito dura, o que o torna próprio para aplicações que requerem alta resistência à abrasão.
- 124** As ligas de titânio não são magnéticas, apresentam uma boa relação resistência/peso e também boa resistência à corrosão e são recomendadas para aplicações em que se requer associação de resistência mecânica, resistência à corrosão e peso reduzido. Entretanto, são difíceis de ser usinadas ou conformadas, o que as torna muito caras para a fabricação de peças e limita consideravelmente a sua utilização para aplicações usuais.
- 125** A grande vantagem e o apelo à utilização dos compósitos poliméricos reforçados por fibras contínuas de carbono, vidro ou aramidas (*kevlar*) em aplicações estruturais é a baixa rigidez específica desses materiais, que torna as estruturas muito leves.
- 126** Os aços inoxidáveis *martensíticos* são essencialmente ligas Fe-C-Cr com, eventualmente, pequenas quantidades de níquel e possuem alta temperabilidade, a qual lhes proporciona propriedades mecânicas desejadas. São chamados de aços-turbina por serem freqüentemente empregados em pás de turbinas e compressores, molas, eixos, hélices de bombas, hastes de válvulas etc.
- 127** ALCLAD é a designação dada a chapas ou tubos de alumínio recobertos com uma película de Zn_2O_3 altamente aderente, contínua e uniforme, aplicada em ambas as faces.



Considere que a barra mostrada na figura acima seja parte de um mecanismo articulado de um sistema robótico e tenha como função a transmissão de movimento linear e forças por meio de pinos transversais montados nos olhais. Com relação aos critérios de seleção do material para essa aplicação, julgue os itens subseqüentes.

- 128** Para que a barra possa ser submetida a choques eventuais, o material deverá ter elevada tenacidade à fratura para reduzir a fragilidade do componente.
- 129** Para evitar alteração nas dimensões da barra em função de variações na temperatura, o material deverá ser de baixa condutibilidade térmica.

Acerca dos processos de soldagem, julgue os seguintes itens.

- 130** O processo de soldagem por resistência a ponto é um processo que não necessita da aplicação de pressão para ser executado.
- 131** No processo de soldagem MAG, ao se utilizar CO_2 como gás de proteção, o modo de transferência de metal dominante é o gotejamento (*spray*).

132 O processo de soldagem a arco submerso é principalmente aplicado na soldagem de cordões longos em peças espessas (acima de 6 mm) de aço-carbono e aços baixa liga, em estruturas de médio e grande porte, na indústria naval.

133 O processo MIG/MAG, também conhecido como GMAW (*gas metal arc welding*) caracteriza-se pela utilização de um arco elétrico como fonte de calor, aberto entre a ponta de um eletrodo consumível, continuamente alimentado, e o metal de base. O arco e a região da solda são protegidos por um gás inerte, como o argônio ou o hélio, ou ativo, como o CO₂ e o O₂, ou por uma mistura desses.

134 O processo TIG (*tungsten inert gas*), também conhecido como GTAW (*gas tungsten arc welding*), caracteriza-se por utilizar o calor gerado por um arco elétrico, produzido entre um eletrodo não-consumível de tungstênio e o metal de base, para fundir a região da solda. Dependendo da geometria da junta, pode-se ou não utilizar metal de adição, que geralmente tem composição semelhante à do metal de base. Um gás inerte (argônio ou hélio) pode ou não ser utilizado para proteção da região da solda.

Com relação às fontes de energia em processos de soldagem, julgue o item que se segue.

135 Os processos de soldagem TIG, plasma e eletrodo revestido utilizam fontes com características estáticas do tipo corrente constante.

Quanto à qualidade das soldas, julgue o item abaixo.

136 A porosidade em soldas pode ser reduzida, reduzindo-se a velocidade de soldagem, entre outros procedimentos.

Julgue o item que se segue.

137 Os filetes de uma rosca laminada a frio apresentam maior resistência mecânica que os filetes de uma rosca fabricada por processo de usinagem.

Com relação aos processos de usinagem, julgue o item subsequente.

138 Ferramentas de aço rápido são indicadas para usinagem em máquinas de alta rigidez e alta produtividade, como os centros de torneamento controlados por computador (CNC).

A Norma Regulamentadora (NR) 13 (Caldeiras e Vasos sob Pressão) estabelece todos os requisitos técnicos e legais relativos a instalação, operação e manutenção de caldeiras e vasos de pressão, de modo a se prevenir a ocorrência de acidentes do trabalho. Quanto a esse tema, julgue os itens a seguir.

139 A falta do sistema de drenagem rápida da água em caldeiras de recuperação de álcalis constitui risco grave e iminente.

140 Por questões de segurança, a pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) de uma caldeira é equivalente a 50% da pressão máxima de trabalho permitida (PMTP).

141 No caso específico de caldeiras com superfície de aquecimento superior a 47 m², devem ser instaladas duas válvulas de segurança.

142 A válvula de segurança será considerada como inexistente nos casos em que, mesmo ajustada para abertura na PMTA, não esteja adequadamente projetada, instalada e mantida.

Os vasos de pressão podem conter líquidos, gases ou misturas desses. Suas aplicações incluem o armazenamento final ou intermediário, o amortecimento de pulsação, a troca de calor, a contenção de reações, a filtração, a destilação, a separação de fluidos, a criogenia etc. Acerca desse tema, julgue os seguintes itens.

143 O dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido não é aplicável a vasos de pressão com dois ou mais dispositivos de segurança.

144 Um filtro de óleo lubrificante com temperatura de operação de 40 °C, volume geométrico de 290 L e pressão máxima de operação de 5,0 kgf/cm² pode ser considerado um vaso de pressão, de acordo com a NR-13.

145 Para vasos criogênicos, que operam em temperaturas abaixo de 0 °C, é obrigatória a execução do teste hidrostático a cada 20 anos.

Uma empresa do ramo de entretenimento vai instalar duas caldeiras em um de seus estabelecimentos. A caldeira A, a ser instalada, é um equipamento novo, já a caldeira B está sendo transferida de um outro estabelecimento no qual estava instalada anteriormente.

Considerando a situação hipotética apresentada, julgue os itens subsequentes.

146 Se, na instalação da caldeira B, ocorrer uma alteração no valor da PMTA, deverá ser executado o ajuste respectivo na placa de identificação da caldeira.

147 A categoria de cada caldeira e seu código de identificação deverão estar gravados na respectiva placa de identificação.

148 O projeto de instalação da caldeira B, utilizado em sua instalação antiga, deve acompanhá-la para ser utilizado em sua nova instalação.

149 Se o estabelecimento não puder atender a todos os requisitos de segurança obrigatórios para a instalação das caldeiras, previstos na NR-13, deverá ser elaborado um projeto alternativo de instalação contendo medidas complementares de segurança para a atenuação dos riscos.

150 O prontuário de ambas as caldeiras deve conter os procedimentos utilizados na fabricação, montagem, inspeção final e determinação da PMTA.

Uma empresa solicitou a um profissional habilitado que realizasse a inspeção de sua caldeira. A caldeira é a combustível gasoso, está instalada em um ambiente aberto, tem uma pressão de operação de 500 kPa e um volume interno de 80 L.

Quanto à situação hipotética apresentada, julgue os itens a seguir.

151 A capacidade de produção de vapor da caldeira é indicativa do risco, já que considera o volume do vapor armazenado.

152 O registro nos conselhos regionais de profissionais é a única comprovação necessária a ser exigida do profissional habilitado para a realização da inspeção em apreço.

153 Como a caldeira está instalada em ambiente aberto, não há necessidade de ela dispor de, pelo menos, duas saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas.

154 A caldeira deve ser considerada como da categoria A.

155 A caldeira deve dispor de sensor para a detecção de vazamento de gás.

156 A ausência de um sistema de captação e lançamento dos gases e material particulado provenientes da combustão para fora da área de operação da caldeira constitui risco grave e iminente.

157 Na contratação de um novo operador da caldeira, este deve cumprir um estágio prático na operação da própria caldeira que irá operar, com uma duração mínima de 80 horas.

A NR-3 (Embargo ou Interdição) estabelece as situações em que as empresas sujeitam-se a sofrer paralisações de seus serviços, máquinas ou equipamentos, bem como os procedimentos a serem observados pela fiscalização do trabalho na adoção de medidas punitivas, no tocante à segurança e à medicina do trabalho. Acerca desse tema e da norma mencionada, julgue os itens seguintes.

158 A definição de uma situação de risco grave e iminente pode estar fundamentada em aspectos subjetivos de risco, a critério do auditor-fiscal do trabalho (AFT).

159 Uma máquina de solda elétrica, situada em uma oficina mecânica de uma indústria de componentes eletrônicos, pode ser embargada se a sua carcaça não estiver aterrada.

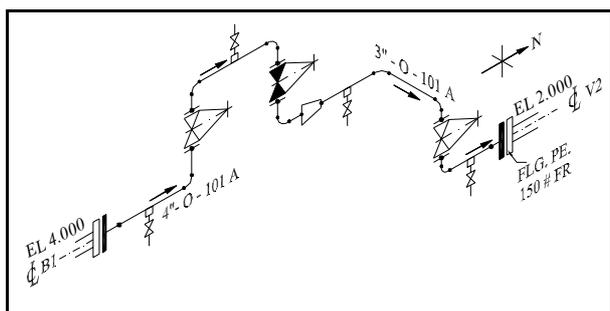
160 Uma empresa pode ser reiteradamente autuada até a regularização do fato ensejador da ação fiscal.

161 O critério da dupla visita deve ser observado pelo AFT quando se tratar de primeira inspeção em um estabelecimento de trabalho recentemente inaugurado.

162 Caso seja caracterizado risco grave e iminente, não será aplicado o critério da dupla visita pelo agente da fiscalização.

163 O AFT, munido de credencial, tem o direito de ingressar livremente, sem prévio aviso e em qualquer dia e horário, em todos os locais de trabalho.

164 A utilização de artifícios, como, por exemplo, *jumps* que neutralizem os sistemas de controle e segurança, é considerada como risco grave e iminente e pode levar à interdição de uma caldeira.



A figura acima ilustra o desenho isométrico de uma interligação entre uma bomba — B1 — e um vaso de pressão — V2. Com relação ao projeto desse trecho de linha, no qual vários acessórios de tubulações foram montados, julgue os itens em seguida.

165 O trecho possui uma válvula de gaveta e duas válvulas globo.

166 No trecho mostrado, foram montados três drenos e um respiro.

167 O flange que está conectado ao vaso V2 é um flange da classe 150 MPa de pressão e de face plana.

O almoxarifado de uma empresa montadora recebeu um lote de peças de materiais diferentes para uma rede de ar para instrumentação. Os certificados dos materiais informavam tratar-se do API 5L Gr.B para tubos com costura galvanizados e do ASTM A105 para flanges. As válvulas vieram com o corpo em bronze e a sede em material AISI 410 e as uniões em ASTM A197 com sede em latão. As juntas chegaram em papelão hidráulico e em metal maciço. Julgue os itens seguintes quanto ao tipo, classe, propriedades e fabricação dos materiais recebidos pelo almoxarifado.

168 O API 5L Gr.B é um aço-carbono similar ao aço carbono ASTM A53 Gr.B.

169 Os tubos com costura galvanizados devem ter sido fabricados por soldagem de topo, pelo processo a arco elétrico eletrodo revestido, e passados em um banho de cádmio a quente.

170 O ASTM A 105 é um ferro fundido cinzento que serve para fabricar acessórios de tubulações.

Um tanque vai ser pintado, externamente, por meio de pistola, com determinado esquema de pintura. Esse esquema de pintura vai utilizar uma tinta de fundo e uma tinta de acabamento. O preparo da superfície vai ser feito por jateamento abrasivo até o grau Sa 2 ½. A tinta de fundo é a epóxi-fosfato de zinco de alta espessura e vai ser aplicada em uma demão, com 100 µm de espessura mínima de película seca. A tinta de alumínio fenólica vai ser aplicada no acabamento em duas demãos, com 25 µm por demão de espessura mínima de película seca. O intervalo entre as demãos deve ser de, no mínimo, 16 horas e, no máximo, 48 horas para a tinta de fundo e de, no mínimo, 16 horas e, no máximo, 72 horas para a tinta de acabamento. Nesse contexto, julgue os itens que se seguem.

171 O grau Sa 2 ½ da norma sueca SIS 05 59 00 significa que a superfície metálica deve ser limpa até o metal cinza, isto é, até um jateamento comercial.

172 Se a espessura da película de tinta for de 0,2 mm, o serviço de pintura poderá ser aceito pela fiscalização.

| diâmetro nominal (polegadas) | temperatura de operação da tubulação (°C) | | |
|------------------------------|---|-----|-----|
| | 175 | 200 | 250 |
| 8 | 51 | 51 | 63 |
| 10 | 51 | 63 | 63 |
| 12 | 63 | 63 | 76 |

Considerando a tabela acima, reproduzida de norma da PETROBRAS, em que se fornece a espessura do isolamento térmico de tubulações, em milímetros, para o material isolante hidrossilicato de cálcio, na forma de segmentos pré-moldados, julgue os itens a seguir com relação a materiais isolantes e aos vários tipos, métodos e aplicações de isolamento térmico.

173 Uma tubulação de 10 polegadas que opere à temperatura de 230 °C deve ter isolamento com espessura de 63 mm.

174 O hidrossilicato de cálcio tem alta resistência mecânica à tração e baixa resistência à compressão.

175 Os segmentos de hidrossilicato de cálcio devem ser amarrados com arame preto em espaçamentos de 1 m.