

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2020)

**ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES**

**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) desprezar 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.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

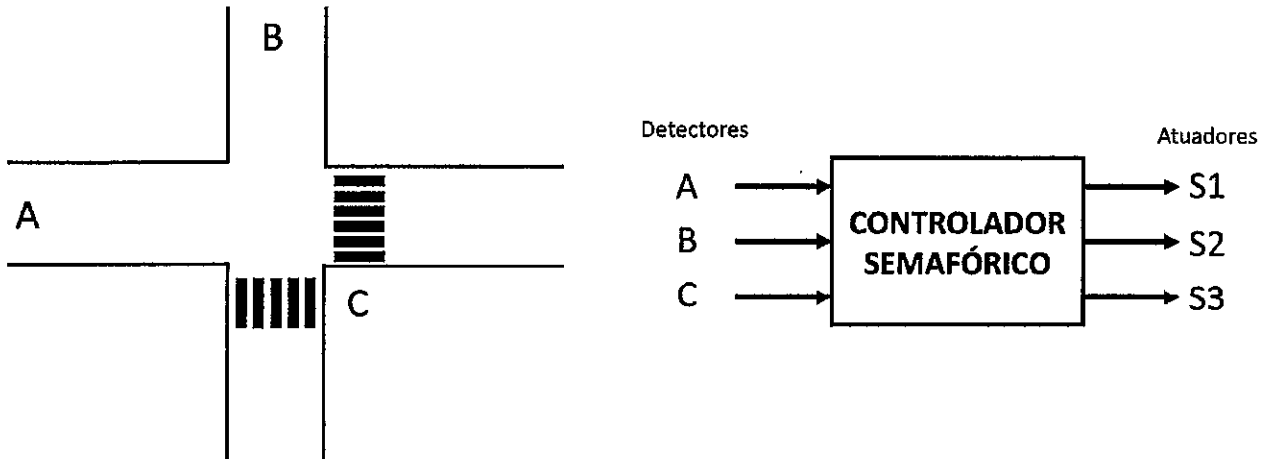
RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE <sub>ns</sub> M
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2020					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE		NOTA
				000 A 080		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir ilustra um cruzamento formado pelas ruas A e B e pelas faixas de pedestres C e um controlador semafórico.



Pelas ruas A e B passam somente veículos. Já pelas faixas transversais às ruas A e B passam somente pedestres. A ordem de prioridade (maior para menor) de passagem dos pedestres e dos veículos é a seguinte:

- Pedestres;
- Veículos na rua A; e
- Veículos na rua B.

O controlador semafórico é constituído por 3 entradas e 3 saídas:

- as entradas (A, B e C) estão conectadas aos detectores de veículos (A e B) e ao detector de pedestres (C), o qual atende a ambas as faixas de pedestres.

**Continuação da 1ª questão**

- as S1, S2 e S3 são as saídas dos atuadores responsáveis pelo acionamento dos semáforos da rua A, da rua B e das faixas de pedestres, respectivamente. Os semáforos só podem assumir um dos dois estados "Verde" ou "Vermelho", nunca os dois estados simultaneamente. Se uma saída do atuador estiver com nível lógico "1", corresponderá ao "Verde", e o nível lógico "0" corresponderá ao "Vermelho".
- Quando não houver carro ou pedestre, só o semáforo da Rua A ficará "Verde".

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

a) Preencha tabela verdade a seguir com entradas A, B e C e saídas S1, S2 e S3 que representem o funcionamento do controlador semaforico, de tal forma que os semáforos respeitem a ordem de prioridade estabelecida. (4 pontos)

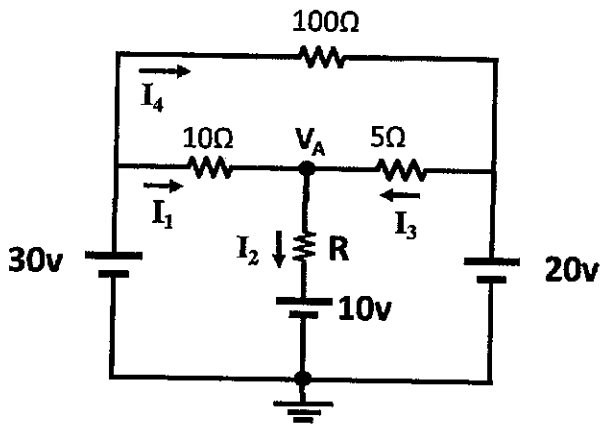
A	B	C	S1	S2	S3

**Continuação da 1ª questão**

b) Encontre as expressões booleanas que representem as saídas do controlador semafórico (S1, S2 e S3) em função das entradas (A, B e C). (4 pontos)

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe o circuito a seguir:

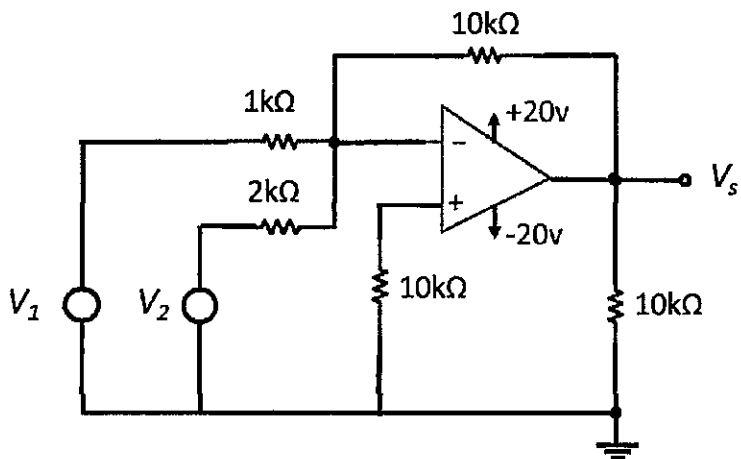


Dado:  $I_2 = 2,5A$

De acordo com as informações apresentadas, determine o valor da resistência  $R$ . (8 pontos)

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe o circuito abaixo.



Tem-se que:

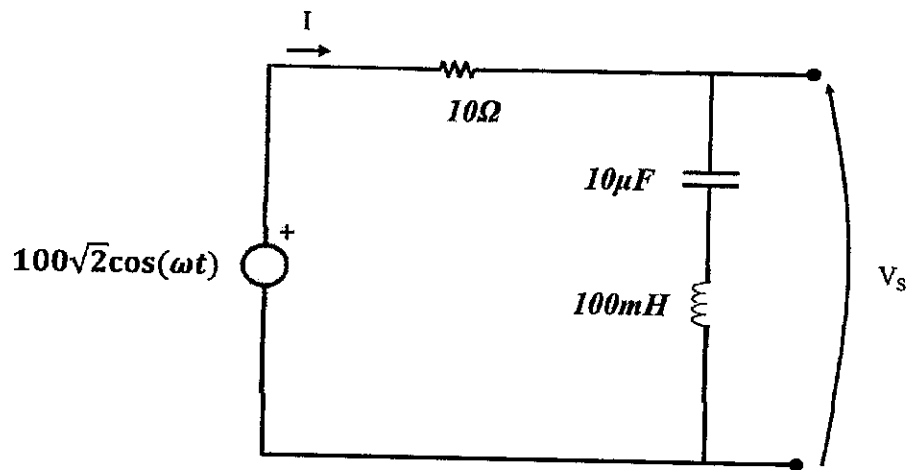
$$V_1 = 2\cos(100t)$$

$$V_2 = 4\sin(100t)$$

Calcule a amplitude e a fase (em relação ao sinal  $V_1$ ) do sinal de saída  $V_s$ . (8 pontos)

4ª QUESTÃO (8 pontos)

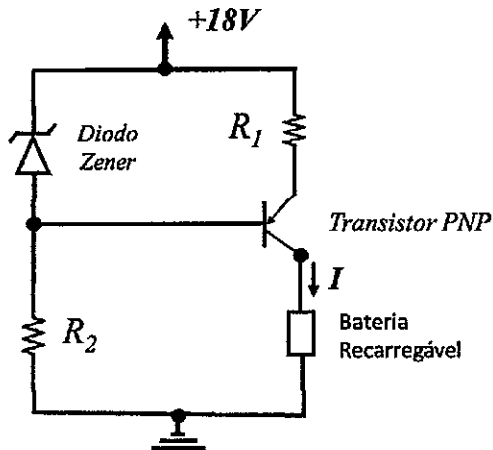
Observe o seguinte circuito:



Determine as frequências angulares  $\omega_1$  e  $\omega_2$ , em que o módulo da impedância equivalente de saída (capacitor em série com o indutor) seja igual ao do resistor. (8 pontos)

5ª QUESTÃO (8 pontos)

É apresentado a seguir um circuito para carga de Baterias Recarregáveis.



Dados:

- tensão do diodo zener é 3,6V;
- tensão nominal da bateria é 12V; e
- ganho de corrente do transistor é 100.

Com base nas informações acima, determine:

- a) o valor de  $R_1$  para que a corrente de carga seja de 2,0A; (3 pontos)
- b) o valor de  $R_2$  para que a corrente de operação do diodo zener seja de aproximadamente 30mA; e (3 pontos)
- c) a potência dissipada no transistor supondo que o valor da tensão da bateria seja a nominal. (2 pontos)



**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Uma onda eletromagnética com frequência de 100 MHz propaga-se com velocidade de propagação de  $10^8$  m/s, em um meio não-magnético ( $\mu_r=1$ ). O meio apresenta perdas condutivas que fazem com que a amplitude desse campo eletromagnético seja reduzida em 20% a cada metro percorrido por ele. Sabe-se, adicionalmente que o campo elétrico está adiantado de 30 graus em relação ao campo magnético. Dados:

$$E(z,t) = E_0 \cdot e^{-\alpha z} \cdot \cos(\omega t - \beta z) \quad (V/m)$$

$$1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$\delta_s = \frac{1}{\alpha}$$

$$|\eta| = \frac{\sqrt{\mu/\epsilon}}{\left[1 + \left(\frac{\sigma}{\omega\epsilon}\right)^2\right]^{1/4}} \quad (\Omega)$$

$$\text{tg}(2\theta_\eta) = \frac{\sigma}{\omega\epsilon}$$

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \cdot \mu_r}} \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_p = \omega/\beta \quad (m/s)$$

Meio dielétrico:  $\sigma \leq \omega \cdot \epsilon/100$

Meio condutor:  $\sigma \geq 100 \cdot \omega \cdot \epsilon$

$$\mu = \mu_r \mu_0 \quad (H/m)$$

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \quad (H/m)$$

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0 \quad (F/m)$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \quad (F/m)$$

<b>a</b>	0,5	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5
<b>ln(a)</b>	-0,693	-0,223	0	0,223	0,405	0,693	0,916

<b>x</b>	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
<b>tg(x)</b>	0	0,268	0,577	1,000	1,732	3,732	infinito

De acordo com as informações apresentadas, e considerando nos itens a), b), c) e d), uma onda eletromagnética de 100 MHz, determine:

- a) a constante de atenuação do meio; (2 pontos)
- b) a constante de propagação do meio; (1 ponto)
- c) a constante dielétrica relativa do meio; (1 ponto)
- d) a condutividade do meio; e (2 pontos)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

**Continuação da 6ª questão**

e) Em que faixa de frequência esse meio é considerado condutor e em que faixa de frequência ele é considerado dielétrico. (2 pontos)

Continuação da 6ª questão

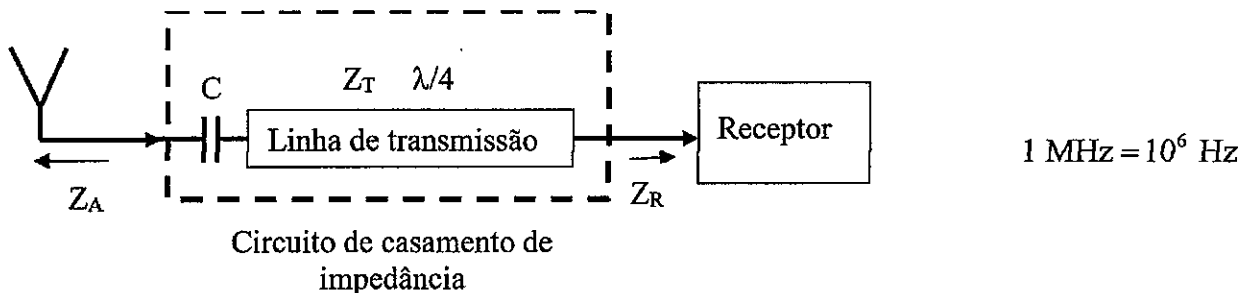
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Uma antena do tipo dipolo, de meio comprimento de onda, foi projetada para operar na frequência de 300 MHz, sendo que sua impedância de entrada nessa frequência resultou em  $73 + j42 \Omega$ . A antena em questão será conectada a um receptor com impedância de entrada de  $50 \Omega$ . Um circuito foi desenvolvido para fazer o casamento de impedância entre a antena e o receptor em 300 MHz, sendo constituído por um capacitor em série com um transformador de impedância de um quarto de comprimento de onda, como mostrado na figura abaixo.

Dados:



$$\lambda_0 = \frac{c}{f}$$

$$c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s} \quad Z_T = \sqrt{Z_A \cdot Z_R} \quad \omega = 2\pi \cdot f$$

$$e_{imp} = (1 - |\Gamma_r|^2)$$

$$\Gamma_r = \frac{Z_A - Z_R^*}{Z_A + Z_R^*} \quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad X_L = \omega \cdot L$$

Com base nas informações acima, responda os itens a seguir.

- Qual o valor do comprimento total da antena? (2 pontos)
- Qual é o erro por descasamento de impedância, quando a antena é conectada diretamente ao receptor, sem o circuito de casamento de impedância? (2 pontos)
- Qual é a função do capacitor no circuito de casamento de impedância e qual deve ser sua capacitância? (2 pontos)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

**Continuação da 7ª questão**

- d) Qual é a função do transformador de um quarto de comprimento de onda do circuito de casamento de impedância e qual deve ser sua impedância característica? (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Uma rede de WiFi sem fio emprega um roteador WiFi operando em 5 GHz, conectado a um transmissor de 1 W. O sinal do roteador é transmitido para o ambiente através de uma antena com ganho de 2 vezes. O dispositivo móvel de um usuário conecta-se a essa rede WiFi sem fio através de uma antena com ganho 3 vezes e entrega o sinal recebido a um amplificador de recepção, que precisa receber sinais com potência igual ou maior a  $10^{-6}$  mW para operar adequadamente. Considere que o casamento de impedância das antenas com o transmissor e com o receptor é ideal.

Dados:

$$P_R = \frac{G_R \cdot G_T \cdot \lambda_0^2}{(4\pi \cdot R)^2} \cdot P_T \quad \lambda_0 = \frac{c}{f} \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad 1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

$$S_{AVG} = \frac{G_T \cdot P_T}{4\pi \cdot R^2} \quad P_{R\_móvil} = \frac{G_T \cdot G_R \cdot P_T \cdot h_1^2 \cdot h_2^2}{R_d^4}$$

De acordo com os dados apresentados, calcule:

- a) a máxima distância entre o dispositivo móvel do usuário e o roteador WiFi para que a conexão sem fio funcione adequadamente, sem perda do sinal de WiFi. Considere condições ideais de propagação do sinal e que o usuário do sistema WiFi está localizado em visada direta com o roteador WiFi. (2 pontos)
- b) a máxima distância a ser mantida entre o equipamento móvel do usuário e o roteador sem fio para que a conexão sem fio funcione adequadamente, admitindo que entre o usuário e o roteador existe uma parede que atenua em 10 vezes a potência recebida pelo usuário. (2 pontos)

**Continuação da 8ª questão**

- c) a distância mínima segura a ser mantida entre o usuário e a antena do roteador WiFi, supondo que o usuário encontra-se próximo do roteador WiFi, sendo radiado diretamente pelo mesmo, sem obstáculos entre eles ou reflexões no ambiente. Considere que  $3 \text{ mW/cm}^2$  seja o valor máximo da densidade potência (SAVG) a que o usuário pode ficar exposto continuamente a uma onda eletromagnética de 5 GHz sem danos para saúde devido a efeitos térmicos. (2 pontos).
- d) a distância máxima  $R_d$  entre o equipamento móvel do usuário e roteador WiFi para recepção adequada da informação, considerando que o equipamento do usuário recebe o sinal de WiFi por meio de dois caminhos: sinal direto e um único sinal refletido no solo, sofrendo o efeito de multi-percurso. Considere que a antena do roteador está na altura  $h_1 = 1 \text{ m}$  acima do solo, que a antena do equipamento do usuário está na altura  $h_2 = 0,5 \text{ m}$  acima do solo. (2 pontos)



Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

O circuito esquemático apresentado na figura abaixo opera na frequência de 1 GHz, é composto por três trechos de linhas de transmissão, e será fabricado usando cabos coaxiais ou linhas de microfita. Os cabos coaxiais a serem considerados nesse projeto têm condutor interno com diâmetro  $a=1$  cm e são preenchidos com dielétrico de  $\epsilon_r=4$  e  $\mu_r=1$ . As linhas de microfita serão construídas sobre substrato usando o mesmo dielétrico, com espessura  $h = 2$  mm.

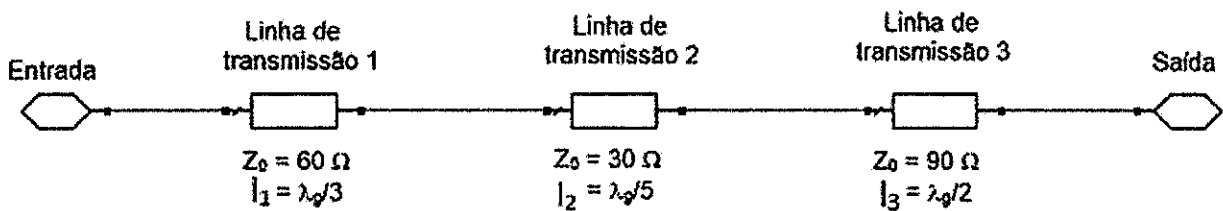


Figura: circuito usando três trechos de linha de transmissão.

Dados:

Cabos coaxiais

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) \quad \lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad \lambda_0 = \frac{c}{f} \quad c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s} \quad 1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
e	1,10	1,22	1,34	1,49	1,64	2,71	4,48	7,38	12,1	20,0	33,1
x	5	1	9	1	8	8	1	9	82	85	15

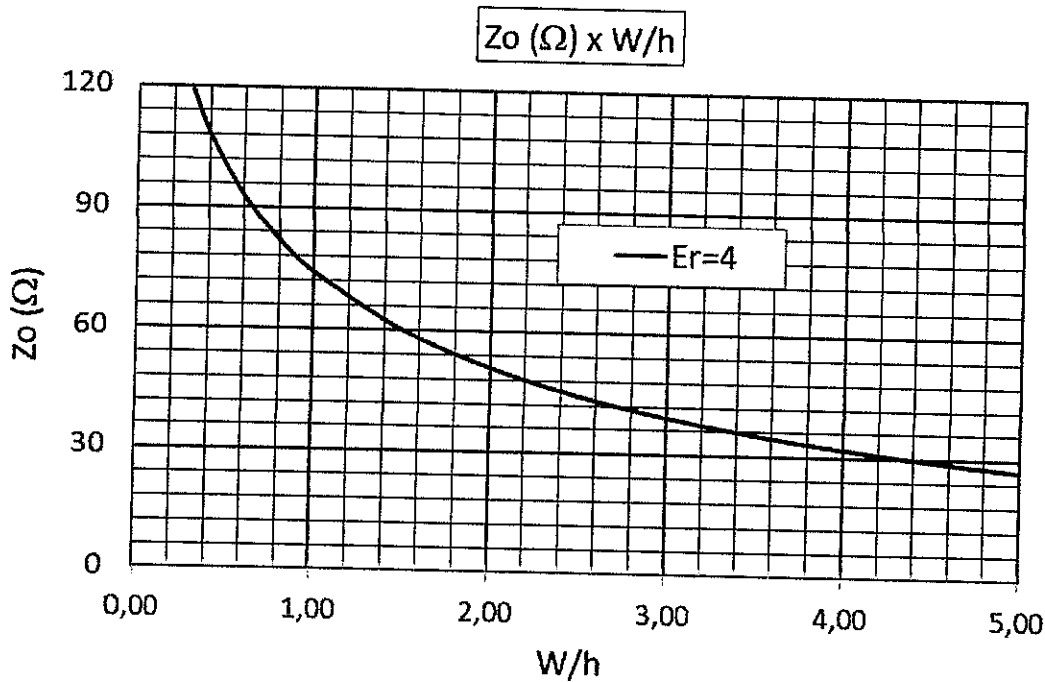
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

Continuação da 9ª questão

Linhas de microfita

$$\epsilon_{ef} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \cdot \sqrt{1 + 12 \cdot \frac{h}{W}}} \quad \lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{ef}}} \quad \lambda_0 = \frac{c}{f} \quad c = 3 \cdot 10^{11} \text{ mm/s}$$



Impedância característica da linha de microfita versus W/h,  $\epsilon_r=4$ .

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo.

- a) Sabendo que o circuito será fabricado em tecnologia coaxial, dimensione os cabos coaxiais a serem usados, calculando para cada trecho de cabo coaxial: o diâmetro do condutor externo ( $b_1, b_2, b_3$ ) e o comprimento do cabo coaxial ( $l_1, l_2, l_3$ ). (3 pontos)

**Continuação da 9ª questão**

b) O circuito será fabricado usando linhas de microfita. Desse modo, determine para cada trecho de linha de microfita: a largura microfita ( $w_1, w_2, w_3$ ), a constante dielétrica efetiva ( $E_{ef1}, E_{ef2}$  e  $E_{ef3}$ ) e seu comprimento ( $l_1, l_2, l_3$ ). (5 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um guia de ondas circular metálico, preenchido com ar, que tem raio interno  $a=2$  cm, como mostrado na figura abaixo.

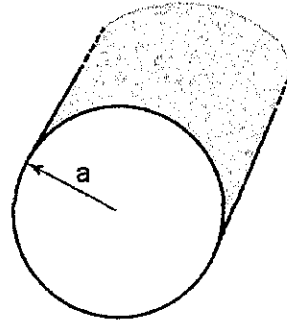


Figura. Guia de ondas circular

Dados:

Modos  $TE_{nm}$

$$f_c = \frac{v}{2\pi \cdot a} \cdot p'_{nm}$$

$n$	$p'_{n1}$	$p'_{n2}$	$p'_{n3}$
0	3.832	7.016	10.174
1	1.841	5.331	8.536
2	3.054	6.706	9.970

$$k_c = \frac{p'_{nm}}{a}$$

$$k = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$$

$$\beta = \sqrt{k^2 - k_c^2}$$

$$\lambda_g = \frac{2\pi}{\beta}$$

Modos  $TM_{nm}$

$$f_c = \frac{v}{2\pi \cdot a} \cdot p_{nm}$$

$n$	$p_{n1}$	$p_{n2}$	$p_{n3}$
0	2.405	5.520	8.654
1	3.832	7.016	10.174
2	5.135	8.417	11.620

$$k_c = \frac{p_{nm}}{a}$$

$$k = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$$

$$\beta = \sqrt{k^2 - k_c^2}$$

$$\lambda_g = \frac{2\pi}{\beta}$$

$$c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s} \quad \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-9} \text{ H/cm} \quad \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm} \quad 1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

De acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo.

- a) Calcule a frequência de corte dos 4 primeiros modos que se propagam nesse guia de ondas, indicando se são modos TE ou TM. (4 pontos)

**Continuação da 10ª questão**

- b) Determine a faixa de frequência recomendada para a operação desse guia de ondas. Justifique sua resposta. (1 ponto)
- c) Calcule a constante de propagação e o comprimento de onda eletromagnética de 6 GHz, propagando-se no modo  $TM_{01}$  no interior desse guia cilíndrico. (3 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2020











