

MARINHA DO BRASIL
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2022)

ENGENHARIA ELETRÔNICA

INSTRUÇÕES GERAIS

- 1- A duração da prova será de **05 horas** e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração o candidato que:
 - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
 - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
 - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
 - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2022									
	NOME DO CANDIDATO:									
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM		
			000 A 080							

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Alguns componentes passivos de dois terminais ficaram com a aparência desfigurada e sem identificação. Para determinar a sua função e identificação, foram feitos diversos ensaios em laboratório de eletrônica, usando equipamentos como o multímetro digital, o osciloscópio digital, um gerador de funções e diversos acessórios para montar um circuito elétrico. No total, foram 8 componentes diferentes analisados, os quais foram denominados de CP01, CP02,....., CP08.

No primeiro ensaio (1), foi utilizado um multímetro como ohmímetro, para medir a resistência elétrica dos componentes, e suas medidas estão na Tabela 1. A diferença entre o primeiro e o segundo ensaio (2) foi a inversão das pontas de prova (vermelho e preto).

Componente	CP01	CP02	CP03	CP04	CP05	CP06	CP07	CP08
1 - Valor medido (Ω)	0,00	101,0	>10M	120,0	>10M	14,51k	10,2k	9,25k
2 - Valor medido (Ω)	0,01	100,1	>10M	120,0	356k	14,45k	10,2k	9,26k

Tabela 1 - Medidas elétricas com ohmímetro; (1) medida com ponta de prova vermelha e preta e (2) depois a sua inversão (preta/vermelha).

Continuação da 1ª questão

Devido às pequenas alterações nas medidas da Tabela 1, optou-se por variar a temperatura. Usando os mesmos procedimentos, foi obtida a Tabela 2.

Comp	Temp (°C)	CP01	CP02	CP03	CP04	CP05	CP06	CP07	CP08
1-(Ω)	25	0,00	101,0	>10M	120,0	>10M	14,51k	10,2k	9,25k
2-(Ω)	25	0,01	100,1	>10M	120,1	356k	14,85k	10,2k	9,26k
1-(Ω)	35	0,00	101,0	>10M	120,0	>10M	7,31M	9,10k	9,95k
2-(Ω)	35	0,01	100,1	>10M	120,0	357k	9,30M	9,11k	9,96k
1-(Ω)	20	0,00	101,0	>10M	120,0	>10M	13,51k	11,2k	8,85k
2-(Ω)	20	0,01	100,1	>10M	120,0	354k	10,45k	11,2k	8,88k

Tabela 2 - Medidas elétricas com ohmímetro variando a temperatura; (1) medida com ponta de prova vermelha e preta e (2) depois a preta / vermelha.

Devido ao comportamento diferenciado do CP06 nesse ensaio (Tabela 2), foi usada uma lanterna para iluminar os componentes e somente o CP06 teve a sua resistência elétrica alterada, com a variação da intensidade luminosa, tendo sido identificado e removido nos demais testes.

Continuando os ensaios, foi usado um gerador de funções, um resistor R1 de 1kΩ e um osciloscópio digital de dois canais. O canal CH1 foi usado para medir a tensão de saída do gerador e o canal CH2, a tensão no resistor R1. O resistor R1 foi ligado em série com o componente a ser identificado. O gerador de funções forneceu uma onda senoidal de amplitude 1,0Vpp e offset nulo. O parâmetro modificado inicialmente foi a frequência.

Continuação da 1ª questão

Para os componentes CP01, CP02, CP05, CP07 e CP08, a tensão do gerador e a tensão no resistor se mantiveram praticamente constantes (variação de medida <1%), independentemente da frequência. Seus valores (CH1/CH2) foram:

CP01: (995m/951m) Vpp;

CP02: (995m/866m) Vpp; ,

CP05: (995m/0) Vpp;

CP07: (995m/86,58m) Vpp; e

CP08: (995m/97,09m) Vpp.

Com defasagem praticamente nula. Para os componentes CP03 e CP04, as tensões variaram conforme a Tabela 3 (CP03) e a Tabela 4 (CP04).

Frequência (Hz)	VCP03 (mVpp)	VR (mVpp)	Defasagem (°) Vg-VCP03	Defasagem (°) VCP03-VR
100	834,7	524	56,6	-90,0
200	604,9	758	37,2	-89,9
500	289,9	911	16,8	-89,9
1000	149,8	941	8,6	-89,8
2000	75,7	951	4,3	-90,1
5000	30,2	953	1,7	-90,0

Tabela 3 - Dados experimentais do componente CP03

Continuação da 1ª questão

Frequência (Hz)	VCP04 (mVpp)	VR (mVpp)	Defasagem(°) Vg-VCP04	Defasagem(°) VCP04-VR
100	277,6	825,5	15,0	64,0
200	480,8	753,4	24,1	75,1
500	804,9	509,3	50,4	80,4
1000	937,8	298,2	64,5	82,5
2000	983,2	156,1	77,4	83,9
5000	997,3	63,3	81,0	84,0

Tabela 4 - Dados experimentais do componente CP04

Refazendo as medidas, mas variando a tensão do gerador, as tensões mudaram proporcionalmente, exceto para o componente CP05, como mostra a Figura 1, na qual é observada a tensão no componente CP05 em função do tempo.

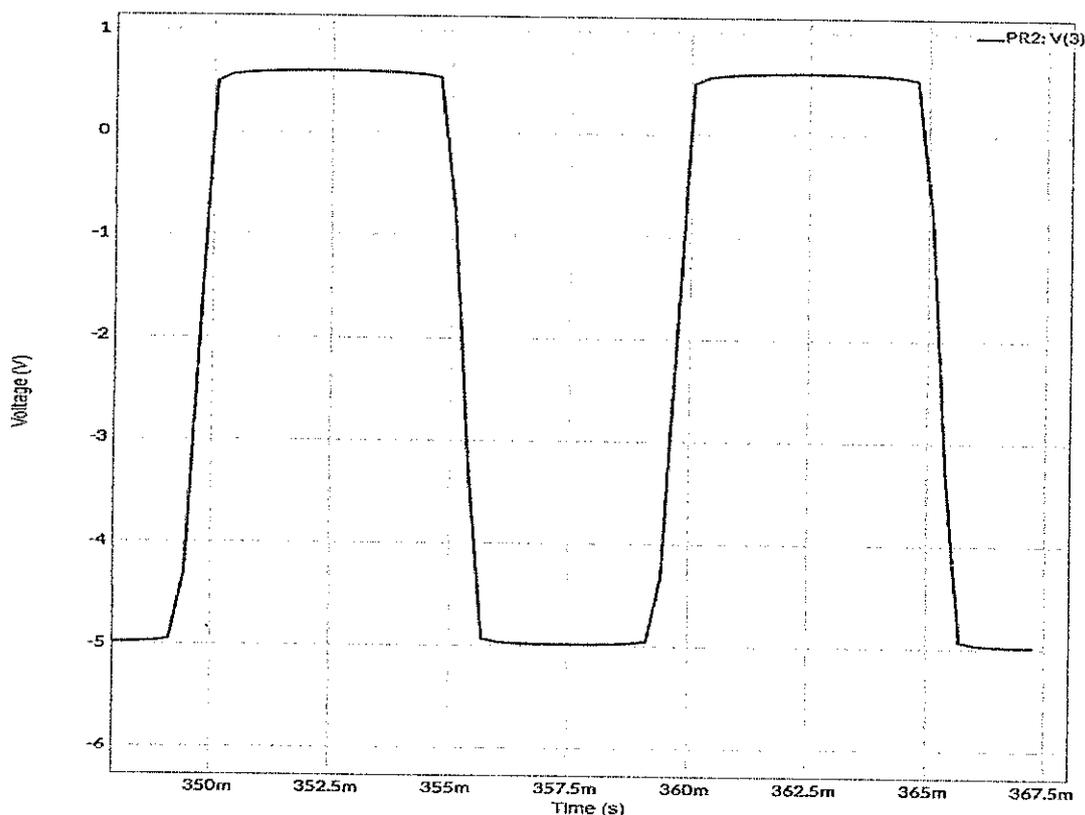


Figura 1 - Tensão no componente CP05.

Continuação da 1ª questão

Com base nas informações expostas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Desenhe o circuito elétrico contendo o gerador de funções, osciloscópio (canal CH1 e CH2), o resistor R1 e o componente CPXX usado para a caracterização dos componentes CP01,... , CP08. Indique onde foram colocadas as pontas de prova do osciloscópio e a referência "terra". (1,5 ponto)

- b) No circuito elétrico proposto no item a), explique como foi obtido o valor da tensão no componente CPXX e a tensão no resistor R1. (1 ponto)

- c) Descreva qual foi a finalidade de usar o resistor R1. Justifique a sua resposta. (0,5 ponto).

- d) Identifique os componentes CPXX, sua característica elétrica, assim como o seu possível valor (identificação). (5 pontos).

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

6 de 38

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Foi proposto um circuito elétrico, conforme a Figura 1, para estudo do seu comportamento em função da frequência. Esse circuito possui um indutor ideal $L1$, resistores $R2$ e $R3$ e um amplificador operacional (por exemplo: 741 com alimentação de $\pm 12V$). O gerador de funções foi usado para gerar formas de onda e um osciloscópio digital de dois canais foi utilizado para visualizar as formas de ondas nos pontos V_{in} e V_o .

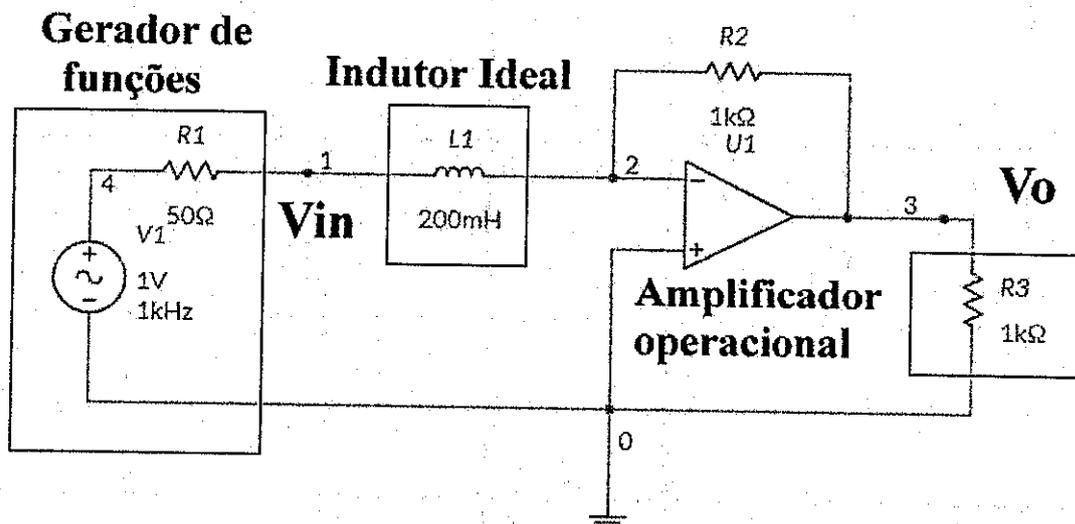


Figura 1 - Circuito elétrico com amplificador operacional.

Assim, de acordo com os dados apresentados, pede-se:

- o nome mais adequado para esse circuito amplificador. Justifique a sua resposta. (0,5 ponto)
- a finalidade do resistor $R3$. Justifique a sua resposta. (0,5 ponto)
- determine a equação matemática geral para obter a tensão de saída V_o . (4 pontos)
- O valor de V_o , após o sistema se estabilizar, sabendo que o gerador de funções gerou um pulso de 0V para 1 VDC no instante t . (1 ponto)

Continuação da 2ª questão

e) o comportamento do circuito (V_{in}/V_o em função da frequência (de 100Hz até 1Mhz). (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a Figura 1 que se refere ao projeto de uma fonte de alimentação contínua.

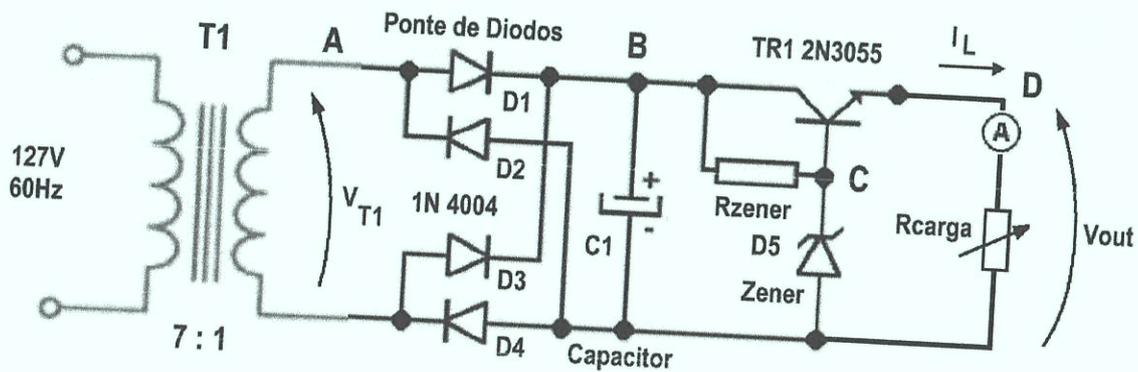


Figura 1 - Circuito de uma fonte de alimentação contínua.

Dados:

- Transistor 2N3055 $V_{BE} = 0,6V$; $I_{cmax}=15A$; $P_{max}115W$; $\beta=70$ para $4A/4V(V_{CE})$;
- Diodo 1N4004 $V_D = 0,8 V$ (tensão de condução do diodo).

De acordo com as informações apresentadas, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Calcule a tensão no secundário do transformador V_{T1} em aberto (sem consumo de potência do circuito à direita do transformador). (0,25 ponto)
- Calcule a tensão máxima no capacitor C1 sem a presença do R_{zener} , Zener e transistor. (0,25 ponto).
Para as questões seguintes, assumir a tensão no ponto B como $V_B = 25,0V$
- Supondo o Zener 1N4735 ($V_z=6,2V$ para $I_z=41mA$, $P_z=0,5W$, $R_z=2\Omega$, $I_{zmin}=4mA$ e $I_{zmax}=81mA$) determine o valor mínimo e máximo de R_{zener} . (1,5 ponto).

Continuação da 3ª questão

d) Descreva e justifique o que aconteceria com a fonte nas seguintes condições de falha: (2 pontos)

- 1) capacitor C1 ficar em circuito aberto; (0,5 ponto)
- 2) Rzener queimar (circuito aberto); (0,5 ponto)
- 3) Zener pifar e ficar em circuito aberto; e (0,5 ponto)
- 4) Zener pifar e ficar em curto circuito. (0,5 ponto)

Para as questões seguintes, assumir $R_{zener} = 470\Omega$ e $V_B = 25V$.

e) Calcule o valor para a tensão de saída regulada V_{out} . (1 ponto)

f) Determine o mínimo valor de R_{carga} e a máxima corrente I_L para manter o circuito proposto funcional. (2 pontos)

g) Se a corrente na carga R_{carga} for de 250mA e a corrente fornecida pelo transformador for de 325mA, determine a figura de mérito da fonte de alimentação. (1 ponto).

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

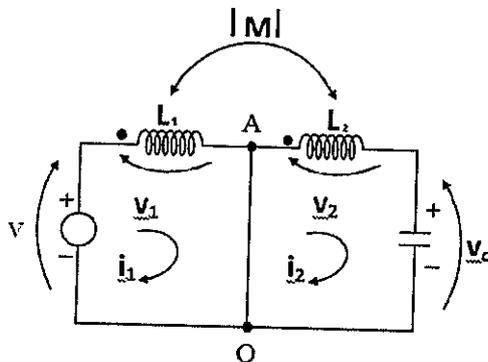
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito da figura, em regime permanente senoidal (unidades SI):



Para certos valores de L_1 e L_2 , o ganho de tensão resultou:

$$\frac{\hat{V}_c}{\hat{V}} = \frac{M}{\omega^2 C(4 - M^2) - 4}$$

Com base nos dados expostos, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Utilizando análise de malhas, com as correntes fictícias marcadas na figura, determine os valores que foram escolhidos para L_1 e L_2 . (3 pontos)
- Determine uma expressão para a frequência ω_0 de ressonância (aquela em que o ganho é extremo) em função de L_1, L_2, C, M . OBS: neste item e no próximo, não use os valores do item (a), mas sim parâmetros genéricos L_1, L_2, C, M . (3 pontos)
- Caso o fio vertical AO seja cortado, qual seria a expressão da frequência ω_1 de ressonância em função de L_1, L_2, C, M . (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

17 de 38

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

18 de 38

Concurso: CP-CEM/2022

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma carga C consiste na associação série de um resistor $R=4\Omega$, um indutor L de valor desconhecido e uma impedância indutiva Z, cujo valor, em módulo, é $|Z|=10\Omega$. Sabe-se que Z consome potência 600 W e que o gerador senoidal de tensão $100\sqrt{2}V_{ef}$ (eficazes) que alimenta essa carga C fornece 1000 W. Com base nessas informações, determine as potências aparentes complexas (em forma retangular):

- a) S_Z consumida pela carga Z; e (4 pontos)
- b) S_G fornecida pelo gerador. (4 pontos)

Continuação da 5ª questão

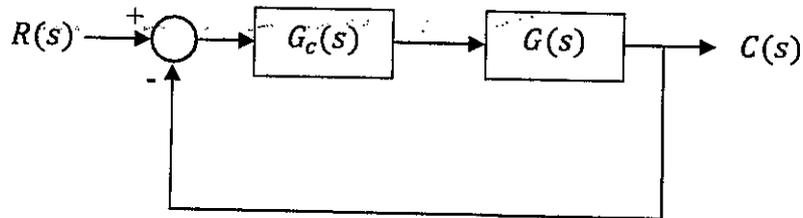
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

20 de 38

Concurso: CP-CEM/2022

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte sistema de controle:



onde

$$G_c(s) = K \quad \text{e} \quad G(s) = \frac{(s+2)}{s(s-2)(s+3)}$$

Considerando os dados expostos, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Verifique se o sistema é estável ou instável em malha aberta. Justifique. (2 pontos)
- Determine, a partir do critério de Routh, os valores de K para os quais o sistema em malha fechada é estável. (2 pontos)
- Esboce o Lugar Geométrico das Raízes indicando claramente os segmentos no eixo real, os ângulos das assíntotas, o ponto em que o LGR deixa o eixo real e seu ganho associado. (4 pontos)

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

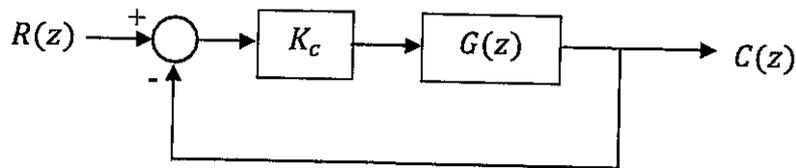
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte sistema de controle a tempo discreto, operando com uma frequência de amostragem de 100 Hz:



Onde $K_c > 0$ e

$$G(z) = \frac{1}{(z^2 - z + 0.34)}$$

Sendo assim, determine:

- d) se o sistema é estável em malha aberta, e justifique sua resposta; (2 pontos)
- e) os valores de K_c para os quais o sistema é estável em malha fechada, e justifique sua resposta; e (3 pontos)
- f) o erro estacionário para uma entrada a degrau unitário considerando $K_c = 0.16$. (3 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

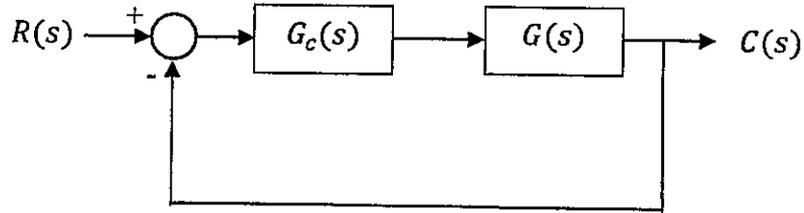
Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte sistema de controle.



onde

$$G_c(s) = K \quad \text{e} \quad G(s) = \frac{1}{(s-2)}$$

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Verifique se o sistema é estável em malha aberta. Justifique. (2 pontos)
- Pretende-se utilizar um compensador $G_c(s) = \frac{K(s-2)}{(s+1)}$ de forma a estabilizar o sistema em malha fechada. A solução proposta claramente propõe o cancelamento de um polo e a inclusão de um novo polo. Considerando que o cancelamento nunca é perfeito, analise a estabilidade em malha fechada justificando o resultado a partir do Lugar Geométrico das Raízes do sistema. (6 pontos)

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

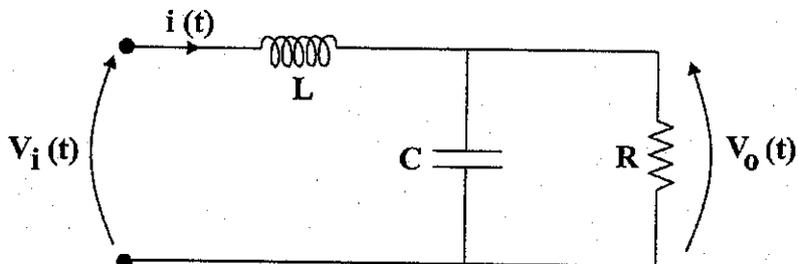
Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o seguinte circuito utilizado para estabilizar a tensão em uma carga resistiva:



De acordo com o exposto, faça o que se pede nos itens abaixo.

- Admitindo-se elementos ideais, escreva a função de transferência do sistema, considerando a tensão $v_i(t)$ como entrada e a tensão no capacitor $v_o(t)$ como saída. Indique claramente todas as passagens do desenvolvimento. (5 pontos)
- Considerando a entrada um degrau unitário, mostre o que acontece com o valor da tensão $v_o(t)$ em regime estacionário quando a resistência varia. (3 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

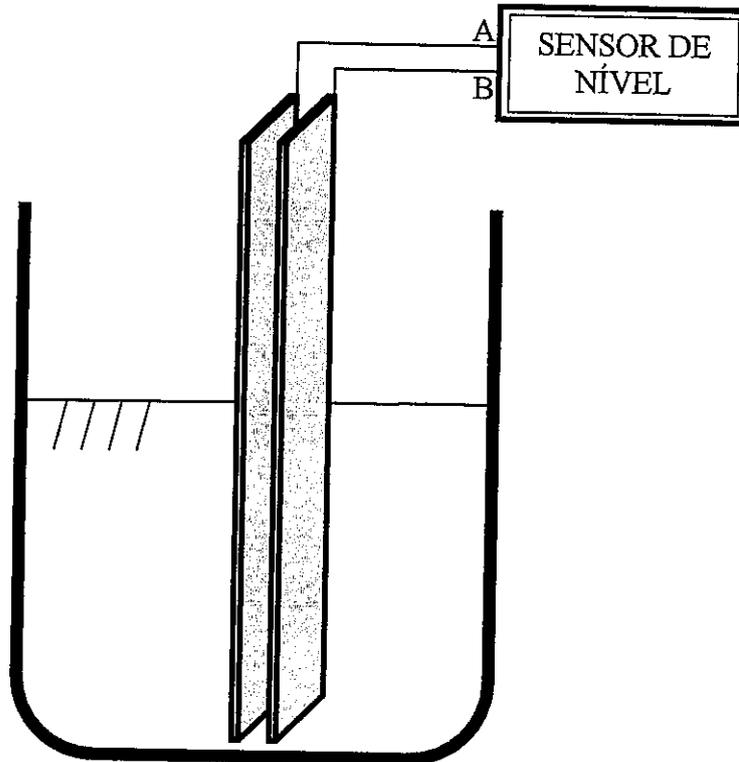
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o sensor capacitivo de nível, esquematizado abaixo.



O capacitor é composto de duas placas condutoras retangulares e opostas, cada uma medindo 10m de altura por 0,1m de largura e 2mm de espessura, separadas entre si por 1mm e apoiadas na base do tanque.

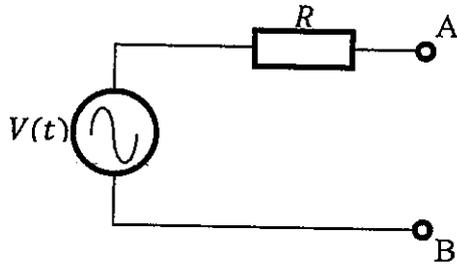
O fluido no tanque é água, com permissividade relativa 80. Todo o sistema está imerso em ar, com permissividade relativa 1,0005. Assuma que a permissividade absoluta do vácuo seja $8,85 \times 10^{-12}$ F/m.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Obtenha uma expressão, relacionando a capacitância (em F) com o nível (em m). Indique todas as hipóteses feitas para obter essa expressão. (4 pontos)

Continuação da 10ª questão

O bloco "SENSOR DE NÍVEL" apresentado na figura, corresponde, de forma simplificada, ao seguinte circuito:



Suponha que a fonte senoidal da figura seja tal que $V(t) = U \cos(\omega t)$, onde t é o tempo em segundos, ω é a frequência angular de excitação em rad/s e U é a amplitude de excitação em V.

- b) Obtenha uma expressão, relacionando o ganho da tensão entre os terminais A e B e a frequência de excitação ω . (4 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2022