

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2018)

**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 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 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 DE RÉGUA SIMPLES.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	<b>ESCALA DE</b>	<b>NOTA</b>			<b>USO DA DE<sub>ns</sub>M</b>
	<b>000 A 080</b>				

<b>CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS</b>	<b>CONCURSO: CP-CEM/2018</b>					
	<b>NOME DO CANDIDATO:</b>					
	<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>		<b>DV</b>	<b>ESCALA DE</b>	<b>NOTA</b>	
			<b>000 A 100</b>			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um indutor real possui um resistor interno  $R_L$ , em série com um indutor  $L$ , e um capacitor parasita  $C_p$ , em paralelo com o indutor  $L$ . Pretende-se nesta questão caracterizar o indutor real. Para isso, foi fornecido um gerador de funções ( $E_g$ ), um resistor  $R$  de 1 k $\Omega$  e um osciloscópio comercial de dois canais (20 MHz).

A saída positiva do gerador de funções foi conectada a um dos terminais do resistor  $R$  e o terminal negativo, na referência terra. O outro terminal do resistor foi conectado no indutor e o outro terminal do indutor, ao referencial terra. O canal  $CH_1$  do osciloscópio foi conectado na saída do gerador e o canal  $CH_2$  foi conectado entre o terminal do resistor e do indutor com os respectivos "jacarés" devidamente aterrados. Sendo assim, faça o que se pede:

- a) Desenhe o circuito proposto no enunciado desta questão. (0,5 ponto)
- b) Determine o valor do resistor interno  $R_L$ , sabendo que o gerador de funções foi programado para gerar somente um sinal DC. Justifique a sua resposta explicando por que essas condições favorecem a medição do valor de  $R_L$ . (1 ponto)
- c) Supondo o valor DC = 10,0 V e, nessas condições, sabendo-se que o valor medido do canal  $CH_2$  foi de  $CH_2 = 7,5$  V, determine o valor de  $R_L$ . (0,5 ponto)
- d) Foi realizada uma nova medição com frequência  $F$ , amplitude  $E_g$  e nível offset nulo. Como resultado obteve-se um valor  $CH_1 = V_1$ ,  $CH_2 = V_2$  e uma defasagem  $\phi$ . Determine o valor do indutor  $L$  sabendo que o capacitor parasita não interfere nessas condições. (3 ponto)
- e) Se as condições do gerador de funções forem frequência  $F = 1$  kHz, amplitude  $E_g = 10$  Vpp e offset nulo, obtém-se o valor de  $CH_2 = 8$  Vpp e defasagem  $\phi$  entre  $CH_2$  e  $CH_1$  de 45° graus. Sendo assim, obtenha o valor do indutor  $L$ . (1 ponto)
- f) Explique fisicamente a existência do capacitor parasita  $C_p$  no indutor real. (1 ponto)
- g) Como é possível determinar o valor do capacitor parasita  $C_p$ ? Faça suas considerações e determine o seu valor teórico. (1 ponto)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um resistor  $R$ , do tipo NTC (*Negative Temperature Coefficient*), de valor  $10\text{ k}\Omega$  foi usado como medidor de temperatura para controlar uma caldeira elétrica de água quente. A curva típica desse resistor NTC está representada na figura 1.

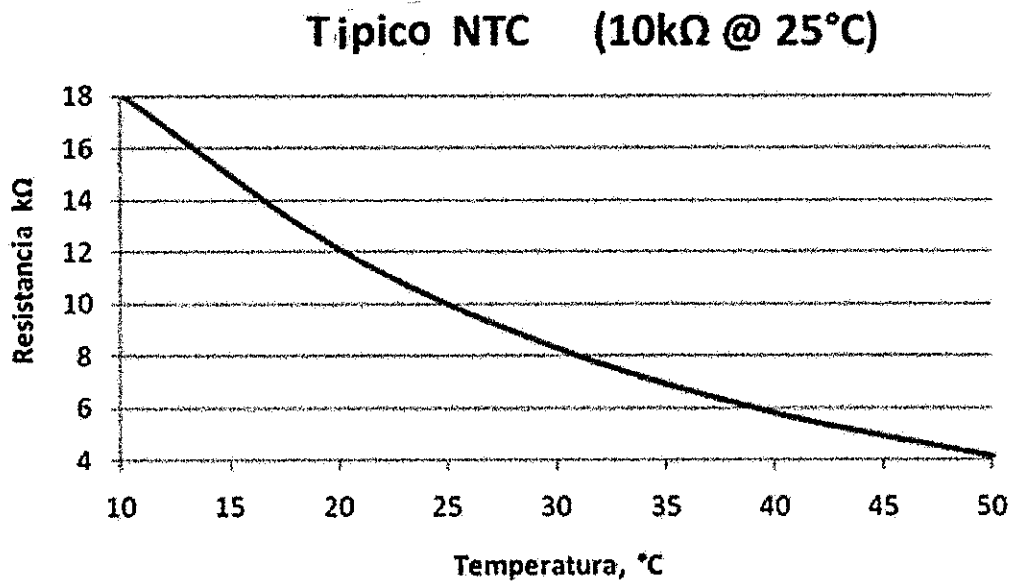


Figura 1 - Curva típica de um resistor NTC de  $10\text{ k}\Omega$ .

Sendo assim, faça o que se pede.

- Sabe-se que o resistor tem comportamento aproximadamente exponencial com valor de  $10\text{ k}\Omega$  a  $25^\circ\text{ C}$  e  $4\text{ k}\Omega$  a  $50^\circ\text{ C}$  como mostra a figura 1. Obtenha a equação característica da resistência  $R$  do NTC ( em  $\Omega$  ) em função da temperatura  $T$  ( em  $^\circ\text{ C}$  ) e determine as suas constantes. (3 pontos)
- De acordo com a equação da resistência  $R$  do NTC ajustada, qual é o valor  $R$  do NTC para uma temperatura de  $100^\circ\text{ C}$ ? (0,5 pontos)
- Um circuito composto por uma fonte de tensão DC, um resistor  $R_1$  e o resistor NTC foi montado na configuração em série. A fonte está conectada no resistor  $R_1$  que, por sua vez, está conectado no resistor NTC. O resistor  $R_1$  limita a corrente no resistor NTC e a tensão no resistor NTC -  $V_{\text{NTC}}$  será usada como a referência para disparar um sistema de aquecimento. Desenhe o circuito proposto. (0,5 pontos)

### Continuação da 2ª questão

- d) No contexto apresentado no item anterior (c), deseja-se uma temperatura de 45°C na caldeira.  
Qual deve ser a tensão  $V_{NTC}$  no resistor NTC, se o valor de  $R_1 = 1k\Omega$  e a tensão de alimentação é de 12V? Mostre os cálculos para determinar o valor de  $V_{NTC}$ . (1 ponto)
- e) No circuito proposto no item (c), acrescente um circuito para medir a tensão  $V_{NTC}$  que seja capaz de habilitar um aquecedor resistivo (aquecer a água da caldeira) de maneira a manter a temperatura próxima de 45° C. Explique a função de cada componente do seu circuito assim como o seu funcionamento. (3 pontos)

Continuação da 2ª questão



Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura 1 mostra o esquema elétrico de um circuito usando um amplificador operacional (conhecido por ampop 741) alimentado por uma fonte de tensão  $V_{cc} = 15V$  e  $V_{ss} = -15V$ .

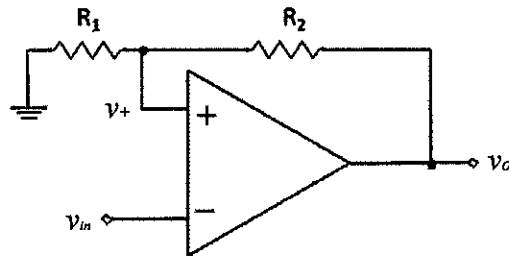


Figura 1- Desenho esquemático de um circuito usando um amplificador operacional.

A tensão  $V_{in}$  ( - negativo do ampop ) controla a tensão de saída  $V_o$  do circuito. Sendo assim, faça o que se pede.

- Para uma tensão  $V_{in}$  próximo de  $V_{cc}$  , qual é a tensão provável de saída  $V_o$  do circuito? (0,5 pontos)
- Para uma tensão  $V_{in}$  próximo de  $V_{ss}$  , qual é a tensão provável de saída  $V_o$  do circuito? (0,5 pontos)
- Determine a equação de transferência da tensão de saída  $V_o$  em função de  $V_{in}$ . (3 pontos)
- Faça um esboço provável à curva de saída  $V_o$  em função de  $V_{in}$  no gráfico 1 de acordo com a equação de transferência ( $V_o \times V_{in}$ ) (3 pontos)

Continuação da 3ª questão

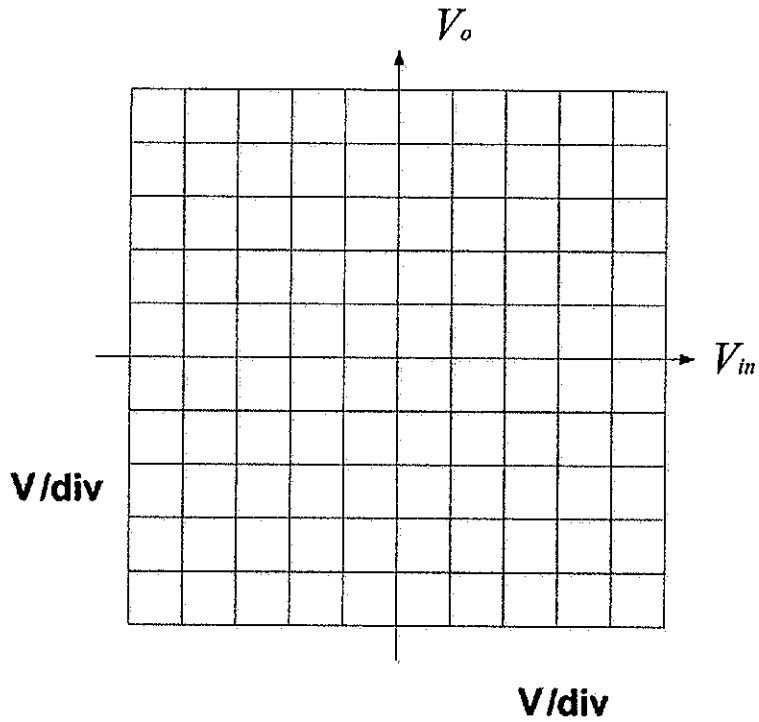


Gráfico 1 - Resposta do circuito  $V_o$  em função de  $V_{in}$ .

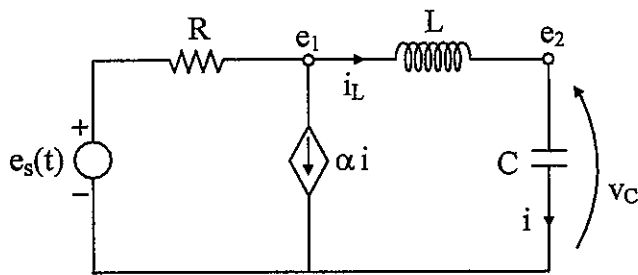
- e) Qual é a finalidade do circuito representado pela figura 1? Dê um exemplo. (1 ponto)

Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere o circuito da Figura 1.



**Figura 1**

Para determinados valores dos parâmetros, o sistema de análise nodal matricial (em Laplace) resultou (unidades do Sistema Internacional):

$$\begin{bmatrix} 1 + 1/2s & -1/2s + 2s \\ -1/2s & 1/2s + s/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1(s) \\ E_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2/s \end{bmatrix}$$

Sendo assim, determine:

- a)  $R, L, C, \alpha$ ; (4 pontos)
- b)  $E_s(s), i_L(0_-), v_C(0_-)$ . (4 pontos)

Continuação da 4ª questão



Continuação da 4ª questão

**5ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere uma casca esférica de raio  $R$ , uniformemente carregada com carga total  $Q$ , e faça o que se pede.

- a) Determine a expressão do potencial  $V(r)$ , para  $r$  positivo, onde  $r$  é a distância do ponto considerado ao centro da casca esférica. Esboce um gráfico de  $V(r)$  em função de  $r$ . (4 pontos)
- b) Determine a energia armazenada na casca esférica. (4 pontos)

Notas:

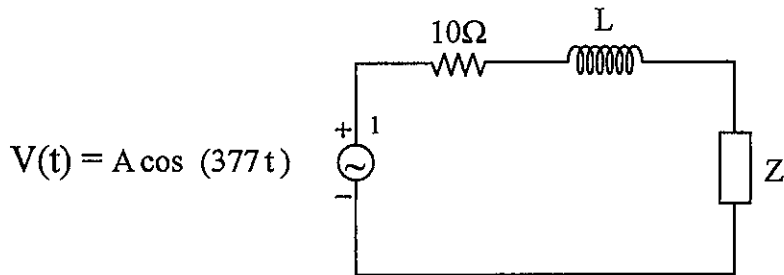
- I) O meio é o vácuo, cuja permissividade é  $\epsilon_0$ .
- II) Na correção desta questão não será considerada eventual propagação de erro do item (a) para o (b), já que existem várias maneiras de resolvê-lo.

Continuação da 5ª questão

Continuação da 5ª questão

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere o circuito da Figura 2, onde Z é uma carga indutiva com  $|Z| = 12,5\Omega$ ,  $P_Z = 3 \text{ kW}$ . O gerador fornece 7kW ao circuito todo (R, L, Z).



**Figura 2**

Sendo assim, faça o que se pede.

- Determine a potência reativa  $Q_Z$  absorvida pela carga Z. (4 pontos)
- Se o fator de potência da associação for  $\cos\phi_T = 0,8$  indutivo, determine a potência aparente complexa fornecida pelo gerador (na forma retangular, isto é,  $P_T + jQ_T$ ). (4 pontos)

Continuação da 6ª questão

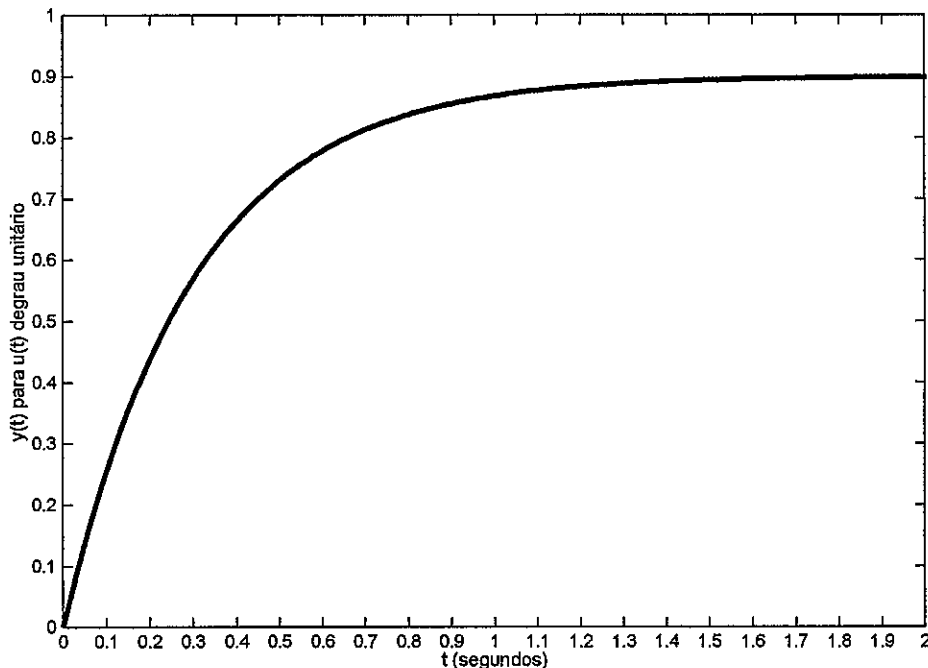
Continuação da 6ª questão

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere a planta dada pela função de transferência  $G_p(s)$  com

$$G_p(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{Ts + 1}.$$

A resposta da planta em malha aberta a uma entrada  $u(t)$  degrau unitário é apresentada no gráfico abaixo.



Sendo assim, faça o que se pede.

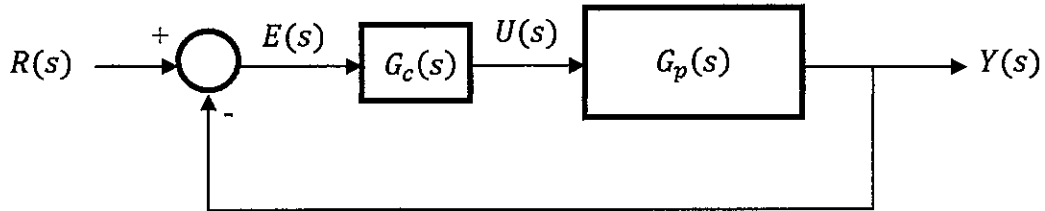
- Obtenha os parâmetros  $K$  e  $T$  da planta. Caso necessário, considere o número de Euler  $e = 2,72$  e  $1/e = 0,37$ . (3 pontos)
- Projete um compensador PI com a seguinte função de transferência. (5 pontos)

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$



Continuação da 7ª questão

O polo da planta precisa ser cancelado e a constante de tempo do sistema em malha fechada tem que ser igual a 0,2 s. Considere o esquema de controle do diagrama abaixo.



Continuação da 7ª questão

Continuação da 7ª questão

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere um sistema dinâmico descrito por

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ -2 & 1,5 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [1 \ 1] x(t)$$

Sendo assim, responda às perguntas a seguir.

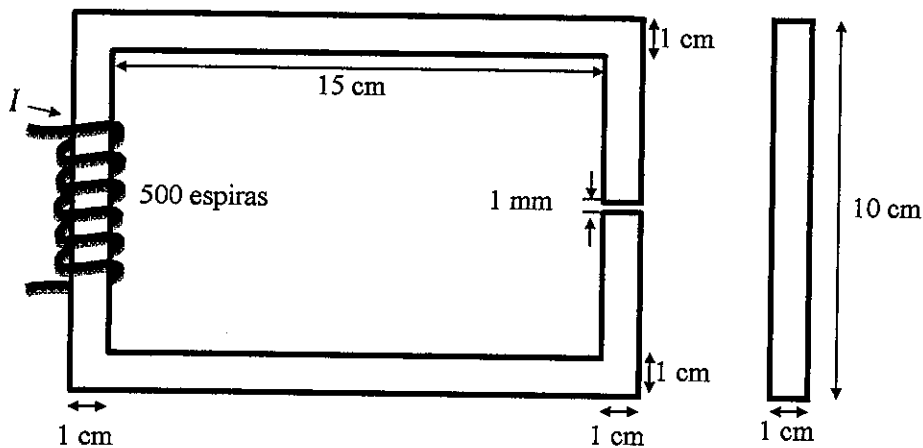
- a) O sistema é assintoticamente estável? Justifique sua resposta. (2 pontos)
- b) O sistema é controlável? Justifique sua resposta. (3 pontos)
- c) O sistema é observável? Justifique sua resposta. (3 pontos)

Continuação da 8ª questão

Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito magnético esquematizado abaixo.



A estrutura desse circuito é composta de um material magnético de permeabilidade relativa  $\mu_r = 2000$ . A bobina de excitação possui 500 espiras. Despreze o efeito do espraiamento do campo no entreferro e assumo que a permeabilidade do vácuo  $\mu_0$  é dada por  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m.

Sendo assim, calcule:

- A corrente  $I$  na bobina de excitação para estabelecer um fluxo magnético no entreferro de 0,0005 Wb. (4 pontos)
- O máximo entreferro para que ainda seja possível estabelecer um fluxo de 0,0005 Wb com uma corrente de 3 A. (2 pontos)
- O fluxo produzido pela mesma corrente de 3 A na bobina de excitação caso não existisse o entreferro (isto é, se o vão fosse preenchido pelo mesmo material do restante da estrutura magnética). (2 pontos)

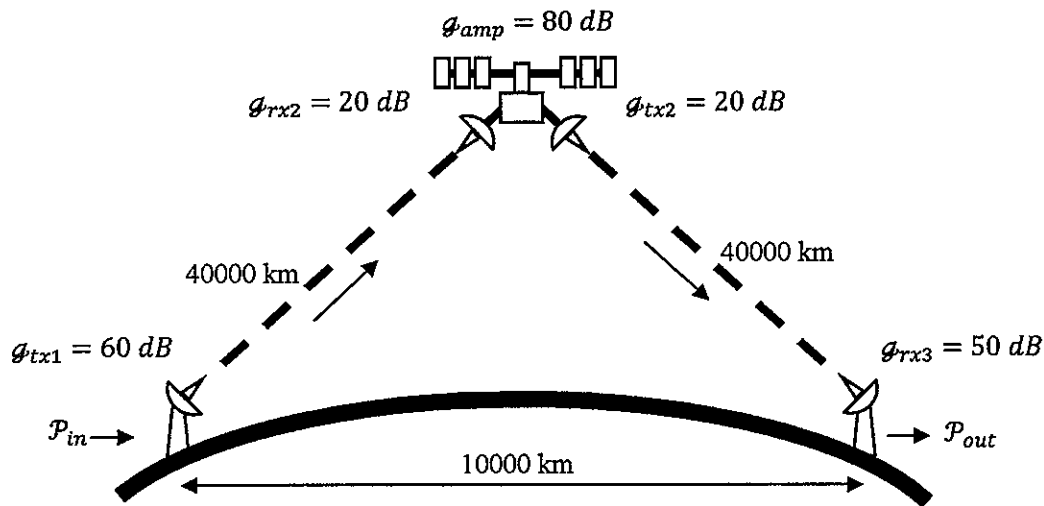
Continuação da 9ª questão



Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o sistema de retransmissão via satélite da figura abaixo.



Um sinal é transmitido do solo através da Antena 1 (com ganho  $G_{tx1}$ ), retransmitido pelo Satélite 2 (com antenas de ganhos  $G_{rx2}$  e  $G_{tx2}$  e um repetidor de ganho  $G_{amp}$ ) e recebido pela Antena 3 (com ganho  $G_{rx3}$ ). A distância do satélite a cada uma das antenas é de 40000 km e a frequência do sinal é de 6 GHz. Suponha que a perda  $L$  em decibéis em decorrência da expansão esférica do sinal seja dada por:

$$L_{dB} = 92,4 + 20 \log_{10} f + 20 \log_{10} \ell$$

onde  $f$  é a frequência do sinal em GHz e  $\ell$  é a distância em km. Sendo assim, faça o que se pede.

- Supondo que a potência inicial do sinal na estação de terra 1 seja  $P_{in} = 100 \text{ W} = 50 \text{ dBm}$ , calcule a potência  $P_{out}$  em  $\text{dBm}$  e Watts recebida na estação de terra 3. (5 pontos)
- Suponha que o Satélite 2 se afaste verticalmente da Terra. Calcule o aumento da perda do sinal em decibéis cada vez que sua distância às antenas dobra. (3 pontos)

**Continuação da 10ª questão**

Caso necessário, utilize a tabela de logaritmos abaixo.

$x$	$\log_{10} x$	$x$	$\log_{10} x$	$x$	$\log_{10} x$	$x$	$\log_{10} x$	$x$	$\log_{10} x$
		2	0,3010	4	0,6021	6	0,7782	8	0,9031
0,1	-1	2,1	0,3222	4,1	0,6128	6,1	0,7853	8,1	0,9085
0,2	-0,6990	2,2	0,3424	4,2	0,6232	6,2	0,7924	8,2	0,9138
0,3	-0,5229	2,3	0,3617	4,3	0,6335	6,3	0,7993	8,3	0,9191
0,4	-0,3979	2,4	0,3802	4,4	0,6435	6,4	0,8062	8,4	0,9243
0,5	-0,3010	2,5	0,3979	4,5	0,6532	6,5	0,8129	8,5	0,9294
0,6	-0,2218	2,6	0,4150	4,6	0,6628	6,6	0,8195	8,6	0,9345
0,7	-0,1549	2,7	0,4314	4,7	0,6721	6,7	0,8261	8,7	0,9395
0,8	-0,0969	2,8	0,4472	4,8	0,6812	6,8	0,8325	8,8	0,9445
0,9	-0,0458	2,9	0,4624	4,9	0,6902	6,9	0,8388	8,9	0,9494
1,0	0	3	0,4771	5	0,6990	7	0,8451	9	0,9542
1,1	0,0414	3,1	0,4914	5,1	0,7076	7,1	0,8513	9,1	0,9590
1,2	0,0792	3,2	0,5051	5,2	0,7160	7,2	0,8573	9,2	0,9638
1,3	0,1139	3,3	0,5185	5,3	0,7243	7,3	0,8633	9,3	0,9685
1,4	0,1461	3,4	0,5315	5,4	0,7324	7,4	0,8692	9,4	0,9731
1,5	0,1761	3,5	0,5441	5,5	0,7404	7,5	0,8751	9,5	0,9777
1,6	0,2041	3,6	0,5563	5,6	0,7482	7,6	0,8808	9,6	0,9823
1,7	0,2304	3,7	0,5682	5,7	0,7559	7,7	0,8865	9,7	0,9868
1,8	0,2553	3,8	0,5798	5,8	0,7634	7,8	0,8921	9,8	0,9912
1,9	0,2788	3,9	0,5911	5,9	0,7709	7,9	0,8976	9,9	0,9956

Continuação da 10ª questão

Continuação da 10ª questão

Continuação da 10ª questão