

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA  
(CP-EngNav/2012)

**ENGENHARIA ELETRÔNICA**

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 05 horas e não será prorrogada. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal, sem desgrampear nenhuma folha;
- 2- Responda as questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas da prova;
- 3- Só comece a responder a 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 na 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 noutra lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- NÃO É PERMITIDO O USO DE MATERIAL EXTRA.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

|                             |                        |             |  |  |                     |
|-----------------------------|------------------------|-------------|--|--|---------------------|
| <b>RUBRICA DO PROFESSOR</b> | ESCALA DE<br>000 A 100 | <b>NOTA</b> |  |  | <b>USO DA DEnsM</b> |
|                             |                        |             |  |  |                     |

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

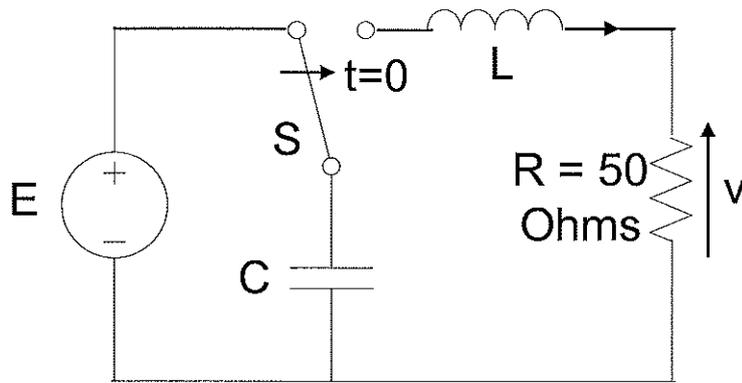
CONCURSO PÚBLICO: CP-EngNav/2012  
NOME DO CANDIDATO:

|                        |           |                        |             |  |  |                     |
|------------------------|-----------|------------------------|-------------|--|--|---------------------|
| <b>Nº DA INSCRIÇÃO</b> | <b>DV</b> | ESCALA DE<br>000 A 100 | <b>NOTA</b> |  |  | <b>USO DA DEnsM</b> |
|                        |           |                        |             |  |  |                     |

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

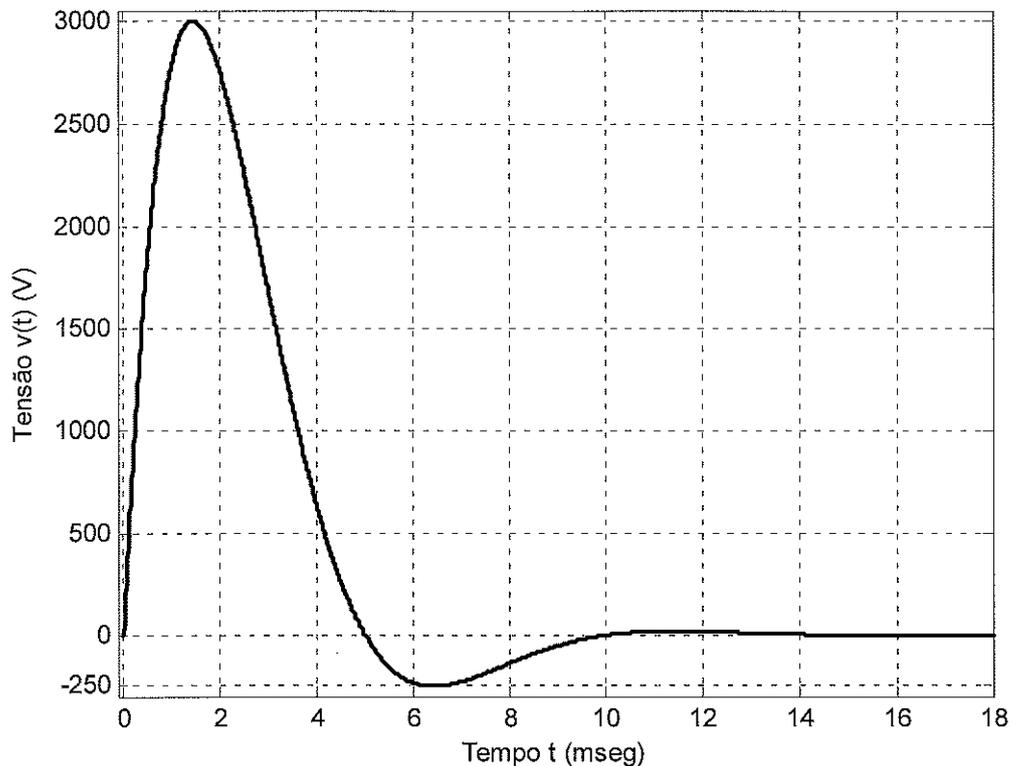
1ª QUESTÃO (8 pontos)

Em certas condições patológicas, os músculos cardíacos se põem a vibrar erráticamente, interrompendo o funcionamento normal do órgão e colocando-o em um regime descrito por *fibrilação*. Se não houver uma correção rápida dessa situação, o paciente morre. Para corrigi-la, aplica-se ao coração do paciente um violento choque elétrico, por meio do desfibrilador de Lown (inventado pelo médico Bernard Lown, em 1962). Um circuito simplificado deste aparelho é mostrado na figura a seguir.



Na operação do aparelho, a chave  $S$  está inicialmente voltada para o lado da fonte de tensão  $E$  e com isso o capacitor  $C$  se carrega instantaneamente à tensão  $E$ . Em  $t=0$  a chave  $S$  é passada bruscamente para o lado do indutor  $L$ , quando então o capacitor  $C$  se descarrega através de  $R$  e  $L$ .  $R$  corresponde à resistência do corpo do paciente, considerada aqui igual a  $50\Omega$ . A tensão  $v(t)$  aplicada ao paciente deve ser da forma indicada na figura a seguir, isto é, uma senoide amortecida com período de 10 mseg, com primeiro máximo em 3000V e primeiro mínimo em -250V.

Continuação da 1ª questão



O desfibrilador corresponde a um circuito RLC série com comportamento livre (ou natural). A equação homogênea que descreve o comportamento da corrente nesse circuito é:

equação 1 
$$\frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{LC} i(t) = 0$$

Introduzindo-se na expressão anterior os parâmetros  $\alpha$  (fator de amortecimento) e  $\omega_0$  (frequência própria não-amortecida):

$$\alpha = \frac{R}{2L} \qquad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

a equação homogênea fica:

equação 2 
$$\frac{d^2 i(t)}{dt^2} + 2\alpha \frac{di(t)}{dt} + \omega_0^2 i(t) = 0$$

- a) Calcule a transformada de Laplace da equação 2. (2 pontos)
- b) A equação homogênea dada pode ter três soluções, dependendo dos valores dos componentes do circuito elétrico, conforme mostrado a seguir:

Continuação da 1ª questão

$$\text{b1)} \quad i(t) = \frac{i_0}{2} e^{-\alpha t} \left[ \left(1 - \frac{\alpha}{\beta}\right) e^{\beta t} + \left(1 + \frac{\alpha}{\beta}\right) e^{-\beta t} \right] - \frac{v_0}{2\beta L} e^{-\alpha t} (e^{\beta t} - e^{-\beta t}), \quad t \geq 0$$

onde  $i_0 = i(0)$ ,  $v_0 = E$  e  $\beta = \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$ .

$$\text{b2)} \quad i(t) = I_m e^{-\alpha t} \cos(\omega_d t + \Psi), \quad t \geq 0$$

$$\text{onde } I_m = \sqrt{i_0^2 + \left(\frac{\alpha}{\omega_d} i_0 + \frac{1}{L\omega_d} v_0\right)^2} \quad \text{e} \quad \Psi = \arctg\left(\frac{v_0}{L\omega_d i_0} + \frac{\alpha}{\omega_d}\right)$$

$$\text{b3)} \quad i(t) = \left[ (1 - \alpha) i_0 - \frac{1}{L} v_0 t \right] e^{-\alpha t}, \quad t \geq 0$$

Selecione qual das três soluções mostradas anteriormente (b1, b2 ou b3) corresponde à resposta temporal da tensão mostrada no enunciado da questão. Justifique a sua resposta. (6 pontos)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere a seguinte equação diferencial:

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 2\frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = 5u(t)$$

- a) A equação acima representa um sistema estável ou instável? Justifique sua resposta. (4 pontos)
- b) Que valor  $y(t)$  alcança para  $t \rightarrow \infty$  quando se excita a entrada  $u(t)$  com um degrau unitário em  $t=0$ ? (4 pontos)

Continuação da 2ª questão

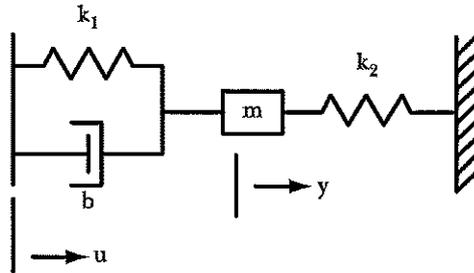
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-EngNav/12

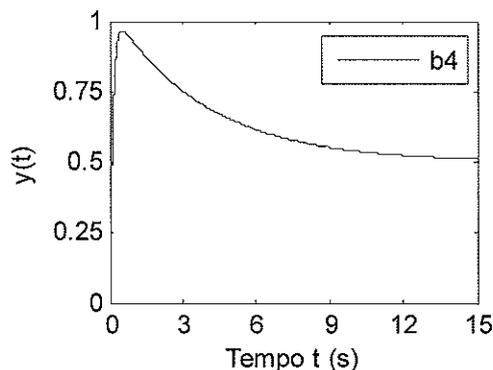
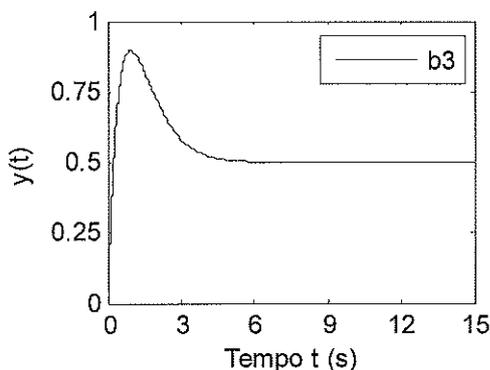
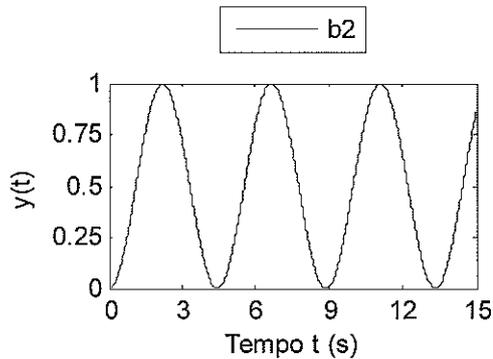
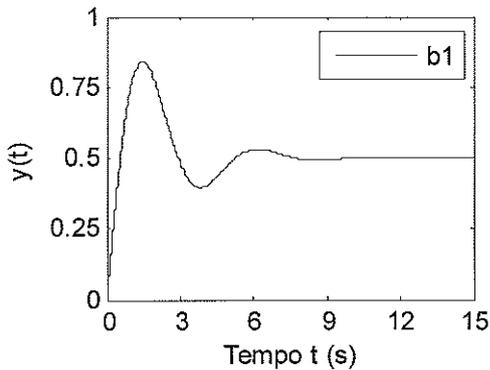
Continuação da 2ª questão

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o sistema mecânico mostrado na figura a seguir, cujo sinal de entrada é dado pela posição  $u(t)$  da barra móvel e o sinal de saída pela posição  $y(t)$ .



- a) Escreva o modelo matemático do sistema acima. (6 pontos)
- b) Suponha que os parâmetros tenham os seguintes valores:  $m=k_1=k_2=1$  e  $b=0$ . Aplica-se um degrau unitário na entrada  $u(t)$  do sistema. Dentre as quatro respostas apresentadas abaixo (b1, b2, b3 e b4), qual delas corresponde ao caso com os parâmetros dados? Justifique sua resposta. (2 pontos)



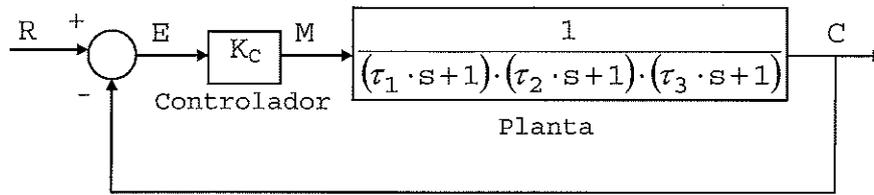
Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

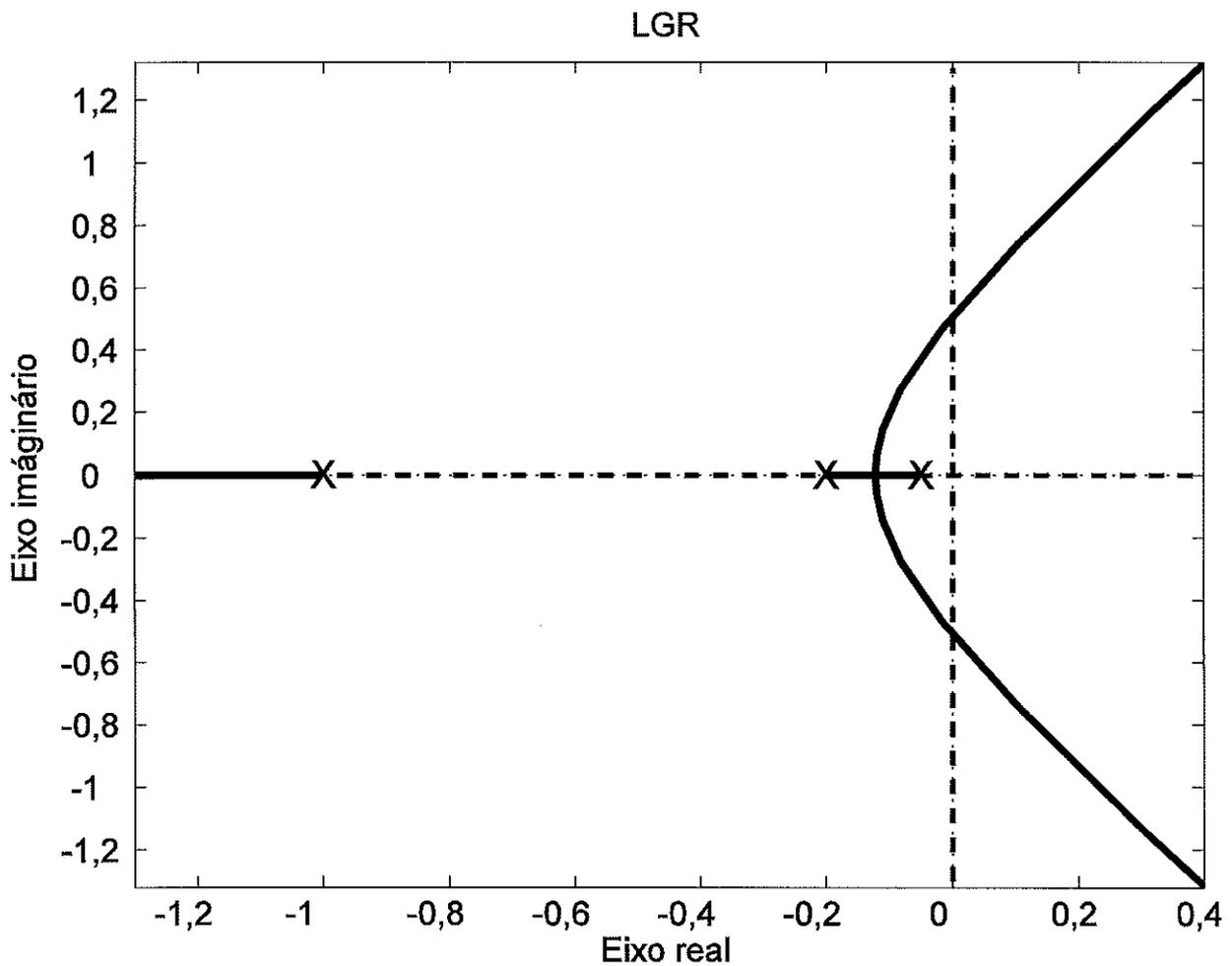
4ª QUESTÃO (8 pontos)

Seja o sistema em malha fechada mostrado na figura abaixo.



Considere que  $\tau_1 = 1$  s,  $\tau_2 = 5$  s e  $\tau_3 = 20$  s.

O Lugar Geométrico das Raízes (LGR) do sistema é apresentado na figura a seguir.



### Continuação da 4ª questão

Foram feitas simulações com quatro ganhos diferentes para o controlador, considerando que se excite o sistema com um degrau unitário em  $R$  aplicado em  $t=0$ . São mostradas a seguir as posições dos polos do sistema em malha fechada para cada um dos quatro ganhos do controlador ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  e  $a_4$ ):

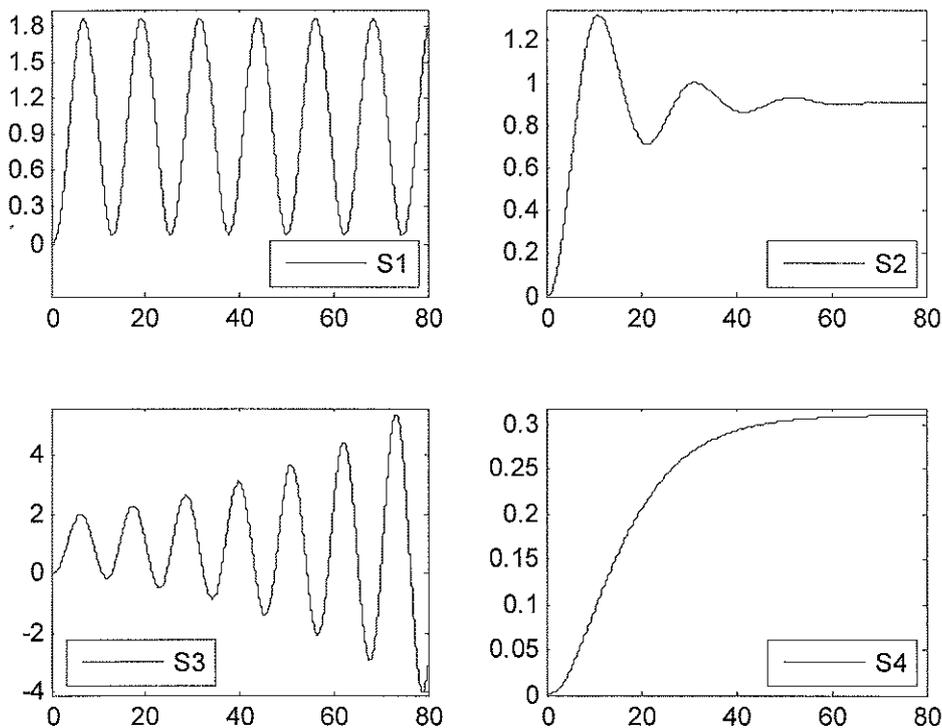
Caso  $a_1$ :  $-1,0058$ ;  $-0,1442$ ;  $-0,1000$

Caso  $a_2$ :  $-1,1048$ ;  $-0,0726 \pm 0,3071i$

Caso  $a_3$ :  $-1,25$ ;  $0,0000 \pm 0,5099i$

Caso  $a_4$ :  $1,2939$ ;  $0,0220 \pm 0,5625i$

As simulações para os quatro diferentes ganhos do controlador ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  e  $S_4$ ) podem ser observadas a seguir.



- a) Associe a posição dos polos dos casos  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  e  $a_4$  com cada simulação ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  e  $S_4$ ). Justifique sua resposta. (4 pontos)
- b) Calcule o ganho limite, ganho crítico ou ganho derradeiro do controlador (denotado por  $K_{CV}$ ) para o sistema apresentado, isto é, o valor do ganho do controlador no qual há dois polos sobre o eixo imaginário. (4 pontos)

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 4ª questão

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma barra de cobre com massa  $m$  está em repouso sobre dois trilhos horizontais paralelos, que distam  $L$  um do outro, e ela permite a passagem de uma corrente  $i$  de um trilho ao outro. Suponha a presença de um campo magnético  $B$ , que faz um ângulo  $\theta$  com a direção vertical, ângulo este medido no plano vertical que contém a linha central entre os dois trilhos. A aceleração normal da gravidade é dada por  $g$ .

- a) Quais são as forças que atuam sobre a barra, uma tendendo a movê-la horizontalmente sobre os trilhos e a outra aplicada na vertical? (2 pontos)
  
- b) Assuma que haja um coeficiente de atrito estático  $\mu_s=0,60$  entre a barra de cobre e os trilhos. A força de atrito estático se manifesta quando o corpo está na eminência de se mover, tentando se opor ao movimento. Qual é o menor campo magnético na vertical que daria início ao movimento horizontal da barra? (6 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 5ª questão

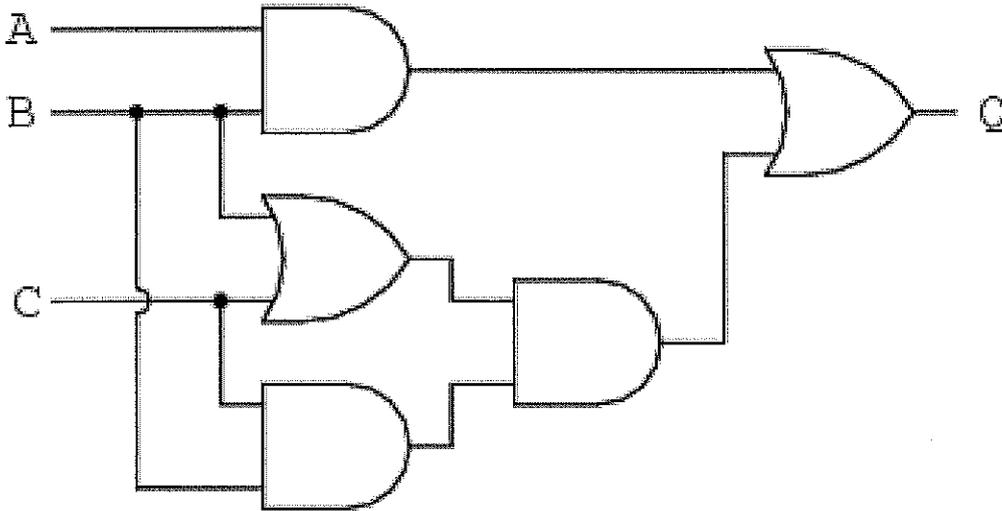
Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

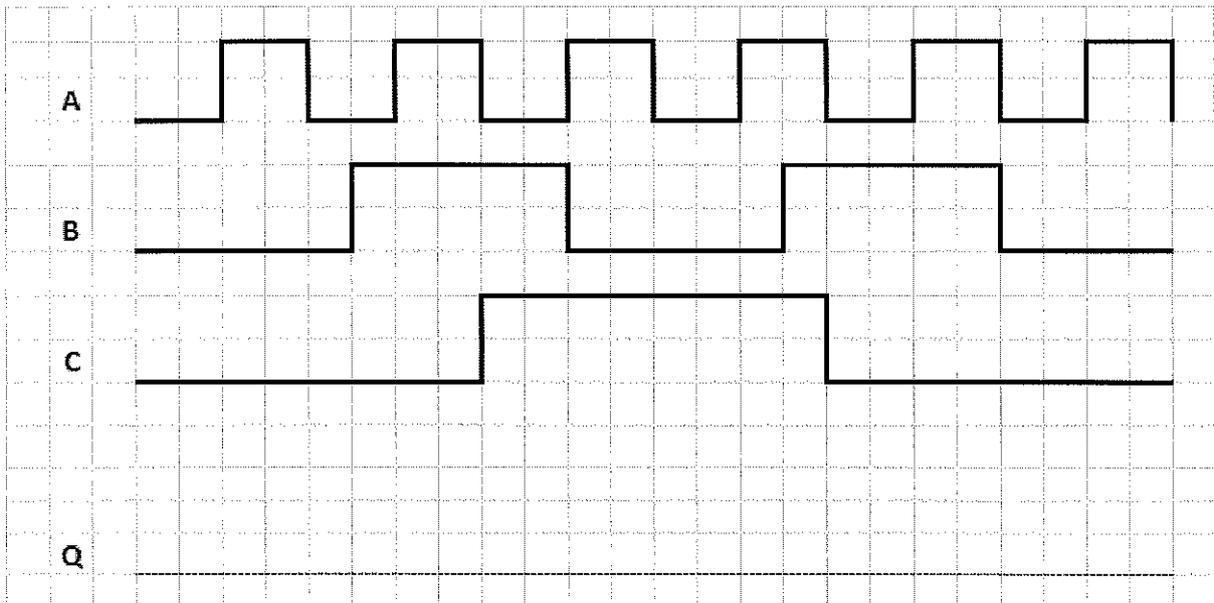
Concurso: CP-EngNav/12

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise o circuito a seguir.



- Escreva a expressão Booleana Q que descreve completamente o circuito, sem aplicar nenhuma simplificação. (2 pontos)
- Escreva a equação simplificada do circuito. (2 pontos)
- Escreva a tabela verdade referente ao circuito. (2 pontos)
- Complete o diagrama de tempo abaixo, desenhando o resultado Q, baseando-se nos gráficos das entradas A, B e C. (2 pontos)



Continuação da 6ª questão

Continuação da 6ª questão

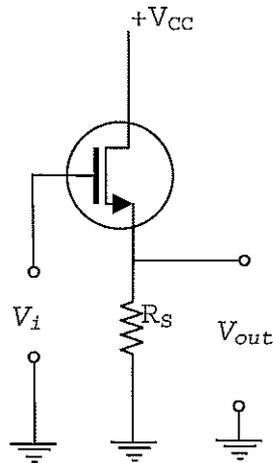
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-EngNav/12

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito abaixo e responda:

- Qual é a aplicação deste tipo de circuito? (3 Pontos)
- Calcule o ganho de tensão deste circuito, considerando a operação com pequenos sinais. (5 pontos)



Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Em sistemas de comunicações ópticas, podem ser utilizados, como fontes de luz, o diodo laser (DL) e o diodo emissor de luz (LED). Compare os dois dispositivos quanto à potência óptica de emissão, ao tempo de resposta e ao tempo de vida.

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

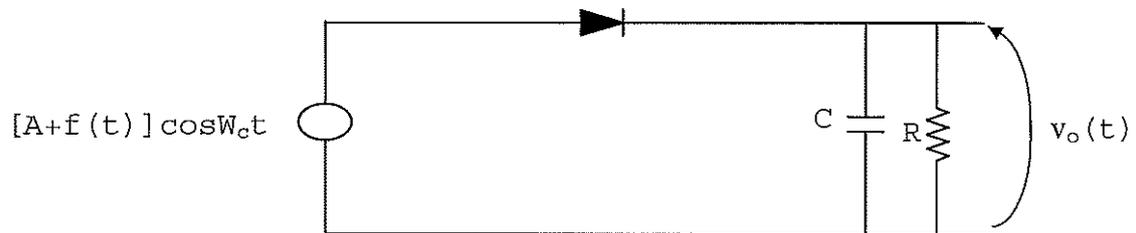
Concurso: CP-EngNav/12

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Explique o funcionamento de um transistor de efeito de campo do tipo NMOS com enriquecimento.

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito da figura abaixo utilizado em sistemas de comunicações.



Explique o funcionamento deste circuito na recuperação de informação quando um sinal modulado em amplitude é aplicado à sua entrada, onde  $A \cos W_c t$  é a portadora e  $f(t) \cos W_c t$  é a envoltória, com  $A > |f(t)|_{\text{máximo}}$ .

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-EngNav/12