

CONCURSO PÚBLICO

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO
E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO)

CADERNO DE PROVAS PARTE II

PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS
PROVA DISCURSIVA

CARGO

21 PESQUISADOR-TECNOLOGISTA
EM METROLOGIA E QUALIDADE

ÁREA:

ENGENHARIA ELETRÔNICA

ATENÇÃO!

Leia atentamente as instruções constantes na capa da Parte I do seu caderno de provas.

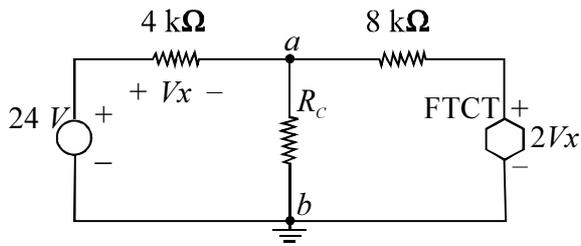
- 1 Nesta parte II do seu caderno de provas, confira atentamente os seus dados pessoais e os dados identificadores de seu cargo transcritos acima com o que está registrado em sua **folha de respostas** e na capa de seu **caderno de texto definitivo da prova discursiva**. Confira também o seu nome e o nome do seu cargo no rodapé de cada página numerada desta parte II de seu caderno de provas. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito, ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou aos dados identificadores de seu cargo, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da **folha de respostas**, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:

O maior castigo do mal praticado é tê-lo praticado.

OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet — www.cespe.unb.br.
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS



O circuito ilustrado acima, constituído de uma fonte de tensão controlada por tensão (FTCT), é utilizado na alimentação da carga R_C . Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- 41 Removendo-se a carga R_C , e conectando-se uma fonte de tensão CC de 20 V entre os terminais a e b , a resistência de entrada R_{in} vista por essa fonte será $R_{in} = 40 \text{ k}\Omega$.
- 42 Removendo-se a carga R_C , a resistência entre os terminais a e b (R_{ab}) é igual à própria resistência equivalente de Thévenin (R_{th}) entre os terminais a e b .
- 43 A potência máxima (P_{max}) que o circuito pode fornecer à carga R_C é $P_{max} = 57,6 \text{ mW}$.

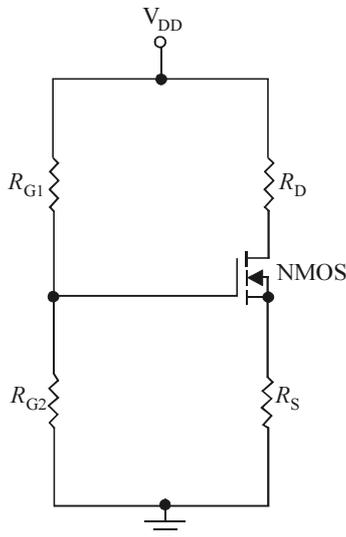
A análise por meio da transformada de Laplace, aplicada a um circuito elétrico linear, levou a uma função de transferência $H(s)$ descrita por

$$H(s) = \frac{5}{(s^2 + 4s + 5)(s^2 + 1)(s^2 + 1)(s^2 + 3s)}$$

A partir dessa informação, julgue os itens que se seguem.

- 47 O circuito possui oito polos, dos quais seis são distintos, situados no semiplano esquerdo ou no eixo $j\omega$ do plano de frequências complexas s ($s = \sigma + j\omega$).
- 48 A localização dos polos de $H(s)$ revela que o circuito é estável, ou seja, apresenta resposta limitada no domínio do tempo.

RASCUNHO



O circuito acima ilustra um esquema clássico de polarização utilizado em projetos de amplificadores discretos com MOSFET. Com respeito aos diferentes resistores empregados no circuito, julgue os próximos itens.

- 44 Os resistores R_{G1} e R_{G2} conectados à porta são selecionados com valores relativamente baixos (na faixa de poucas dezenas de $\text{k}\Omega$), garantindo, assim, que o circuito amplificador não carregue a fonte de sinal.
- 45 O resistor de carga R_D deve ser selecionado com o maior valor possível para que se obtenha, simultaneamente, alto ganho de tensão e boa excursão de sinal no dreno sem que o transistor NMOS saia do modo de operação na região de saturação.
- 46 O resistor de autopolarização R_S é utilizado para estabilização da corrente de dreno através de realimentação negativa. Quanto maior a possibilidade de variação da corrente de dreno durante operação do amplificador, menor o valor selecionado para R_S .

A nomenclatura metrológica moderna define calibração de um equipamento de medição como o processo pelo qual as leituras do equipamento sob análise são comparadas com os valores gerados pela unidade de medição padrão. Ajuste de um equipamento de medição, por sua vez, é definido como o processo de manutenção do equipamento que tenha apresentado erro significativo durante a calibração. Assim, os termos calibração e ajuste, no sentido moderno, substituem, respectivamente, os antigos termos aferição e calibração, em uso até 1995. Com base nessas informações, julgue os itens subsequentes.

- 49** Um equipamento de medição preciso é, necessariamente, um equipamento de medição exato. Portanto, a calibração permite que o equipamento seja simultaneamente preciso e exato.
- 50** O certificado de calibração, emitido para um determinado equipamento de medição, atestará que o equipamento está plenamente apto para utilização imediata, comprovando que o erro total (erro sistemático e incerteza de medição) observado durante a calibração será inferior ao erro máximo admissível especificado para o equipamento.
- 51** A calibração de um sistema eletrônico de medição contendo múltiplos canais requer que todos os canais sejam individualmente calibrados.
- 52** Quando existirem diversos equipamentos envolvidos em um processo de medição, constituindo assim uma malha de medição, o procedimento ideal será calibrar toda a malha de uma única vez, ao invés de calibrar individualmente os equipamentos da malha.
- 53** Considere que um instrumento foi projetado como sensor de deslocamentos. Dentro de sua faixa dinâmica de operação, compreendida entre 0 e 0,2 μm , a tensão de saída (designada por v , em unidade de volts, V) guarda relação linear com o deslocamento medido (designado por d , em unidade de metros por segundo, m/s). Quando um deslocamento $d = 100$ nm é medido pelo instrumento, a tensão de saída correspondente é $v = 25$ mV. Nessa situação, a curva de calibração do instrumento será dada por $d(v) = 4 \times 10^{-12}v$ [m/V], determinando um deslocamento de 240 nm para uma tensão de saída de 60 mV.

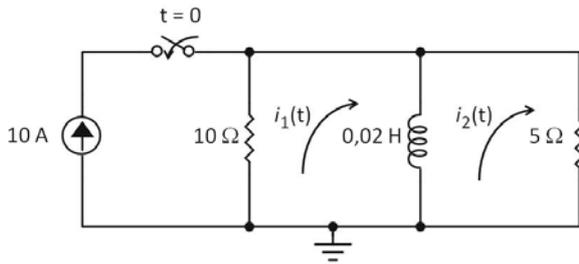
Quando excitado por um impulso unitário, um sistema eletrônico linear exhibe, em sua saída, uma resposta no domínio do tempo caracterizada por $y(t) = (e^{-t} + 3e^{-5t}) u(t)$, onde $u(t)$ é um degrau unitário. Considerando essas informações, julgue os seguintes itens.

- 54** O sistema em questão possui duas constantes de tempo:

$$\tau_1 = 1[\text{s}] \text{ e } \tau_2 = 5[\text{s}].$$

- 55** A função de transferência $H(s)$ do sistema considerado tem dois polos reais, $p_1 = -1$ e $p_2 = -5$, e um zero real, $z_1 = 2$.
- 56** A expressão que descreve a saída do sistema em apreço, no domínio do tempo, para uma excitação do tipo de grau unitário (i.e., $x(t) = u(t)$), é da forma $y(t) = (1,6 - e^{-t} - 0,6e^{-5t}) u(t)$.

RASCUNHO



Após fechamento da chave no circuito acima, que ocorre no instante $t = 0$, a aplicação da transformada de Laplace ao circuito resulta nas seguintes correntes de malha:

$$I_1(s) = 6,67 \frac{s + 250}{s(s + 166,7)} \text{ e } I_2(s) = 6,67 \frac{1}{s + 166,7}.$$

A respeito dessas informações, julgue os seguintes itens.

- 57** Imediatamente após o fechamento da chave, o valor da corrente $i_2(t)$ será de aproximadamente 40 mA.
- 58** Quando o circuito atinge o estado de regime permanente, o valor da corrente $i_1(t)$ é igual a 10 A.
- 59** Transcorrido um período dez vezes superior à constante de tempo do circuito, a potência suprida pela fonte de corrente será aproximadamente nula.

Com relação à manipulação de dados experimentais, julgue os itens que se seguem.

- 60** Considerando que os valores de resistência de dois resistores R_{AB} e R_{BC} sejam medidos de forma independente, utilizando-se técnicas e instrumentos distintos, resultando em $R_{AB} = 1,25 \pm 0,06 \text{ k}\Omega$ e $R_{BC} = 4,87 \pm 0,08 \text{ k}\Omega$, a resistência equivalente da associação série entre os dois resistores será $R_S = 6,12 \pm 0,10 \text{ k}\Omega$.
- 61** Considerando que uma grandeza X (unidade arbitrária [u.a.]) seja determinada como o produto dos valores médios de duas medições (A e B), ou seja, $X = A \times B$, é correto afirmar que se $A = 3,57$ e $B = 2,3$, o valor correto de X , em termos de algarismos significativos, será de $X = 8,211$ [u.a.].
- 62** Considerando que um experimento foi elaborado para determinação do parâmetro f (unidade arbitrária [u.a.]), definido como $f = (A \times B)/(C \times D)$, onde A , B , C e D são dados independentes (não correlacionados) e que as medições revelaram $A = 14,99 \pm 0,01$, $B = 3,56 \pm 0,09$, $C = 10,1 \pm 0,5$ e $D = 1,000 \pm 0,006$, resultando em $f = 5,28 \pm 0,02$ [u.a.], é correto afirmar que o erro limite no cálculo de f será determinado pelo dado C .

Sinais eletrônicos constituem um meio eficiente para a disseminação de informação. Experiências em análise e processamento de sinais, conduzidas nos domínios complementares do tempo e da frequência, são relevantes em metrologia e qualidade. Com base nos diferentes aspectos envolvendo sinais eletrônicos, julgue os itens a seguir.

63 Considere a seguinte situação hipotética.

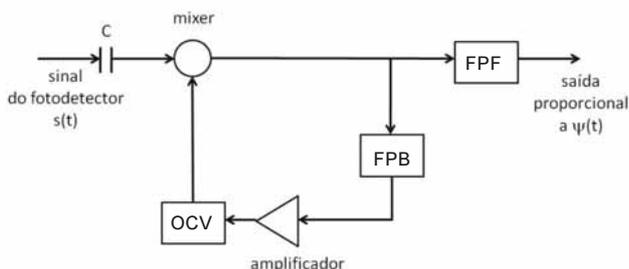
A saída de um canal de transmissão é acoplada a um analisador de espectros para análise de dois sinais. O espectro do primeiro sinal recebido caracteriza-se por ser contínuo e largo, estendendo-se de 0 a centenas de megahertz, sendo finalmente mascarado por ruído, e o espectro do segundo sinal recebido é discreto e possui faixas em 0 e em frequências múltiplas de f_0 .

Nessa situação, é correto afirmar que o primeiro sinal é um pulso curto e o segundo sinal é periódico (período $T_0 = 1/f_0$) com valor médio nulo.

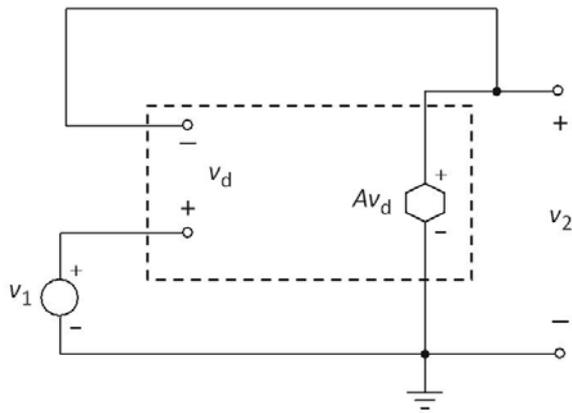
64 Considere que um sinal de baixa amplitude seja observado em um osciloscópio digital de alta sensibilidade e que o processamento do sinal seja comprometido pelo baixo valor da relação sinal-ruído (RSR), que é de aproximadamente 5 dB. No caso de ruído predominantemente branco, um procedimento eficiente para maximização da RSR seria tomar a média (*averaging*) do sinal para um número suficientemente alto de aquisições.

65 Considere a seguinte situação hipotética.

Um feixe óptico, modulado em fase, é guiado por uma fibra óptica e convertido em sinal de corrente por um fotodetector de lei quadrática acoplado a um osciloscópio. Observa-se que o sinal é uma senoide de amplitude V_p e frequência igual a 40 MHz, superposta a um sinal de nível CC, podendo ser representado pela expressão $s(t) = A + V_p \cos[2\pi \times 40 \times 10^6 t + \psi(t) + \Phi(t)]$, onde $\psi(t)$ é a fase que contém a informação, e $\Phi(t)$ é uma fase arbitrária sem interesse. Para se extrair (demodular) a informação contida na fase $\psi(t)$, com conteúdo espectral compreendido entre 3 MHz e 5 MHz e amplitude muito inferior à unidade, emprega-se um esquema PLL (*phase locked loop*), conforme indicado na figura abaixo.



Nessa situação, para demodulação de $\psi(t)$, as especificações do PLL podem ser: frequência do oscilador controlado por voltagem (OCV) igual a 40 MHz; frequência de corte do filtro passa-baixa (FPB) da malha de realimentação igual a 1 kHz; banda passante do filtro passa-faixa (FPF) compreendida entre 1 MHz e 80 MHz.



Um seguidor de tensão (*buffer*) é implementado com um amplificador operacional (ampop) de ganho de malha aberta A e impedância de entrada infinita, conforme esquema mostrado na figura acima. Observa-se que, nesse circuito, a malha é fechada por meio de um curto-circuito entre a saída v_2 e a entrada inversora ($-$) do amp op. A partir dessas informações, julgue os itens que se seguem.

66 O ganho do *buffer* (ganho de malha fechada G) relaciona-se com o ganho de malha aberta A do amp op de acordo com a expressão

$$G = \frac{A}{1 + A}.$$

67 Definindo Sensibilidade (S) como a razão da mudança percentual produzida no ganho G do *buffer* pela mudança percentual no ganho de malha aberta A do amp op, tem-se que esse valor é dado por $S = \frac{1}{1 - A}$.

68 Utilizando-se o mesmo amp op, mas mudando a configuração de *buffer* para amplificador não inversor (R_1 é a resistência conectada à porta inversora, e R_2 é a resistência da malha de realimentação), então o ganho G do amplificador não inversor, em função do ganho de malha aberta A do amp op, será dado por $G = \frac{1}{\left(\frac{1}{A} + \frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)}$.

Um sistema de aquisição de dados é projetado com uma placa analógica-digital (A/D) de canal simples. Essa placa possui 12 *bits* de resolução (para um sinal analógico na faixa de 0 a $\Delta = +15\text{ V}$) e taxa de amostragem de 100 *Msamples/s*. Representando o valor da amostra digitalizada pela expressão

$$D = b_{11}2^{11} + b_{10}2^{10} + b_92^9 + \dots + b_12^1 + b_02^0,$$

onde $b_{11}, b_{10}, b_9, \dots, b_1, b_0$ são os 12 bits de conversão.

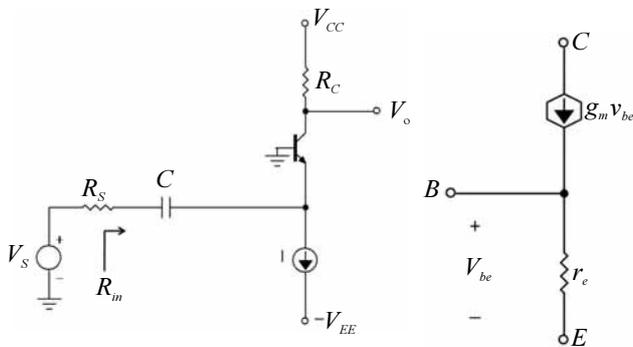
Considerando essas informações, julgue os seguintes itens.

69 A resolução de conversão (em volts) da placa A/D corresponderá a $\Delta = 15/(2^{12} - 1)\text{ V}$, cuja representação em número binário será de 000000000001.

70 Para que não haja distorção na forma de onda do sinal digitalizado, é necessário que a frequência do componente de menor frequência do sinal analógico seja, no máximo, igual a 100 MHz.

71 Considerando o desenvolvimento recente dos processos de produção de circuitos eletrônicos, atualmente não há mais diferença substancial nos preços de conversores A/D e D/A de alta complexidade (alta resolução e alta taxa de amostragem) e de baixa complexidade (baixa resolução e baixa taxa de amostragem). Sendo esse o motivo principal pelo qual os conversores de alta complexidade praticamente eliminaram os de baixa complexidade do mercado.

RASCUNHO



A figura acima ilustra um amplificador transistorizado na configuração base comum (esquerda) e um modelo do TBJ para pequenos sinais e baixas frequências (direita). O amplificador é polarizado com as fontes de tensão V_{CC} e de corrente I , sendo ambas muito bem estabilizadas. A fonte de sinal de entrada V_s tem resistência interna R_s e é conectada ao circuito amplificador por meio do capacitor C , de acoplamento CA . O sinal de saída V_o é obtido no terminal de coletor do TBJ. Com base nessas informações, julgue os próximos itens.

- 72 Para operação normal do amplificador, a tensão CC no terminal de emissor do TBJ deverá ser de aproximadamente $-0,7 V$. Além disso, a tensão CC no terminal de coletor do TBJ, que depende dos valores de V_{CC} , R_C e I , deverá ser mantida acima de zero.
- 73 Os parâmetros do modelo para pequenos sinais, g_m e r_e , são constantes para um determinado TBJ e dependentes exclusivamente das características físicas e geométricas do transistor, definidas durante o processo de fabricação.
- 74 A resistência de entrada R_{in} vista pela fonte de sinal é simplesmente $R_{in} = r_e$. Como o valor de r_e é tipicamente pequeno, a configuração base comum é bastante adequada para fins de amplificação de tensão.
- 75 Para um valor de R_s bem maior do que o de r_e , o ganho de tensão G é dado pela expressão aproximada $G = g_m r_e \left(\frac{R_C}{R_s} \right)$ indicando que o ganho é dependente da resistência da fonte do sinal de entrada e que o sinal de saída V_o conserva a mesma fase do sinal de entrada V_s .

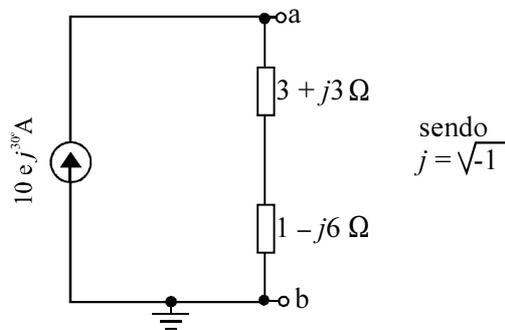
RASCUNHO

A respeito das características de um amplificador operacional prático (não ideal), julgue os itens que se seguem.

- 76 Quando as entradas inversora e não inversora são simultaneamente aterradas, a tensão de saída do amplificador operacional não é necessariamente nula. Esse fenômeno deve-se exclusivamente à tensão de *offset* (desequilíbrio) presente no estágio diferencial da entrada interna de um amplificador operacional.
- 77 Tipicamente, um amplificador operacional compensado internamente, ou seja, com um capacitor interno para garantir a estabilização da resposta, possui comportamento em frequência do tipo passa-baixas de primeira ordem. Esse é o motivo pelo qual o ganho de malha aberta decai com a frequência em uma razão de -20 dB por década.
- 78 Faixa de passagem a plena potência é a frequência na qual uma saída senoidal, com amplitude igual à tensão de saída nominal do amplificador operacional, começa a mostrar distorção devido à limitação de *slew-rate* (taxa de inclinação).
- 79 A razão de rejeição de modo comum (RRMC), que quantifica a capacidade do amplificador operacional de ignorar qualquer sinal comum acoplado às entradas inversora e não inversora, é bastante elevada. Valores típicos estão na faixa de 10 a 40 (ou, na escala de decibéis, na faixa de 20 a 32 dB).

Ondas eletromagnéticas desempenham um papel crucial na tecnologia moderna. Com respeito às características dessas ondas e dos guias que possibilitam o controle de seus modos e direções de propagação, julgue os itens a seguir.

- 80 Ondas eletromagnéticas transversais do tipo TEM, TE e TM são aquelas em que as componentes do campo elétrico e do campo magnético são todas perpendiculares à direção de propagação da onda. A diferença entre esses modos de propagação está na intensidade relativa entre os componentes de campo.
- 81 Diferentes tipos de estruturas podem ser utilizados para guiagem de ondas eletromagnéticas em uma determinada direção. Linhas de transmissão, constituídas de dois condutores separados por dielétrico, são apropriadas para guiagem de ondas planas na faixa de megahertz. Guias metálicos ocos, com seção transversal circular ou retangular, são adequados para guiagem de ondas na faixa de gigahertz (micro-ondas).
- 82 Para que determinado modo seja transmitido por um guia de ondas, é necessário que a frequência de operação desse modo seja superior à sua frequência de corte. Por essa razão, o modo dominante de qualquer guia de ondas é aquele que exibe a menor frequência de corte. Na situação específica de guias retangulares, a frequência de corte de um dado modo depende da velocidade de propagação da onda eletromagnética no vácuo e das três dimensões geométricas do guia (altura, largura e comprimento).



O circuito ilustrado acima, projetado para alimentação de cargas reativas conectadas aos terminais a e b, é constituído pela conexão paralela entre um gerador de corrente senoidal e uma impedância. O gerador de corrente é especificado com 10 [A] de amplitude, 30 graus de fase e 1.000 rad/s de frequência angular. A impedância do circuito, por sua vez, é implementada com dois resistores, um indutor e um capacitor. Com base nessas informações, julgue os seguintes itens.

- 83 A impedância do circuito pode ser implementada por meio da associação série entre um resistor de 1 Ω , um indutor de 1/6 mH, um resistor de 3 Ω e um capacitor de 3 mF.
- 84 A admitância equivalente do circuito, em notação polar, possui amplitude e fase iguais a 0,2 [S] e arctan (3/4) graus, respectivamente.
- 85 A tensão sobre a fonte de corrente, em regime permanente senoidal, é dada por um fasor com amplitude e fase iguais a 50 [V] e (30 - arctan (3/4)) graus, respectivamente.
- 86 A máxima transferência de potência da fonte para uma carga conectada aos terminais a e b é assegurada quando uma carga reativa com componente resistiva de 4 Ω e componente reativa de 3 Ω é conectada em paralelo com a impedância do circuito.

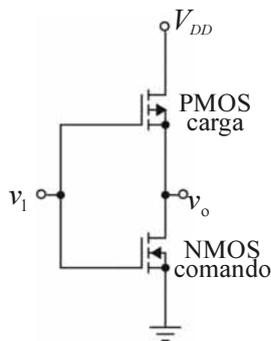
Julgue os itens a seguir, referentes às características de materiais isolantes, condutores e semicondutores.

- 87 Uma importante aplicação do efeito Hall é a determinação precisa da concentração de portadores de carga (**p** ou **n**) em materiais semicondutores. De fato, a concentração de portadores em uma barra semicondutora é diretamente proporcional à tensão Hall medida.
- 88 O parâmetro tensão térmica (V_T) é de fundamental importância na determinação da relação corrente *versus* tensão em dispositivos semicondutores de junção, como diodos e transistores bipolares. Esse parâmetro é diretamente proporcional ao produto constante de Boltzmann \times temperatura absoluta e inversamente proporcional ao valor absoluto da carga do elétron. Na temperatura ambiente, ou seja, em torno de 25 $^\circ\text{C}$, a tensão térmica é de aproximadamente 25 mV.
- 89 Considerando que uma barra de material metálico possui comprimento de 4 mm, área de seção transversal de 10^{-6} cm^2 , e resistividade de 2×10^{-8} $\Omega \cdot \text{m}$, então a sua condutância é igual a 1,25 S.
- 90 Materiais isolantes, cuja banda de valência cheia é separada da banda de condução vazia por um *gap* de energia maior do que o dos materiais condutores e semicondutores, são utilizados na fabricação de capacitores. Para capacitores de placas paralelas de área *A* separadas pela distância *d*, quanto maior a constante dielétrica do isolante, menor será a capacitância.

Um entendimento geral acerca dos ruídos e erros que podem ocorrer em um processo de medição, assim como a leitura cuidadosa das especificações do instrumento utilizado, são de fundamental importância para obtenção de resultados confiáveis. Nesse contexto, julgue os itens que se seguem.

- 91 O limite fundamental de medições elétricas é o ruído Johnson (ou ruído térmico) originado nas resistências internas de fontes de corrente e de tensão. Por sua natureza incoerente, uma das possibilidades para minimizar o ruído Johnson é ampliar a largura de faixa do sistema de medição.
- 92 A operação de média (*averaging*), quando aplicada a um número suficientemente grande de medições sujeitas ao erro randômico (aleatório) e ao erro sistemático, oferece o valor verdadeiro da grandeza medida.
- 93 Considerando que uma tensão de valor exato $V_p = 1,5$ V seja aplicada à entrada de um voltímetro ajustado na escala de 2 V e que esse instrumento seja especificado com a exatidão (acurácia) de $\pm(25 \text{ ppm da leitura} + 5 \text{ ppm da escala})$, então o erro associado à medição da tensão V_p será de $47,5 \times 10^{-6}$ V, e o sinal medido estará na faixa de $1,5 \text{ V} \pm 47,5 \mu\text{V}$.
- 94 A resolução do mostrador digital de um multímetro depende do número total de contagens que podem ser visualizadas, sendo definida como a razão entre a menor e a maior contagens. Assim, para um multímetro de mostrador digital do tipo quatro dígitos e meio, ou seja, quatro dígitos que podem variar de 0 a 9, mais um dígito que pode assumir os valores 0 ou ± 1 , a resolução será de 0,005%.

RASCUNHO



O circuito digital ilustrado acima, desenvolvido em tecnologia CMOS, é constituído de dois transistores MOSFET tipo enriquecimento casados. O circuito é polarizado com uma fonte CC de valor nominal V_{DD} (superior ao valor absoluto das tensões de limiar dos transistores), e os terminais de entrada e de saída são designados por v_i e v_o , respectivamente. Acerca dessas informações, julgue os itens a seguir.

- 95** Por transistores casados, entende-se que o valor absoluto da tensão de limiar e a razão de aspecto (razão entre a largura e o comprimento do canal) desses transistores são idênticos. Uma das consequências imediatas do casamento entre transistores é que o efeito de corpo não deve ser considerado, resultando em simplicidade de projeto.
- 96** Aterrando o terminal de entrada ($v_i = 0$), o transistor de carga proporcionará um caminho de alta condutância entre a fonte de polarização e o terminal de saída, enquanto que o transistor de comando proporcionará um caminho de baixa condutância entre o aterramento do circuito e o terminal de saída.
- 97** Considere que o terminal de entrada tenha sido alimentado com uma tensão de valor próximo a V_{DD} , e uma carga capacitiva conectada à saída terá sua tensão modificada para o valor V_{DD} . Nessa situação, o transistor de carga será convenientemente denominado de dispositivo levantador (*pull up*).
- 98** Variando-se continuamente a tensão de entrada de 0 a V_{DD} , nota-se que a tensão de saída varia continuamente de V_{DD} a 0. Como ambos os transistores são forçados a operar exclusivamente no modo de saturação, a característica de transferência de tensão do circuito (curva que relaciona a tensão de saída com a tensão de entrada) será linear e apropriada para aplicações de inversão lógica.

Com relação às legislações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), julgue os itens subsequentes.

- 99** A Lei n.º 9.991, que dispõe acerca da realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências, estabelece, em seu artigo segundo, que as concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 1% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, excluindo-se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada, observando que para as instituições de pesquisa e de desenvolvimento receberem os recursos estabelecidos pela Lei n.º 9.991, é necessário que essas instituições sejam nacionais e cadastradas no Ministério da Fazenda, responsável pelo repasse das verbas.

- 100** Com respeito às orientações para seleção de laboratórios de ensaios para fins de certificação, constante na legislação da ANATEL, os ensaios a que será submetida a amostra do produto deverão ser realizados, preferencialmente, por laboratório de terceira parte, escolhido pelo interessado junto ao Organismo de Certificação Designado contratado, entre aqueles credenciados pelo INMETRO ou reconhecidos por meio de Acordo de Reconhecimento Mútuo, segundo os regulamentos editados ou as normas adotadas pela ANATEL. No caso de impossibilidade de contratação de um laboratório nacional conforme estipulado na legislação, o interessado poderá valer-se de outros laboratórios nacionais desde que determinada ordem de prioridade seja observada. Inexistindo laboratórios que atendam a essa ordem de prioridade, o Organismo de Certificação Designado poderá aceitar laboratórios de ensaios estrangeiros, desde que credenciados pelo organismo credenciador oficial (e membro do ILAC) do país de origem.



Um circuito linear é modelado por um quadripolo, como mostrado na figura acima, com os seguintes parâmetros de impedância: $z_{11} = 10 \Omega$, $z_{12} = z_{21} = 5 \Omega$ e $z_{22} = 4 \Omega$. Com base nessas informações, julgue os itens seguintes.

- 101** Considerando que uma fonte de tensão de 20 V seja conectada aos terminais a e b (polaridade em a maior do que a polaridade em b), e que uma carga de 1Ω seja conectada entre os terminais c e d , então a corrente que flui pela fonte de tensão será igual a 5 A.
- 102** Considerando que uma fonte de corrente de 5 A seja conectada aos terminais a e b (polaridade em a maior do que a polaridade em b), e mantendo-se os terminais c e d em aberto, então a diferença de potencial entre os terminais c e d (V_{cd}), e entre os terminais a e b (V_{ab}), será de 25 V e 50 V, respectivamente.
- 103** Considerando a conexão de uma fonte de tensão de 30 V entre os terminais a e b (polaridade em a maior do que a polaridade em b), então a resistência de Norton vista pelos terminais c e d do quadripolo será igual a $1,5 \Omega$.

RASCUNHO

Com respeito ao sistema internacional de unidades (SI), julgue os seguintes itens.

- 104** O SI é construído a partir de seis unidades básicas: metro, quilograma, segundo, *ampère*, Kelvin e candela. Como exemplo de unidades derivadas, pode-se citar o *volt* (unidade de tensão elétrica, também chamada de voltagem ou diferença de potencial) que é definida como a razão entre a unidade de trabalho (*joule*) e a unidade de carga (*coulomb*).
- 105** O SI incorpora o sistema decimal para relacionar unidades maiores ou menores que as unidades básicas, utilizando prefixos correspondentes às várias potências de dez. Os seguintes prefixos são dispostos em ordem decrescente de potências: tera (T), giga (G), mega (M), pico (p), atto (a) e femto (f), correspondendo, respectivamente, a 10^{12} , 10^9 , 10^6 , 10^{-12} , 10^{-15} e 10^{-18} .

Um circuito lógico digital é projetado para gerar a função booleana:

$$f(A,B,C) = \bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC$$

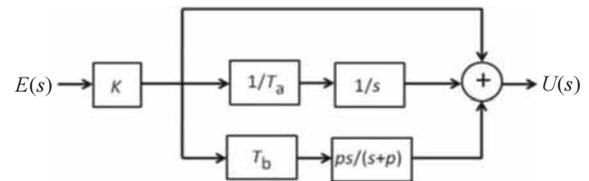
Considerando essas informações, julgue os próximos itens.

- 106** A tabela verdade do circuito lógico possui a seguinte estrutura.

A	B	C	f(A,B,C)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

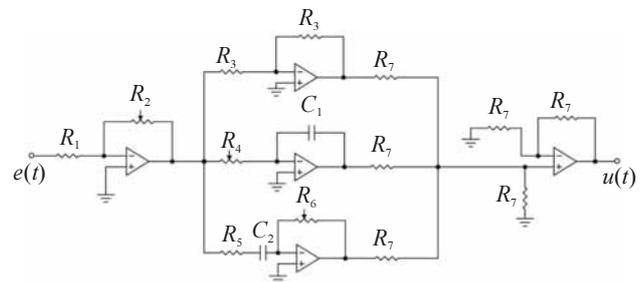
- 107** Em termos de utilização mínima do número de portas lógicas básicas, a implementação ótima do circuito requer duas portas inversoras (NOT), duas portas OR (porta OU) de três entradas e três portas AND (porta E) de três entradas.

Controladores Proporcional-Integral-Derivativo (PID), embora possuam estrutura relativamente simples, demonstram ser satisfatórios para o controle de grande variedade de processos. O controlador PID é capaz de eliminar erros de regime permanente (ação integral), antecipar o comportamento do processo (ação derivativa) e reagir ao erro presente, conferindo ao sistema de controle uma reação rápida à ação de perturbações ou variações de referência de magnitudes significativas (ação proporcional). O diagrama em blocos de um controlador PID convencional é apresentado a seguir.



Com base nessas informações, julgue os itens subsequentes.

- 108** A função de transferência do controlador PID é dada pela expressão, $H(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K \left[1 + \frac{1}{T_d s} + T_b \frac{ps}{s+p} \right]$, onde K é o ganho, T_a e T_b são as constantes de tempo integral e derivativo, respectivamente, e p é um pólo para limitação de ganho em altas frequências.
- 109** Uma possível realização do diagrama de blocos é dada pelo circuito abaixo, utilizando amplificadores operacionais, resistores, potenciômetros e capacitores. O ganho, a constante de tempo integral, a constante de tempo derivativo e o pólo são dados por $K = R_2/R_1$, $T_i = C_1 R_4$, $T_d = C_2 R_6$ e $p = C_2 R_5$, respectivamente.



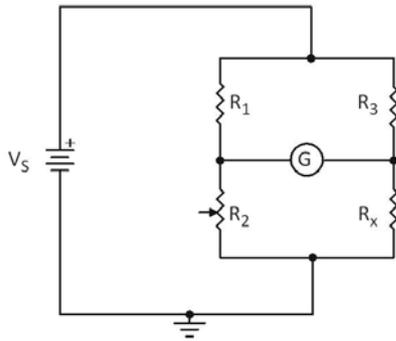
RASCUNHO

Com relação às características e aplicações de materiais magnéticos, julgue os seguintes itens.

- 110** Transformadores são elementos de circuito extremamente importantes, empregando, tipicamente, um núcleo de ferrita para acoplar fluxo magnético entre as bobinas do primário (entrada) e secundário (saída). Além de proporcionar bom isolamento elétrico para a fonte CA de alimentação, a tensão CA na saída pode ser amplificada por meio da relação de número de espiras entre as bobinas do primário e do secundário do transformador. Assim, para que o valor rms da tensão de saída do transformador seja cinco vezes o valor da tensão rms de entrada, a razão N entre o número de espiras da bobina do primário e número de espiras da bobina do secundário deve ser $N = 5$.
- 111** Em circuitos magnéticos, a resistência ao fluxo magnético é chamada de relutância R . De forma semelhante à lei de Ohm para circuitos elétricos, a fórmula de Rowland estabelece que a relutância é a razão entre a força magnetomotriz e o fluxo magnético. Para um elemento de circuito magnético de comprimento l , área de seção transversal A e permeabilidade magnética μ , a relutância correspondente R é diretamente proporcional ao comprimento l e inversamente proporcional à área A .
- 112** Materiais ferromagnéticos típicos são compostos de ferro e de ligas de ferro com outros metais (por exemplo, cobalto, tungstênio, níquel e alumínio). Esses materiais são compostos por grande número de domínios, ou seja, regiões nas quais os momentos magnéticos de todos os átomos estão em paralelo, originando um momento magnético resultante naquele domínio.

Osciladores eletrônicos representam uma classe importante de circuitos, a exemplo de amplificadores e portas lógicas. Com relação às características de circuitos osciladores, julgue os itens a seguir.

- 113** Para manter oscilações senoidais com amplitude constante, o circuito oscilador deve possuir, em regime permanente, um par de polos complexos conjugados situados no eixo imaginário ($j\omega$) do plano complexo ($s = \sigma + j\omega$). Na prática, um amplificador operacional com realimentação positiva pode ser utilizado na implementação de um circuito oscilador.
- 114** Um oscilador pode empregar um elemento ressonante (por exemplo, cristal) ou um circuito também ressonante para estabelecimento de sua frequência de operação. Na situação específica da utilização de um circuito ressonante LC paralelo, com $L = 1$ mH e $C = 10$ pF, a frequência de operação do oscilador é $f_0 = 10$ MHz.

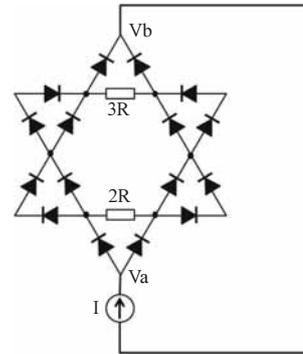


A ponte de Wheatstone é um instrumento apropriado para medição de resistências, impedâncias, capacitâncias, indutâncias e outras grandezas. A configuração da ponte de Wheatstone para medição de resistências é mostrada acima. Nessa configuração, V_s é uma fonte de tensão conhecida, G é um galvanômetro, e R_1 (valor constante), R_2 (valor ajustável) e R_3 (valor constante) são resistências conhecidas. A resistência R_x é desconhecida e pode ser determinada pela ponte. Acerca dessas informações, julgue os itens a seguir.

- 115 A ponte de Wheatstone está balanceada quando a leitura da corrente pelo galvanômetro e a diferença de potencial entre seus terminais são ambas nulas. Essa situação pode ser obtida por meio do ajuste de R_2 .
- 116 Com os valores $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$ e $R_3 = 500 \Omega$, e $R_x = 40 \Omega$, a ponte estará balanceada.

Com respeito às características de antenas básicas, julgue os itens subsequentes.

- 117 A resistência de irradiação de uma antena é definida como a resistência de um resistor hipotético que dissiparia a mesma potência irradiada pela antena quando alimentado pela mesma corrente. Para determinada antena dipolo, quanto menor o comprimento da onda irradiada, maior a resistência de irradiação.
- 118 Uma antena monopolo quarto de onda é alimentada, em sua base, por uma fonte de corrente $i(t) = I_M \cos(2\pi \times 100 \times 10^6 t + \theta)$. Para irradiação eficiente, o comprimento do monopolo é igual a 75 cm.



O circuito acima, alimentado por uma fonte de corrente de valor nominal I , é constituído de uma rede de diodos idênticos. Em condução, os diodos podem ser modelados como uma bateria V_{DO} em série com uma resistência r . Considerando essas informações, julgue os próximos itens.

- 119 A diferença de potencial entre os terminais da fonte de corrente é $(V_a - V_b) = \frac{14}{3} V_{DO} + \frac{5}{3} rI$.
- 120 A soma das potências dissipadas pelos resistores de resistências $2R$ e $3R$ é $P_R = \frac{5R^2 I^2}{24r}$.

RASCUNHO

PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando os espaços para rascunho indicados no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para o **CADERNO DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, nos locais apropriados, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de **sessenta** linhas será desconsiderado.
- No **caderno de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

Calorímetros são equipamentos de medição utilizados na análise de várias relações de energia. Em experimentos com amostras reduzidas ou com baixas taxas de aquecimento, técnicas microcalorimétricas são normalmente necessárias.

O projeto de microcalorímetros varia consideravelmente, dependendo da aplicação específica, sendo que muitos desses instrumentos são feitos artesanalmente. Durante experimentos com microcalorímetros, o usuário pode estar interessado na medição de pequenas variações de temperatura (por exemplo, da ordem de 0,1 °C), e a aplicação de técnicas de diferença torna-se fundamental para a obtenção de resultados confiáveis.

Considerando que o texto acima tem caráter unicamente motivador, na condição de pesquisador-tecnologista em metrologia e qualidade na área de eletrônica designado para projetar um microcalorímetro de monitoramento da variação de temperatura de reações químicas em soluções utilizadas no tratamento de placas de circuitos, redija um texto dissertativo que detalhe a metodologia e os resultados esperados do projeto. Considere, também, que o calorímetro deve ser exato e de custo acessível. Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ breve descrição do problema, a título de introdução;
- ▶ possíveis transdutores a serem utilizados (pelo menos dois); com base na análise de desempenho, comparando vantagens e desvantagens de cada um, opte pelo transdutor mais apropriado;
- ▶ descrição da técnica de diferença, especificando o número de transdutores utilizados e a localização deles no aparato experimental;
- ▶ dados experimentais a serem medidos e equipamentos eletrônicos necessários;
- ▶ procedimento de calibração (e compensação de *offset*, se necessário) do transdutor;
- ▶ desenvolvimento de um sistema computacional de aquisição de dados, detalhando características da placa de aquisição e do *software* (ou programação) utilizados na visualização da medição;
- ▶ breve conclusão, resumando o projeto.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	
52	
53	
54	
55	
56	
57	
58	
59	
60	

