



CONCURSO

○ PROFESSOR EFETIVO

. CEFET-MG .

2024



DOCENTE EBTT CAMPUS BELO HORIZONTE

EDITAL ESPECÍFICO Nº 10/2024

ETAPA DA PROVA ESCRITA

ENGENHARIA ELÉTRICA

ABRA SOMENTE QUANDO AUTORIZADO

INSTRUÇÕES

1. Confira se as informações sobre a Área do Concurso, o número do Edital e o Campus, que estão descritas na capa deste Caderno de Prova, estão de acordo com os dados do seu comprovante definitivo de inscrição.
2. Inicie a prova lendo as instruções que estão no Caderno de Prova.
3. A ordem de resolução das questões é uma escolha do próprio candidato, porém elas devem ser respondidas na folha definitiva de respostas, obrigatoriamente, na ordem em que constam no Caderno de Prova.
4. **Atenção:** As folhas de rascunho não serão corrigidas pela Banca Examinadora. As folhas definitivas de respostas são os únicos instrumentos que serão avaliados e sob nenhuma hipótese serão substituídas.
5. É proibido assinar e fazer qualquer tipo de marcação no Caderno de Prova, nas folhas definitivas de respostas e nas folhas de rascunho, sob pena de eliminação deste Concurso Público.
6. Responda às questões nas folhas definitivas de respostas fornecidas pelo aplicador.
7. Nenhuma folha deverá ser destacada do Caderno de Prova, das folhas definitivas de respostas ou do rascunho.
8. Não serão fornecidas folhas extras para rascunho ou para responder às questões de prova.
9. O Caderno de Prova, as folhas definitivas de respostas e as folhas de rascunho deverão ser devolvidos juntos para o Aplicador.
10. O tempo regulamentar de prova é de 4:30 (quatro horas e trinta minutos) e será exigido um tempo mínimo de permanência em sala de 1 (uma) hora, para garantir o sigilo da prova.
11. Esta prova contém 11 (onze) questões (07 objetivas e 04 discursivas) e será avaliada em 100,00 (cem pontos).
12. Durante a realização da Prova Escrita, o candidato poderá portar somente: caneta esferográfica de tinta preta ou azul, de corpo transparente.

QUESTÃO 01 (06 pontos)

Sobre os sensores e atuadores associados ao termo Eletreto, é correto afirmar que

- a) é um efeito observado em capacitores cerâmicos e cristais piezoelétricos.
- b) é um efeito observado em resistores de filme metálico como o *strain gauge*.
- c) é caracterizado por uma carga elétrica armazenada na orientação de dipolos elétricos de materiais condutores.
- d) é um efeito observado em ímãs e eletroímãs.
- e) é um efeito paramagnético observado em cristais de carbeto de silício.

QUESTÃO 02 (06 pontos)

Sobre o *strain gauge*, é **INCORRETO** afirmar que:

- a) A variação da resistência de um *strain gauge* independe da temperatura.
- b) O *strain gauge* é um sensor primário com característica inerente resistiva.
- c) O *strain gauge* é usado para medir deformações em estruturas de aço ou concreto.
- d) A variação da resistência do *strain gauge* é diretamente proporcional à variação do comprimento da peça em que ele é afixado.
- e) A variação da resistência do *strain gauge* é proporcional à variação da resistividade do sensor.

QUESTÃO 03 (06 pontos)

Considerando a discretização de uma função de transferência $G(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$, para um intervalo de amostragem h , obtida com a aproximação por integral trapezoidal, é correto afirmar que

- a) $G(z) = \left(\frac{h}{2\tau + h} \right) \frac{1 + z^{-1}}{1 - \left(\frac{2\tau - h}{2\tau + h} \right) z^{-1}}$
- b) $G(z) = \left(\frac{2}{\tau h + 2} \right) \frac{1 + z^{-1}}{1 - \left(\frac{\tau h - 2}{\tau h + 2} \right) z^{-1}}$
- c) $G(z) = \left(\frac{2}{\tau h + 2} \right) \frac{(1 - z^{-1})}{1 + \left(\frac{\tau h - 2}{\tau h + 2} \right) z^{-1}}$
- d) $G(z) = \left(\frac{h}{\tau + h} \right) \frac{1 + z^{-1}}{1 - \left(\frac{\tau - h}{\tau + h} \right) z^{-1}}$
- e) $G(z) = \left(\frac{h}{\tau} \right) \frac{z^{-1}}{1 - \left(1 - \frac{h}{\tau} \right) z^{-1}}$

Considere a Figura 1 para responder as questões (04) e (05).

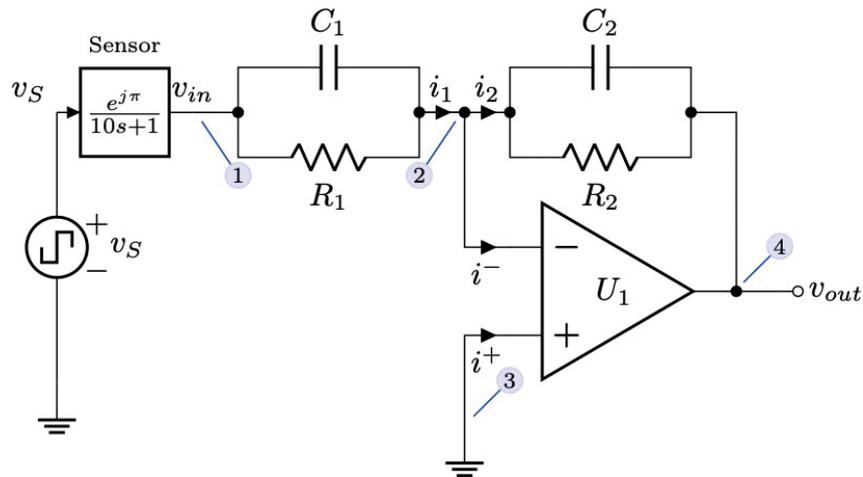


Figura 1: Circuito amplificador compensador de Avanço-Retardo.

QUESTÃO 04 (06 pontos)

Sobre o circuito dessa figura, é correto afirmar que:

- a) $\frac{v_{out}}{v_{in}} = \left(e^{j\pi} \frac{R_2}{R_1} \right) \frac{R_1 C_1 s + 1}{R_2 C_2 s + 1}$
- b) $\frac{v_{out}}{v_{in}} = \left(\frac{R_2}{R_1} \right) \frac{R_1 C_1 s + 1}{R_2 C_2 s + 1}$
- c) $\frac{v_{out}}{v_{in}} = \left(- \frac{R_2}{R_1} \right) \frac{R_2 C_2 s + 1}{R_1 C_1 s + 1}$
- d) $\frac{v_{out}}{v_{in}} = \left(e^{j\pi} \frac{R_1}{R_2} \right) \frac{R_1 C_1 s + 1}{R_2 C_2 s + 1}$
- e) $\frac{v_{out}}{v_{in}} = \left(\frac{R_1}{R_2} \right) \frac{R_2 C_2 s + 1}{R_1 C_1 s + 1}$

QUESTÃO 05 (06 pontos)

O circuito mostrado na Figura 1 é de um sensor analógico compensado. Assumindo que os resistores são iguais, $R_1 = R_2 = 100\text{k}\Omega$, os valores de C_1 e C_2 que implementam um compensador que acelera a resposta do sensor em 10 vezes são

- a) $C_1 = 100\mu\text{F}$ e $C_2 = 10\mu\text{F}$
- b) $C_1 = 10\mu\text{F}$ e $C_2 = 100\mu\text{F}$
- c) $C_1 = 100\text{nF}$ e $C_2 = 10\text{nF}$
- d) $C_1 = 10\text{nF}$ e $C_2 = 100\text{nF}$
- e) $C_1 = 0,10\text{F}$ e $C_2 = 0,010\text{F}$

QUESTÃO 06 (06 pontos)

Considere o problema de LQR escalar com horizonte infinito

$$\min \int_0^{\infty} Q \cdot x(t)^2 + R \cdot u(t)^2 dt$$

$$\text{sujeito a: } \dot{x}(t) = \frac{1}{2}x(t) + u(t).$$

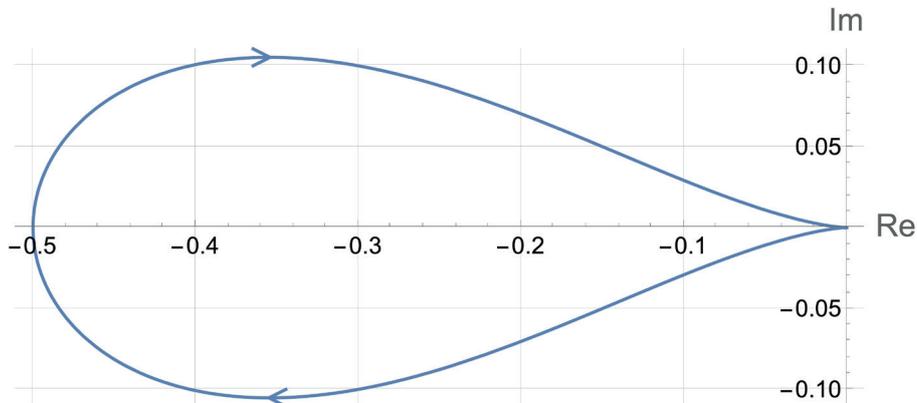
Ao implementar o controlador por realimentação de estados, o engenheiro responsável esqueceu os valores de Q e R . Entretanto, ele considerou que o polo do sistema em malha fechada era $\pi_{CL} = -2$ e que a solução escalar da equação de Riccati algébrica de tempo contínuo (CARE) P era $-1, 0$ e 5 .

Os valores de Q e R , respectivamente, são

- a) $\frac{15}{2}, 2$
- b) $\frac{15}{2}, \frac{1}{2}$
- c) $\frac{5}{2}, 1$
- d) $\frac{5}{2}, 2$
- e) $-\frac{15}{2}, 2$

QUESTÃO 07 (06 pontos)

Considere a planta $P(s)$ de segunda ordem sem zeros com um polo localizado em $s = -1$. O diagrama de Nyquist da planta é mostrado abaixo.

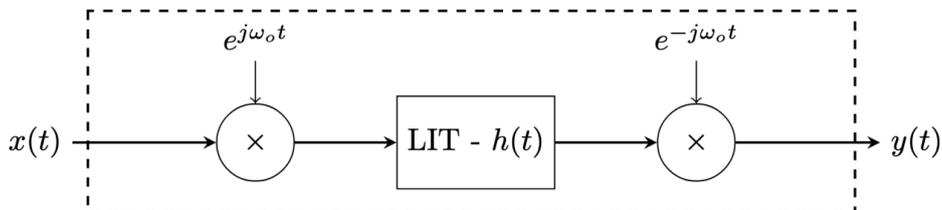


O controlador realizável que leva a um sistema de malha fechada estável é

- a) $C(s) = \frac{80(s+1)}{s+20}$
- b) $C(s) = 3$
- c) $C(s) = \frac{2(s+20)}{s+1}$
- d) $10(s+1)$
- e) $C(s) = \frac{80(s+1)}{s-20}$

QUESTÃO 08 (12 pontos)

O diagrama de blocos abaixo mostra um sistema LIT (Linear Invariante no Tempo), com resposta ao impulso $h(t)$, intercalado entre dois misturadores.



Considerando que o sistema completo vai desde a entrada $x(t)$ até a saída $y(t)$, DETERMINE se o sistema global é linear invariante no tempo e, se for, ANALISE se há uma relação entre a resposta ao impulso do subsistema $h(t)$ e a resposta ao impulso do sistema global.

QUESTÃO 09 (16 pontos)

Analise a Figura 2 – que representa o diagrama de blocos de um sistema de controle digital – para responder os itens a, b, c e d.

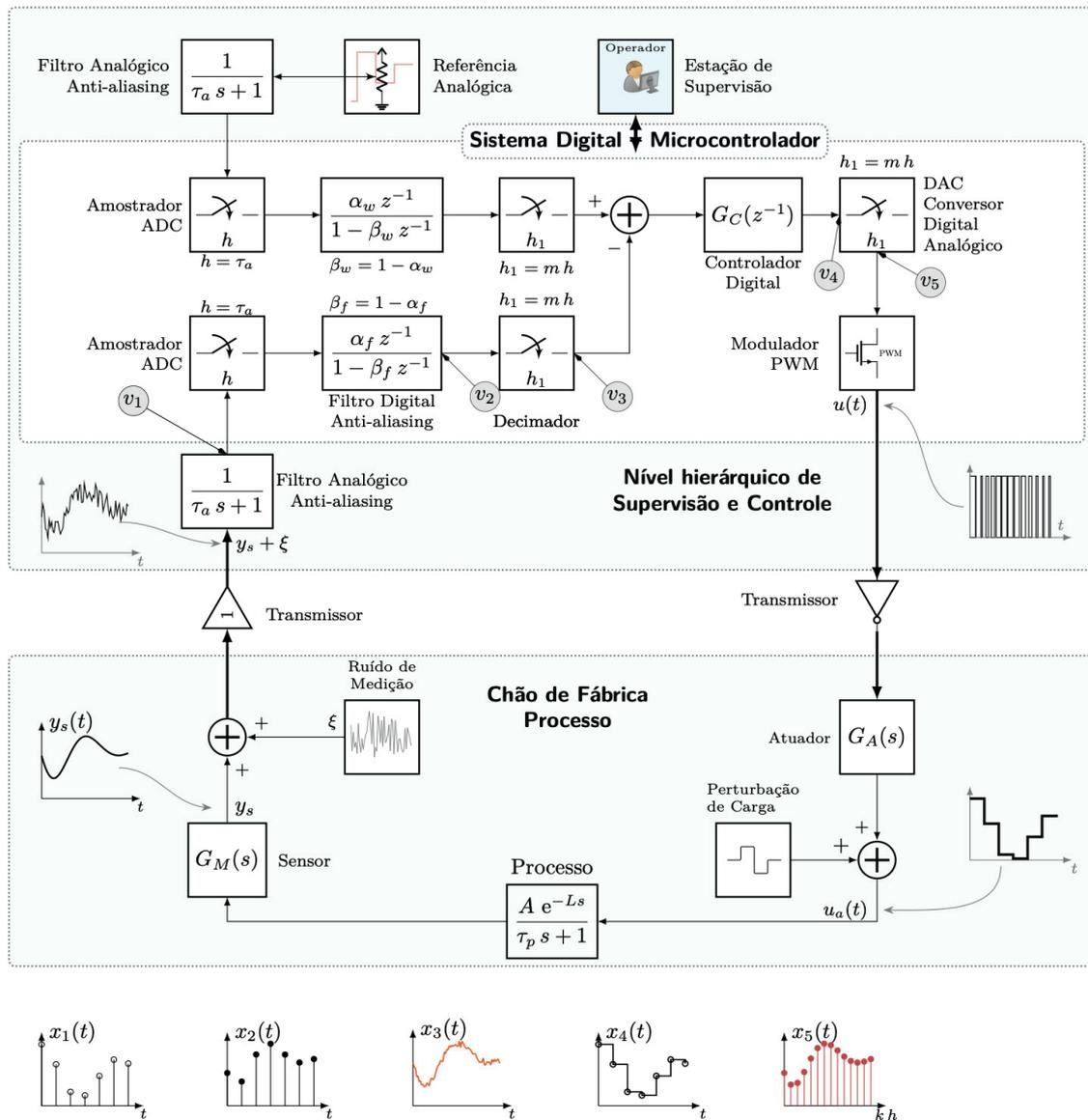


Figura 2: Diagrama de blocos de um sistema de controle digital.

a) Considerando as formas de onda ilustradas na figura 2, ASSOCIE $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$, $x_4(t)$ e $x_5(t)$ com os respectivos sinais indicados, explicando, em cada uma das linhas, a escolha com base nos termos: ruído, entrada, saída, amostragem, filtro, decimação e segurador.

- $v_1(t)$: _____
- $v_2(t)$: _____
- $v_3(t)$: _____
- $v_4(t)$: _____
- $v_5(t)$: _____

- b) Na Figura 2, o bloco denominado Filtro Digital *Anti-aliasing* contém uma função de transferência discreta $G_f(z) = \frac{\alpha_f z^{-1}}{1 - \beta_f z^{-1}}$ cujo intervalo de amostragem indicado é $h = \tau_a$. DEMONSTRE matematicamente se essa escolha satisfaz o Teorema da Amostragem de Shannon com a condição necessária de amostragem para evitar falseamento (*aliasing*) tanto na amostragem do sinal analógico quanto na decimação em que $h_1 = m h$, em que m é o fator de decimação. Considere que a largura de faixa de um filtro *anti-aliasing* passa-baixa é adequada para atenuar frequências fora da faixa de passagem.
- c) Considerando um algoritmo de controle PI industrial dado por $G_c(s) = K \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$ implementado como um algoritmo de controle digital PI para a função $G_c(z^{-1})$, AJUSTE os parâmetros K (ganho proporcional) e T_i (tempo integral) para uma sintonia adequada do controlador, de maneira que a resposta a degraus no sinal de referência (*setpoint*), em malha fechada, seja 5 vezes mais rápida do que em malha aberta. Considere que o atraso de transporte é desprezível em relação à constante de tempo dominante τ_p .
- d) Analisando o diagrama de blocos da figura 2, qual parâmetro mostrado nessa figura, além de K e T_i , deve ser ajustado para que o algoritmo seja sintonizável com dois graus de liberdade? JUSTIFIQUE sua resposta.

QUESTÃO 10 (15 pontos)

Considere o circuito mostrado na Figura 3, com os seguintes dados: amplificador operacional ideal, $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_2 = R_1$, $C_1 = 10\mu\text{F}$, $C_2 = C_1$, $R_3 = 2\text{k}\Omega$, $R_4 = 10\text{k}\Omega$, bateria $U = 1\text{V}$, $\tilde{u}(t) = \sqrt{2} \sin(\omega t) + \frac{3\sqrt{2}}{4} \sin(3\omega t)$, e a frequência fundamental é $\omega = 1000 \text{ rad/s}$.

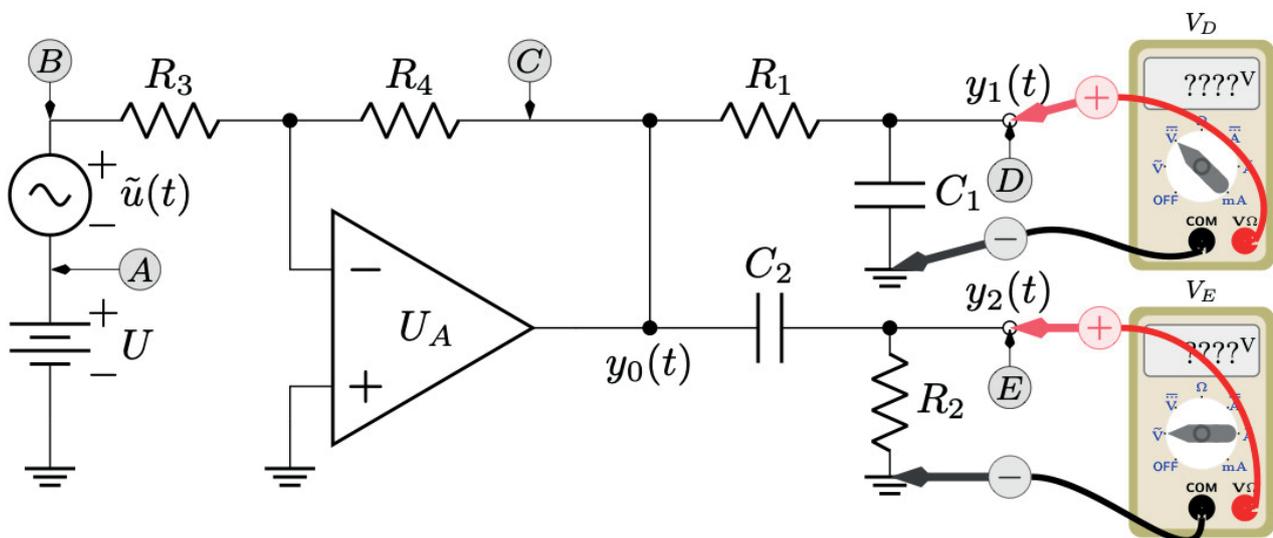


Figura 3: Circuito amplificador com filtros analógicos.

a)

- a) CALCULE a função de transferência na forma canônica de KPZ (Ganho-Polos-Zeros): $G_A(s) = \frac{V_D}{V_B}$.
- b) CALCULE a função de transferência na forma canônica de KPZ (Ganho-Polos-Zeros): $G_B(s) = \frac{V_E}{V_B}$.
- c) CALCULE o valor da voltagem (tensão elétrica) $V_{D(RMS)}$ indicado por um voltímetro TRUE RMS CA+CC na posição de tensão alternada \tilde{V} .
- d) CALCULE o valor da voltagem (tensão elétrica) $V_{E(RMS)}$ indicado por um voltímetro TRUE RMS CA+CC na posição de tensão alternada \tilde{V} .
- e) DESENHE o espectro de potência (RMS) do sinal $v_c(t)$.

QUESTÃO 11 (15 pontos)

Em uma fábrica de celulose, o acionamento do sistema de alimentação de cavacos no digestor depende de duas botoeiras NA (Normalmente Abertas) não retentivas. Para acionar esse sistema, cabe, ao operador, comandar ambas as botoeiras simultaneamente. A lógica do acionamento dita que: 1) caso somente a botoeira NRRO (*Non-Retentive Right Output* – saída direita não retentiva) seja pressionada, o alarme ROA (*Right Output Alarm* – alarme saída direita) é ativado, indicando que a botoeira direita não foi acionada; 2) caso somente a botoeira NRLO (*Non-Retentive Left Output* – saída esquerda não retentiva) seja pressionada, o alarme LOA (*Left Output Alarm* – alarme saída esquerda) é ativado; 3) caso ambas as botoeiras NRRO e NRLO sejam pressionadas, uma sinalização luminosa CFR (*Chip Feed Ready* – alimentação de cavacos pronta) é ativada, indicando que o sistema de alimentação de cavacos está pronto para partida e, após um atraso de 5s desde a sinalização, o motor CFM (*Chip Feed Motor* – motor de alimentação de cavacos) do sistema é acionado. Uma vez que o motor é acionado, é ativada uma sinalização luminosa CFS (*Chip Feed Started* – alimentação de cavacos partida) indicando o funcionamento do motor.

A partir do descritivo funcional apresentado sobre o sistema de alimentação de cavacos no digestor:

- I. ELABORE a modelagem do sistema em Máquina de Estados Finitos (FSM – *Finite State Machine*).
- II. FAÇA O MAPEAMENTO das entradas, das saídas e das variáveis internas (incluindo os estados) do modelo em uma lista de E/S apontando nome e tipo de variável de cada elemento.
- III. IMPLEMENTE, na linguagem de programação lógica *Ladder* (LD), a lógica modelada na máquina de estados finitos desenvolvida no item I. Nessa abordagem, é requerida uma programação que leve em consideração os estados retentivos usando bobinas *Set* e *Reset*.