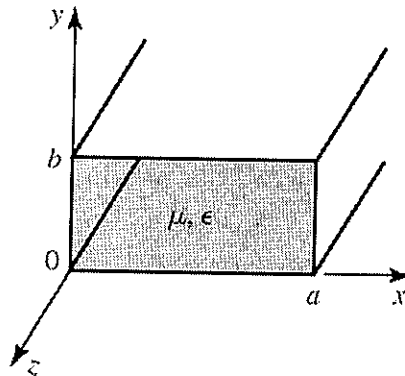




CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir apresenta um guia de ondas retangular cujas paredes são constituídas por condutores perfeitos, tendo seu interior preenchido por ar ( $\epsilon_r=1$ ). A maior e a menor dimensões da secção transversal desse guia de onda são "a" e "b", respectivamente.



Dados:

$$f_c = \frac{v}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2} \quad v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda_g = \lambda / \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad \lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/s}$$

- Determine a dimensão "a" da secção transversal do guia de ondas para que a frequência de corte do modo fundamental,  $TE_{10}$ , seja 2,5 GHz. (1,5 ponto)
- Calcule a frequência de corte dos modos  $TE_{01}$ ,  $TE_{20}$  e  $TE_{02}$ , adotando que a menor dimensão da secção transversal do guia de ondas é  $b=a/3$ . (1,5 ponto)
- Calcule a frequência de corte dos modos  $TE_{01}$ ,  $TE_{20}$  e  $TE_{02}$ , adotando que a menor dimensão da secção transversal do guia de ondas é  $b= a/2$ . (1,5 ponto)
- Calcule a frequência de corte dos modos  $TE_{01}$ ,  $TE_{20}$  e  $TE_{02}$ , adotando que a menor dimensão da secção transversal do guia de ondas é  $b=2a/3$ . (1,5 ponto)
- Qual é a faixa de frequências em que o guia de ondas representado na figura opera em um único modo de propagação, em cada um dos três casos:  $b=a/3$ ,  $b=a/2$  e  $b=2a/3$ ? (1 ponto)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS Concurso: CP-CEM/2017  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

f) Comente como a menor dimensão da secção transversal do guia de ondas retangular "b" afeta a faixa de frequências de operação do guia de ondas, na qual se deseja somente propagação do modo fundamental. (1 ponto)

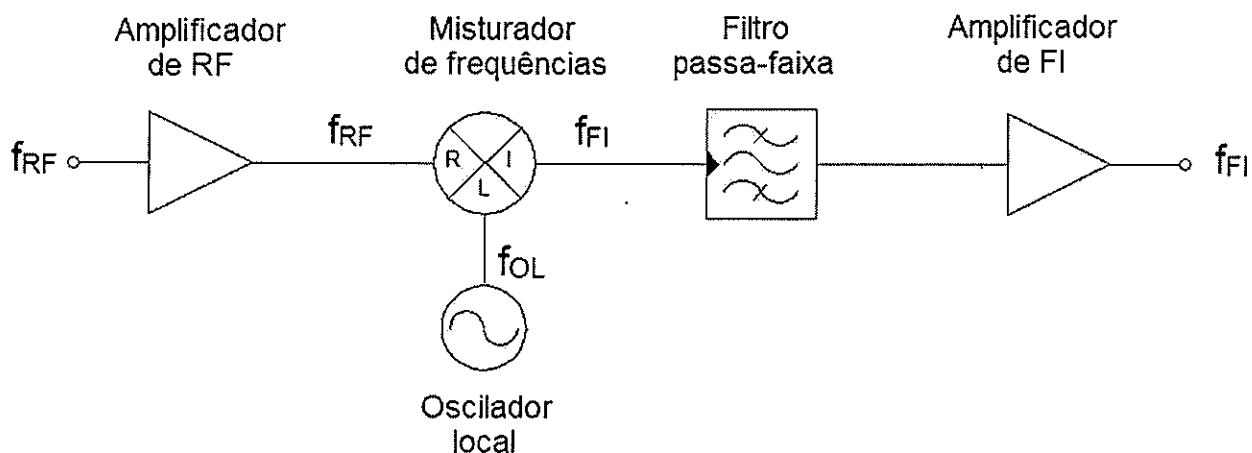
Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir apresenta o diagrama de blocos de um receptor.



As tabelas abaixo apresentam características de componentes do receptor e do sistema.

Componente	Ganho	Perda	Figura de Ruído
Amplificador de RF	10 dB	---	2 dB
Misturador de frequências	---	5 dB	6 dB
Filtro passa-faixa	---	1 dB	1 dB
Amplificador de FI	20 dB	---	3 dB

Frequência de RF	10 GHz
Frequência de IF	100 MHz
Potência de entrada	-34 dBm

Dados:

$$F_{receptor} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 \cdot G_2 \dots G_{n-1}}$$

$F_i$  e  $G_i$ : valores numéricos (e não em dB)

$$G(\text{dB}) = 10 \cdot \log G$$

$$P(\text{dBm}) = 10 \cdot \log \left( \frac{P(\text{mW})}{1 \text{ mW}} \right)$$

x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$10^x$	1,259	1,585	1,995	2,512	3,162	3,981	5,011	6,309	7,943

- a) Calcule o ganho total do receptor em dB e a potência de saída em mW e em dBm. (2 pontos)
- b) Qual a figura de ruído (F) do receptor? (4 pontos)
- c) Considerando as frequências de RF e FI, quais são as duas possíveis frequências para o oscilador local? (1 ponto)
- d) Que componente do diagrama de blocos do receptor tem maior impacto em sua figura de ruído? Justifique sua resposta. (1 ponto)



Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

**3ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um satélite de órbita baixa emite um sinal em 3 GHz com E.I.R.P. de 100 W.

Um usuário localizado na Terra, a  $2.500/\pi$  km de distância desse satélite, deseja especificar uma antena que entregue ao receptor de seu sistema potência de -90 dBm.

Dados:

$P_r(\text{dBm}) = G_r(\text{dB}) + \text{E.I.R.P.}(\text{dBm}) - 20 \cdot \log \frac{4 \cdot \pi \cdot R}{\lambda}$		R: distância entre antenas de recepção e de transmissão
$\lambda = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} \cdot f}$	c=3x10 <sup>8</sup> m/s no vácuo	
$G_r \approx \frac{4 \cdot \pi}{\lambda^2} \cdot A_e$	A <sub>e</sub> : área efetiva da antena	
$Z_0 = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}$	$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{b}{a} (\Omega)$	$P(\text{dBm}) = 10 \cdot \log \left( \frac{P(\text{mW})}{1 \text{ mW}} \right)$

x	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
e <sup>x</sup>	1,11	1,22	1,35	1,65	2,72	4,48	7,39	20,09	54,60

- Calcule o ganho da antena a ser utilizada no receptor em Terra, considerando condições ideais de propagação, sem que haja perda de sinal devido a erros de polarização ou por descasamento de impedância. (3 pontos)
- Sabendo que o usuário optou por utilizar uma antena parabólica, determine o raio do refletor da antena, assumindo que a área efetiva da antena pode ser aproximada pela área da abertura da parábola. (2 pontos).
- Sabendo-se que a impedância da antena de recepção adquirida pelo usuário é 50 Ω e que a impedância de entrada do receptor é 72 Ω, foi projetado um circuito de casamento de impedância usando um trecho de linha de transmissão com um quarto de comprimento de onda ( $\lambda/4$ ) para interconectar esses componentes. Esse circuito foi fabricado usando um cabo coaxial com condutor central com 1 mm de diâmetro, preenchido por dielétrico com constante dielétrica relativa igual a 4. Calcule a impedância característica da linha de transmissão de  $\lambda/4$ , seu comprimento físico e o diâmetro externo do cabo coaxial a ser utilizado. (3 pontos)

Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

A intensidade de radiação de uma antena em função dos ângulos de elevação ( $\theta$ ) e azimute ( $\phi$ ) é dada por:

$$U(\theta, \phi) = 8 \cdot \text{sen}(\theta) \cdot \text{sen}^2(\phi) \text{ (W/rad}^2\text{)} \text{ para } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \text{ e } 0 \leq \phi \leq 2\pi$$

$$U(\theta, \phi) = 0 \text{ para as demais regiões do espaço.}$$

Dados:

$P_{rad} = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} U(\theta, \phi) \cdot \text{sen}\theta \cdot d\theta \cdot d\phi$	$D(\theta, \phi) = \frac{4\pi \cdot U(\theta, \phi)}{P_{rad}}$
$\int \text{sen}^2(ax) dx = \frac{ax}{2} - \frac{\text{sen}(2ax)}{4a}$	$\int \text{sen}^4(ax) dx = \frac{3x}{8} - \frac{\text{sen}(2ax)}{4a} + \frac{\text{sen}(4ax)}{32a}$
$\int \text{cos}^n(ax) \text{sen}(ax) dx = -\frac{\text{cos}^{n+1}(ax)}{(n+1)a}$	$\int \text{sen}^n(ax) \text{cos}(ax) dx = \frac{\text{sen}^{n+1}(ax)}{(n+1)a}$

<b>x</b>	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°	180°
<b>sen(x)</b>	0	0,5	0,707	0,866	1	0,866	0,707	0,5	0

- a) Calcule a potência total radiada pela antena. (4 pontos)
- b) Determine: a equação da diretividade da antena; o ângulo de elevação ( $\theta$ ) em que a antena apresenta máxima diretividade; e o valor da diretividade máxima da antena. (2 pontos)
- c) Calcule a largura de feixe de meia potência (ângulo de meia potência) no plano de elevação ( $\theta$ ) e a largura de feixe de meia potência (ângulo de meia potência) no plano de azimute ( $\phi$ ). (2 pontos)

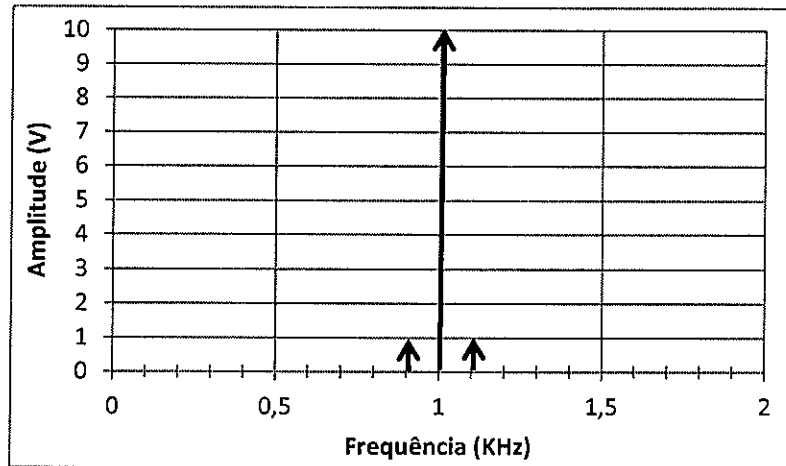
Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão



5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma portadora é modulada em frequência, com baixo índice de modulação, por um sinal  $m(t) = 2 \cdot \cos(\omega_m \cdot t)$ , resultando no espectro de frequências de banda estreita apresentado na figura abaixo.



Dados:

$\Phi_{FM}(t) = A \cdot \cos\left(\omega_c + k_f \cdot \int m(t) \cdot dt\right)$ (1)	$\omega = 2\pi f$
<i>FM de banda larga:</i> $\Phi_{FM}(t) = A \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(\beta) \cdot \cos(\omega_c + n \cdot \omega_m) \cdot t$	

$\beta$ (rd)	$J_n(\beta)$										
	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,9900	0,1000									
0,5	0,9384	0,2422	0,0306	0,002	0,0001						
1	0,7651	0,4400	0,1149	0,0195	0,002	0,0002					
1,5	0,5118	0,5579	0,2320	0,0609	0,0117	0,001	0,002				
2	0,2238	0,5767	0,3528	0,1289	0,0339	0,007	0,001	0,0001			
2,5	-0,048	0,4970	0,4460	0,2166	0,0737	0,0195	0,004	0,0007	0,0001		
3	-0,260	0,3390	0,4860	0,3090	0,1320	0,0430	0,0113	0,002	0,0004		

- a) A partir do espectro de frequência apresentado, determine a frequência da portadora  $f_c$  e sua amplitude  $A$ , e a frequência do sinal modulante  $f_m$ . (2 pontos)
- b) Escreva a equação do sinal modulado em FM, dado que  $k_f = 2\pi$ , usando a equação (1). (3 pontos)
- c) Considere que a portadora desta questão foi modulada com um índice elevado, gerando um sinal de saída banda larga, com componentes cujas amplitudes dependem das funções de Bessel  $J_n(\beta)$ . Liste a frequência e amplitude das raias significativas do espectro do sinal FM para  $\beta=0,5$  e  $\beta=1$ , utilizando valores das

funções de Bessel da tabela fornecida nesta questão. (2 pontos).

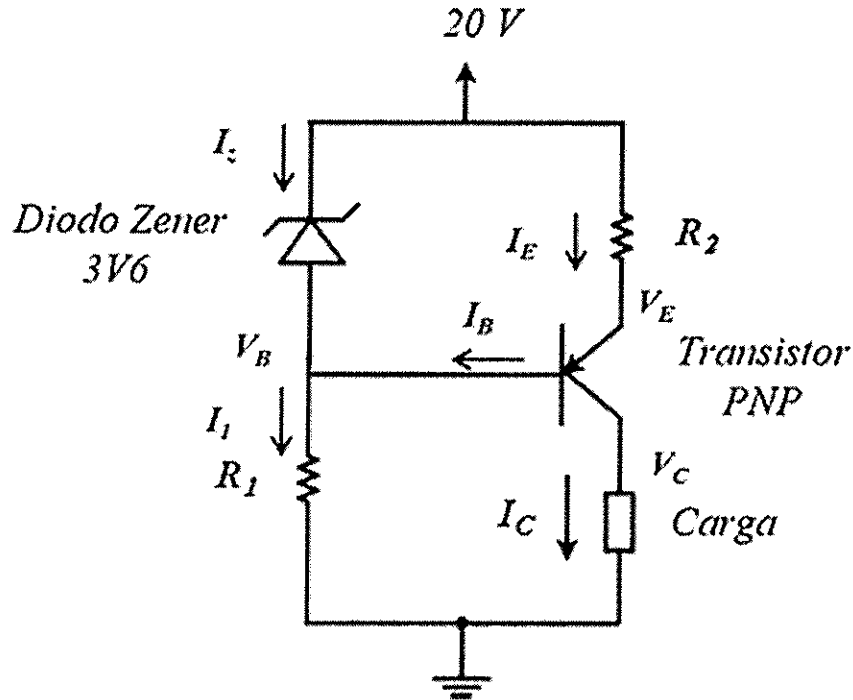
- d) Segundo a tabela acima, qual o primeiro valor aproximado de  $\beta$  para o qual ocorre supressão da portadora do sinal modulado em FM? (1 ponto)

Continuação da 5ª questão

Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere que, no circuito abaixo,  $R_1 = 1k\Omega$ ,  $R_2 = 12\Omega$ , considere também que o ganho de corrente do transistor é  $\beta = I_C/I_B = 50$  e  $V_{EB} = 0,6V$ . Com base nessas informações, faça o que se pede.



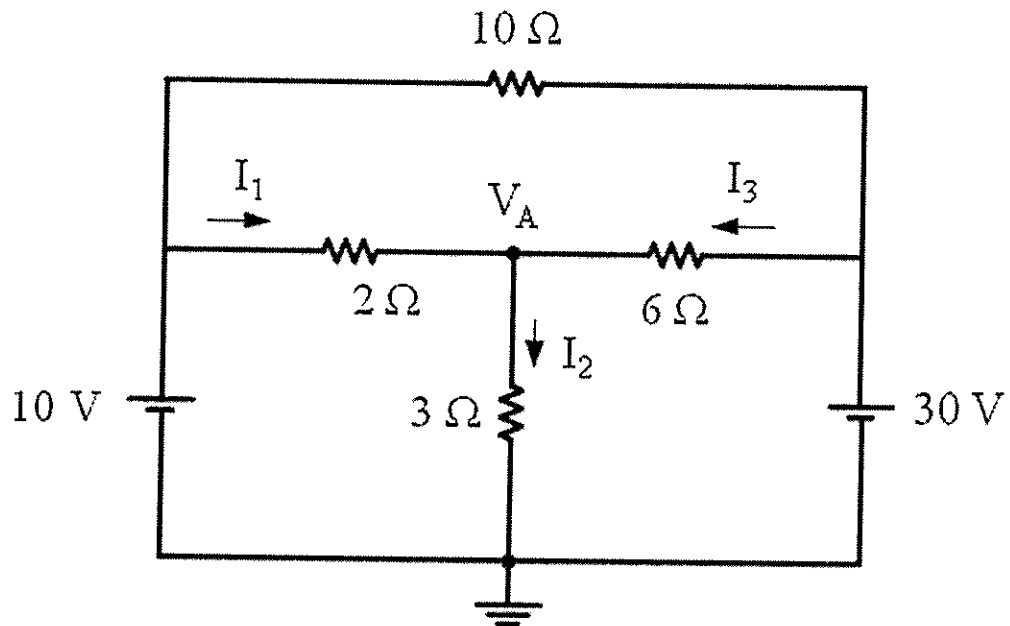
- Determine  $I_C$ . (2 pontos)
- Determine a potência dissipada pelo diodo Zener. (2 pontos)
- Supondo que a carga seja uma resistência de  $40\Omega$ , determine a potência dissipada pelo Transistor. (2,0 pontos)
- Qual é a resistência máxima da carga de modo que a tensão  $V_{EC}$  do transistor não fique menor que  $3,0 V$ ? (2,0 pontos)

Continuação da 6ª questão

Continuação da 6ª questão

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito a seguir.



Com relação ao circuito acima, determine:

- o valor de  $V_A$ . (4 pontos)
- a potência da bateria de 30 V. (2 pontos)
- a potência da bateria de 10 V. (2 pontos)

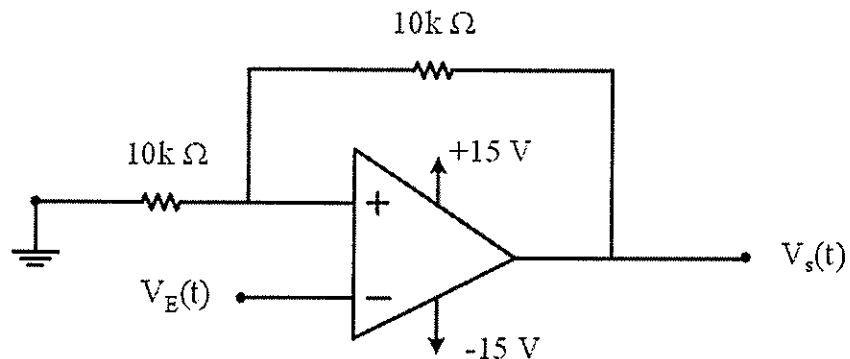


Continuação da 7ª questão

Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

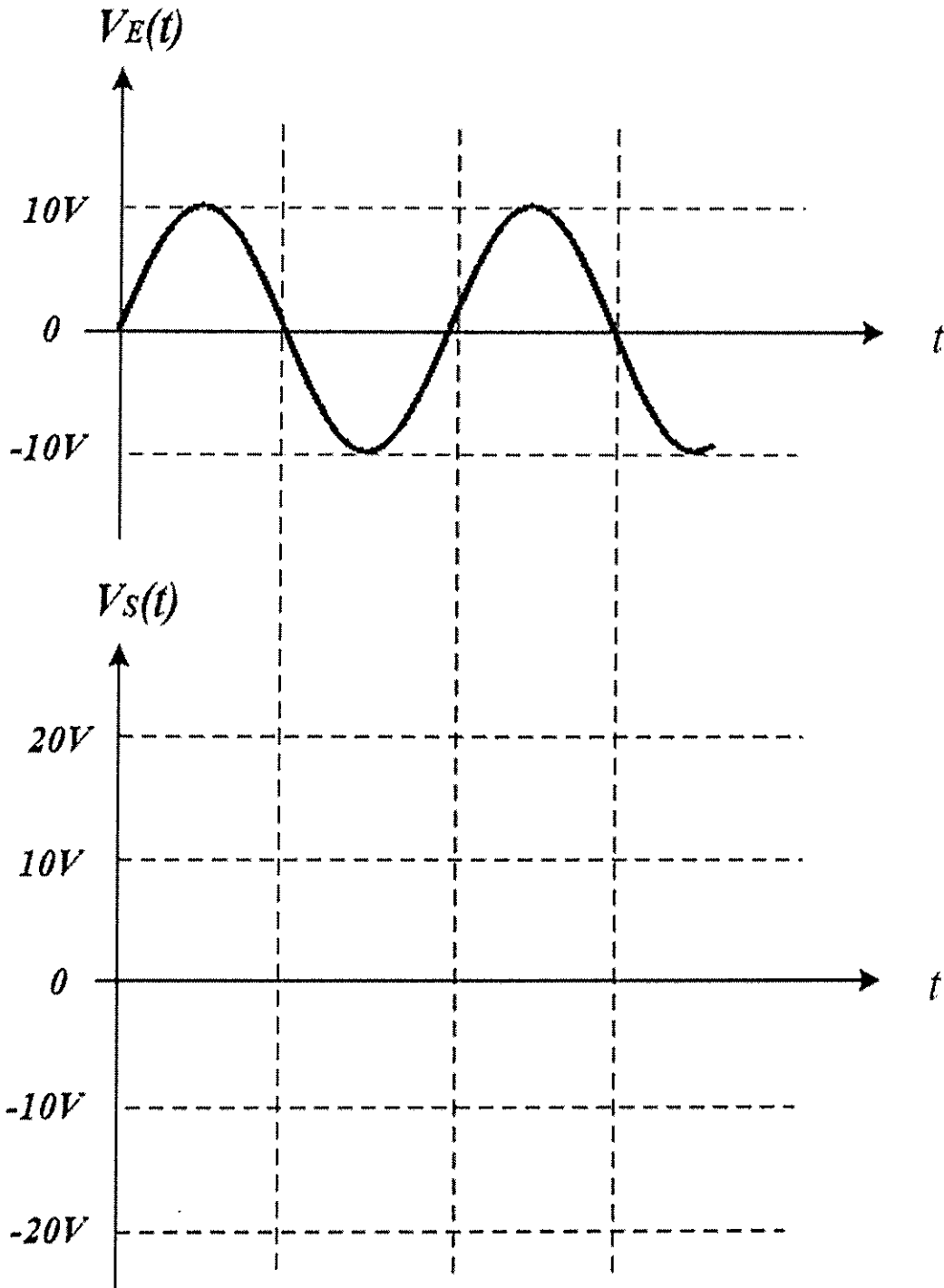
No circuito mostrado na figura a seguir, a tensão de entrada é dada por  $V_E(t) = 10 \sin(628t)$ . Considere que o amplificador operacional é ideal.



Sendo assim, faça o que se pede.

- Explique o funcionamento desse circuito. (3 pontos)
- Esboce a forma de onda de saída,  $V_s(t)$ , utilizando o gráfico fornecido. Indique no gráfico os pontos de transição (mudança de estado do amplificador operacional), os valores máximos e os mínimos. (3 pontos)
- Determine o período do sinal de saída  $V_s(t)$ . Adote  $\pi = 3,14$ . (1 ponto)
- Explique a função desse circuito. (1,0 ponto)

Continuação da 8ª questão



Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito digital mostrado na figura a seguir.

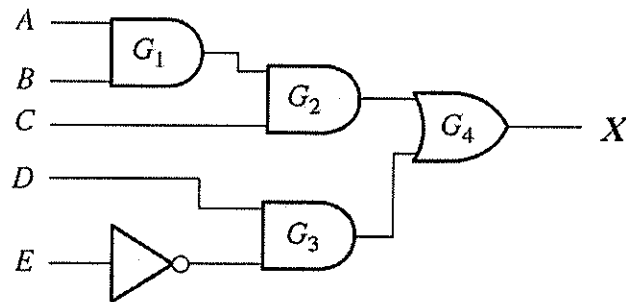


Figura - Circuito Digital

Nesse circuito, foram aplicados nas entradas (A, B, C, D e E) sinais digitais com a forma de onda apresentada no gráfico abaixo. Com base nessas informações, desenhe a forma de onda da saída (x).

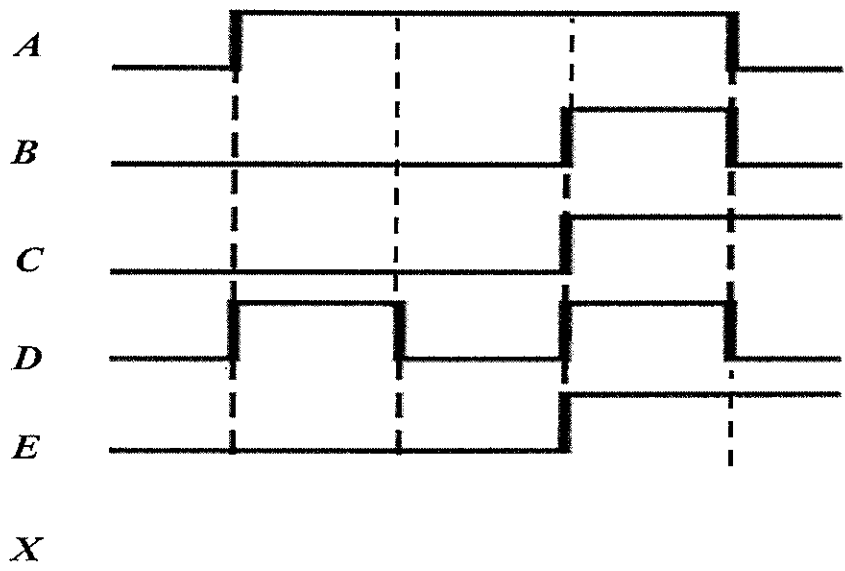


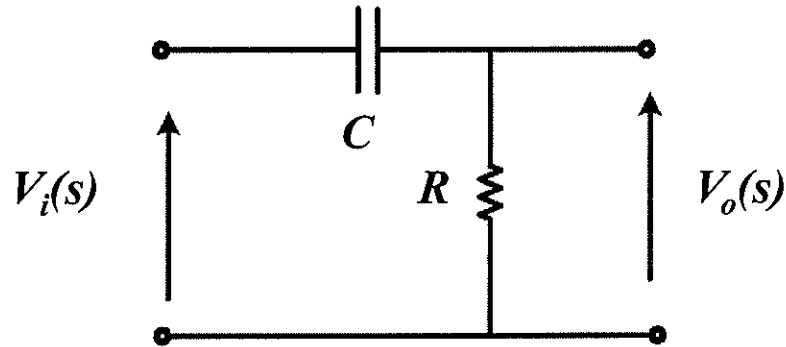
Gráfico - Sinais digitais

- Determine a expressão Booleana da saída X, em função das entradas A, B, C, D e E. (3 pontos)
- Construa uma tabela-verdade com as entradas A, B, C, D e E correspondentes ao gráfico e a saída X. (2,5 pontos)
- Desenhe a forma de onda da saída X. (2,5 pontos)

Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito RC mostrado na figura a seguir e faça o que se pede.



- Determine a função de transferência  $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$  deste circuito no domínio de Laplace. (1 ponto)
- Considerando  $s = j\omega$  (regime permanente senoidal), determine a expressão do módulo,  $|H(j\omega)|$ , e fase  $\varphi(j\omega)$  da função de transferência. (2 pontos)
- Analise o comportamento de  $|H(j\omega)|$  em função da frequência, em especial para  $\omega \ll 1/RC$ ;  $\omega \gg 1/RC$  e  $\omega = 1/RC$ . (1,5 ponto)
- Analise o comportamento de  $\varphi(j\omega)$  em função da frequência, em especial para  $\omega \ll 1/RC$ ;  $\omega \gg 1/RC$  e  $\omega = 1/RC$ . (1,5 ponto)
- Faça um esboço da curva de resposta em frequência do circuito. (2 ponto)



Continuação da 10ª questão

Continuação da 10ª questão

Continuação da 10ª questão