

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2014)

ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
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 PERMITIDO O USO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

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

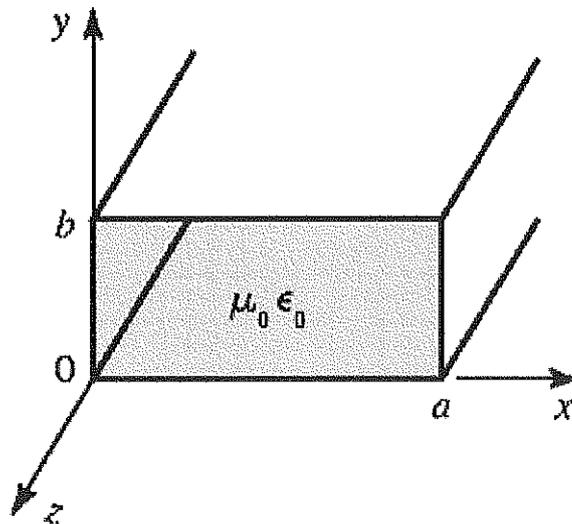
CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2014					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 080			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o guia de ondas retangular oco apresentado na figura abaixo, constituído por paredes condutoras perfeitas e preenchido com vácuo. As dimensões da secção transversal do guia são denominadas por a e b, sendo a maior que b.

Guia de ondas retangular preenchido com vácuo



Dados:

Frequência de corte dos modos  $TE_{mn}$  e  $TM_{mn}$  :

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

c: velocidade da luz no vácuo

- a) Calcule as dimensões a e b dado que a frequência de corte do modo  $TE_{20}$  é 7,5 GHz e a frequência de corte do modo  $TE_{21}$  é 12 GHz. (3 pontos, sendo 1,5 ponto para cada dimensão)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

**Continuação da 1ª questão**

- b) Considere os modos de propagação correspondentes aos índices **m** e **n** apresentados na tabela abaixo. Calcule a frequência de corte de cada um desses modos e indique se correspondem a modo TE, modo TM ou a ambos (TE e TM). (3 pontos, sendo 0,5 ponto para cada par **m, n**)

<b>m</b>	0	1	1	0	2	1
<b>n</b>	1	0	1	2	0	2

- c) Referente ao guia de ondas retangular analisado nesta questão, responda:
- (I) Qual o modo fundamental e a frequência de corte do modo fundamental? (1 ponto)
- (II) Ondas eletromagnéticas de 1 GHz e de 9 GHz são aplicadas a esse guia de ondas. Para cada uma dessas frequências, responda se há propagação de sinal. Caso haja propagação, em que modos ela ocorre? (1 ponto)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

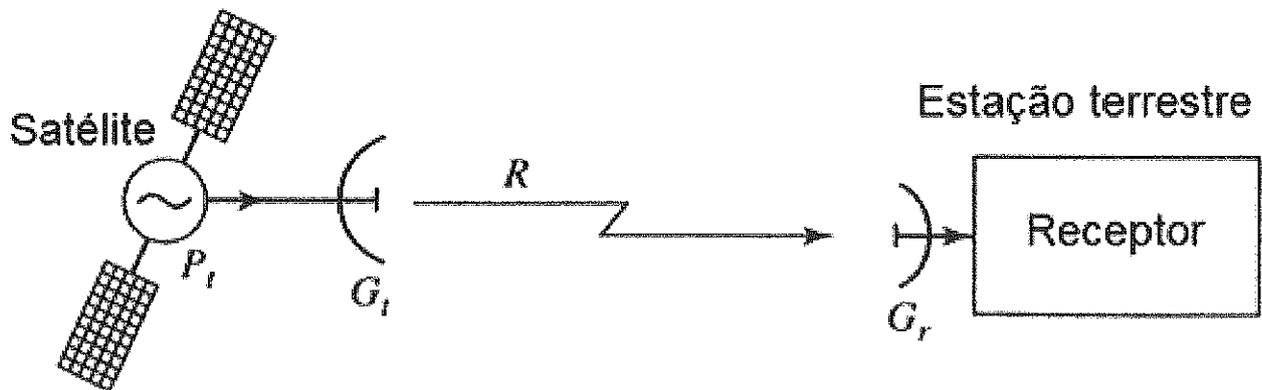
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura a seguir representa um sistema de comunicação via satélite. Suponha que um satélite geoestacionário esteja posicionado a 36.000 Km de uma estação receptora localizada na superfície da Terra e transmita para ela um sinal de 10 GHz, com potência de 20 dBW, através de uma antena com ganho de 1.000 vezes. A estação terrestre, por sua vez, recebe o sinal do satélite através de uma antena com polarização casada com a antena do satélite. A potência entregue pela antena de recepção ao receptor da estação terrestre deve ser de pelo menos  $10^{-11}$  W.



Dados:

$$\text{Potência em dBW: } P(\text{dBW}) = 10\log[P(\text{W})/1\text{W}]$$

$$\text{Equação de transmissão de Friis: } P_r = P_t G_t G_r \lambda^2 / (4\pi R)^2$$

- a) Calcule qual deve ser o ganho mínimo da antena receptora da estação terrestre, considerando condições ideais de propagação. (4 pontos)

### Continuação da 2ª questão

- b) Assumindo que a estação terrestre utilize uma antena com refletor parabólico, calcule qual deve ser o raio do refletor parabólico para que essa antena tenha ganho de 100.000 vezes. Admita que a antena tenha baixas perdas, e utilize a equação aproximada de ganho da antena apresentada a seguir, considerando que a área efetiva da antena,  $A_{ef}$ , seja a área da abertura do refletor parabólico. (4 pontos)

$$G \approx D = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot A_{ef}$$

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um submarino encontra-se submerso no mar e recebe duas ondas TEM (transversais eletromagnéticas), uma delas na frequência de 10 Hz e a outra na frequência de 1 kHz. Assuma que a água do oceano tem condutividade  $\sigma = 4 \text{ S/m}$ , permissividade relativa  $\epsilon_r = 80$  e permeabilidade relativa  $\mu_r = 1$ .

Dados:

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

$$\alpha = \omega \sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2} \left[ \sqrt{1 + \left[ \frac{\sigma}{\omega\epsilon} \right]^2} - 1 \right]} \quad (Np/m) \quad \beta = \omega \sqrt{\frac{\mu\epsilon}{2} \left[ \sqrt{1 + \left[ \frac{\sigma}{\omega\epsilon} \right]^2} + 1 \right]} \quad (rad/m) \quad \omega = 2\pi f$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

- Calcule a constante de atenuação e o número de onda na frequência de 10 Hz. (1 ponto)
- Calcule a constante de atenuação e o número de onda na frequência de 1 kHz. (1 ponto)
- Escreva a equação do campo elétrico da onda nas duas frequências consideradas, assumindo que a onda se propaga segundo o eixo +z, sem reflexões, e tem amplitude 10 V/m. (2 pontos)
- Nas frequências de 10 Hz e de 1 kHz, calcule a amplitude do campo elétrico após a onda percorrer uma distância de 100 metros no oceano. (2 pontos)
- Qual das duas frequências apresentadas, 10 Hz ou 1 kHz, é mais adequada para ser utilizada na comunicação submarina, usando ondas eletromagnéticas? Justifique sua resposta. (2 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

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

$$U(\theta, \phi) = 2 \cdot \cos^3(\theta) \text{ (W/rad}^2\text{)} \text{ para } 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \text{ e } 0 \leq \phi \leq 2\pi,$$

e

$U(\theta, \phi) = 0$  para os demais ângulos.

Dados:

$$P_{rad} = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} U(\theta, \phi) \cdot \sin\theta \cdot d\theta \cdot d\phi$$

$$D(\theta, \phi) = 4\pi U(\theta, \phi) / P_{rad}$$

$$\int \cos^n(x) \sin(x) dx = -\frac{\cos^{n+1}(x)}{(n+1)}$$

a) Calcule a potência total radiada pela antena. (3 pontos)

b) Determine: (3 pontos)

(I) a equação da diretividade da antena.

(II) o ângulo de elevação ( $\theta$ ) em que a antena apresenta máxima diretividade.

(III) o valor da diretividade máxima da antena.

c) Calcule a largura de feixe de meia potência LFMP (ângulo de meia potência), no plano de elevação ( $\theta$ ). (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 4ª questão

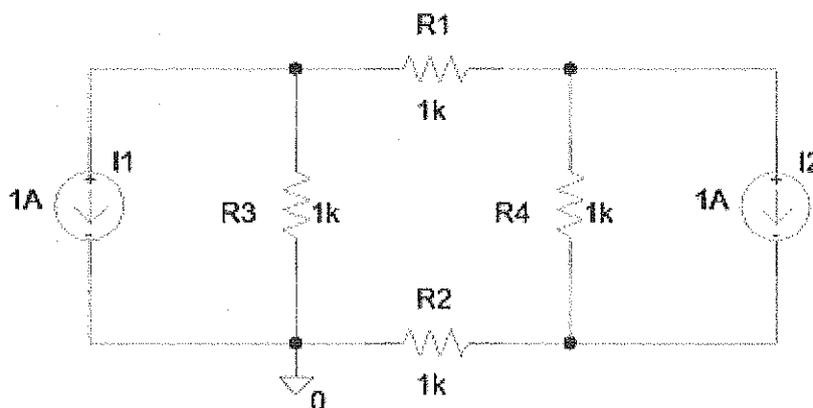
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

5ª QUESTÃO (8 pontos)

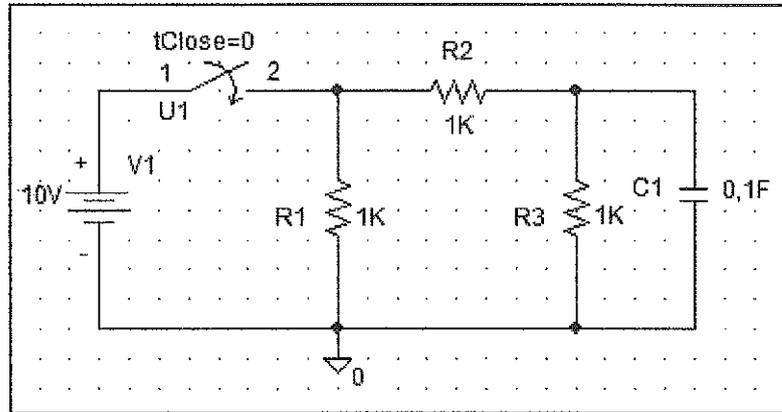
Considerando os circuitos elétricos, resolva as proposições a seguir.

- a) Dado o circuito da figura abaixo, obtenha as correntes nos resistores utilizando o método de análise nodal (Lei das Correntes de Kirchhoff - LCK). (4 pontos, sendo 1 ponto por corrente)



Continuação da 5ª questão

- b) Dado o circuito da figura abaixo, obtenha a tensão de saída utilizando o método de Laplace. Considere o capacitor inicialmente descarregado. (4 pontos)



Continuação da 5ª questão

Tabela: Transformada de Laplace

1	$\frac{1}{s}$
$e^{at}$	$\frac{1}{s-a}$
$t^n$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
$\text{sen } at$	$\frac{a}{s^2 + a^2}$
$\text{cos } at$	$\frac{s}{s^2 + a^2}$
$\text{senh } at$	$\frac{a}{s^2 - a^2}$
$\text{cosh } at$	$\frac{s}{s^2 - a^2}$
$e^{at} \text{sen } bt$	$\frac{b}{(s-a)^2 + b^2}$
$e^{at} \text{cos } bt$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + b^2}$
$t^n e^{at}$	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}$
$U_c(t)$	$\frac{e^{-cs}}{s}$
$U_c(t)f(t-c)$	$e^{-cs}F(s)$
$e^{ct}f(t)$	$F(s-c)$
$f(ct)$	$\frac{1}{c}F\left(\frac{s}{c}\right)$
$\int_0^t f(t-\tau)g(\tau)d\tau$	$F(s)G(s)$
$\delta(t-c)$	$e^{-cs}$
$f^{(n)}(t)$	$s^n F(s) - s^{(n-1)}f(0) - \dots - f^{(n-1)}(0)$
$(-t)^n f(t)$	$F^{(n)}(s)$

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
 Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 5ª questão

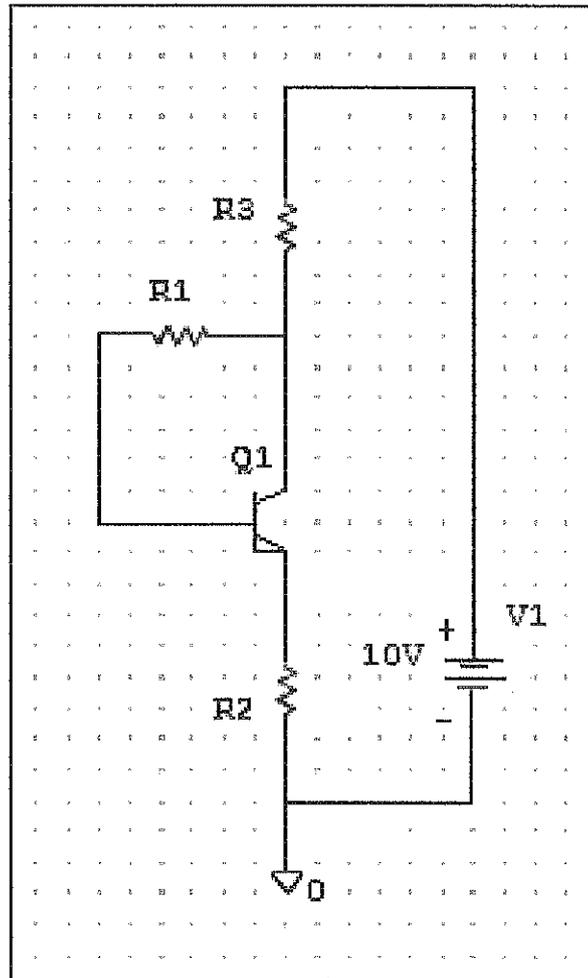
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

6ª QUESTÃO (8 pontos)

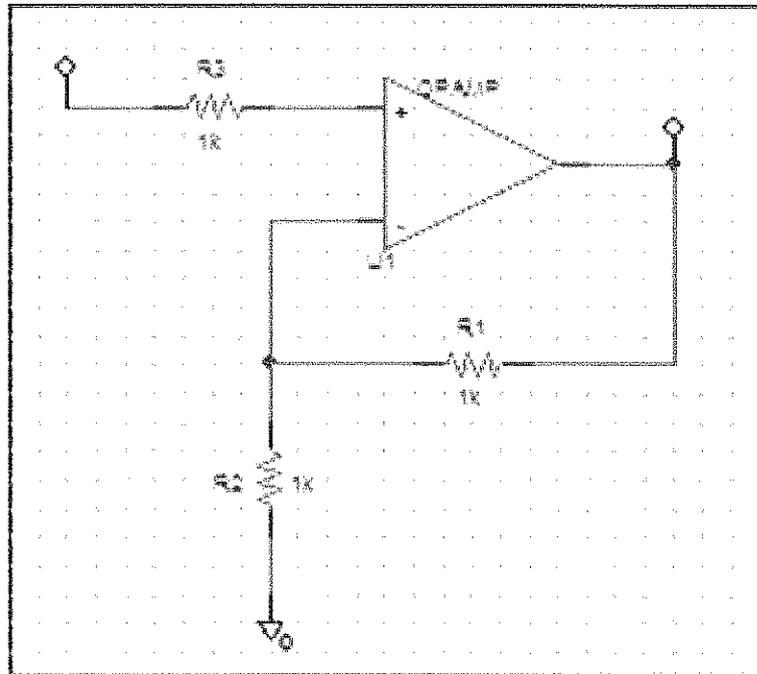
Considerando os circuitos eletrônicos, resolva as proposições a seguir.

- a) Para  $I_{cq} = 1\text{mA}$  (corrente de coletor quiescente), calcule  $R_1$  para obter  $V_{ce} = V_1/2$ . Considere  $V_{be} = 0,6\text{V}$ . (4 pontos)



Continuação da 6ª questão

- b) Para o circuito da figura abaixo, trace o diagrama de Bode (ganho em dB em função da frequência), para  $R_1 = 1\text{K}\Omega$  e  $R_2 = 10\text{K}\Omega$ . Considere que o amplificador operacional tenha:  $f_u = 1\text{MHz}$  (frequência para ganho unitário). (4 pontos)



Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

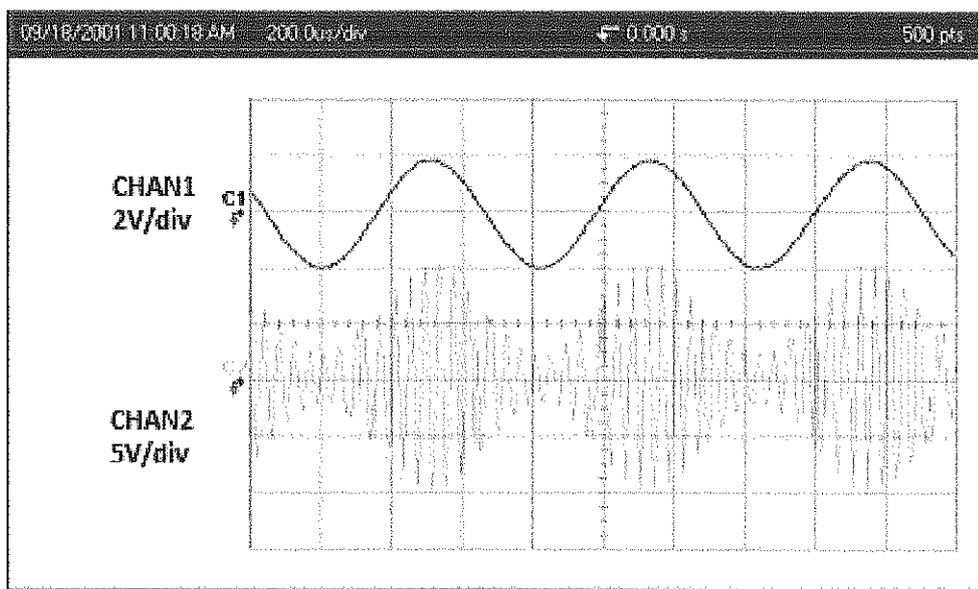
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

### 7ª QUESTÃO (8 pontos)

Em um experimento de laboratório de modulação em amplitude, foram obtidas por meio de um osciloscópio as formas de onda do sinal modulador de entrada e do sinal modulado de saída, conforme representado na figura abaixo.



- Obtenha o índice de modulação. Para se conseguir realizar demodulação por meio de um detetor de envelope, qual deve ser a restrição em relação ao índice de modulação? (2 pontos)
- Calcule a potência da portadora e das bandas laterais, considerando  $R=1\Omega$ . (2 pontos)
- Qual é potência média do sinal modulado de saída? (2 pontos)
- Qual é a eficiência de potência de transmissão (fração da potência total média gasta na transmissão)? (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 7ª questão

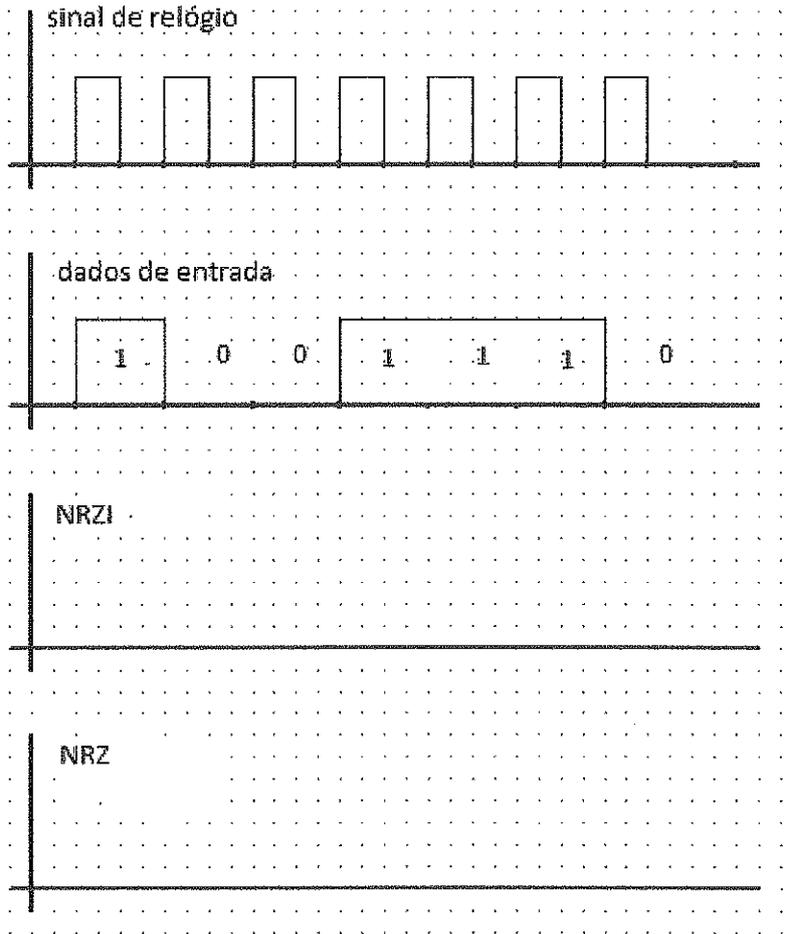
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

8ª QUESTÃO (8 pontos)

A figura abaixo representa o sinal de relógio e o dado de entrada de um módulo de sinalização. Desenhe a saída do módulo, para os casos:

- a) NRZ;
- b) NRZI.



Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

Qual é a diferença entre o CSMA/CA e o CSMA/CD? Qual é a vantagem de se utilizar CSMA/CA em rede sem fio?

Continuação da 9ª questão

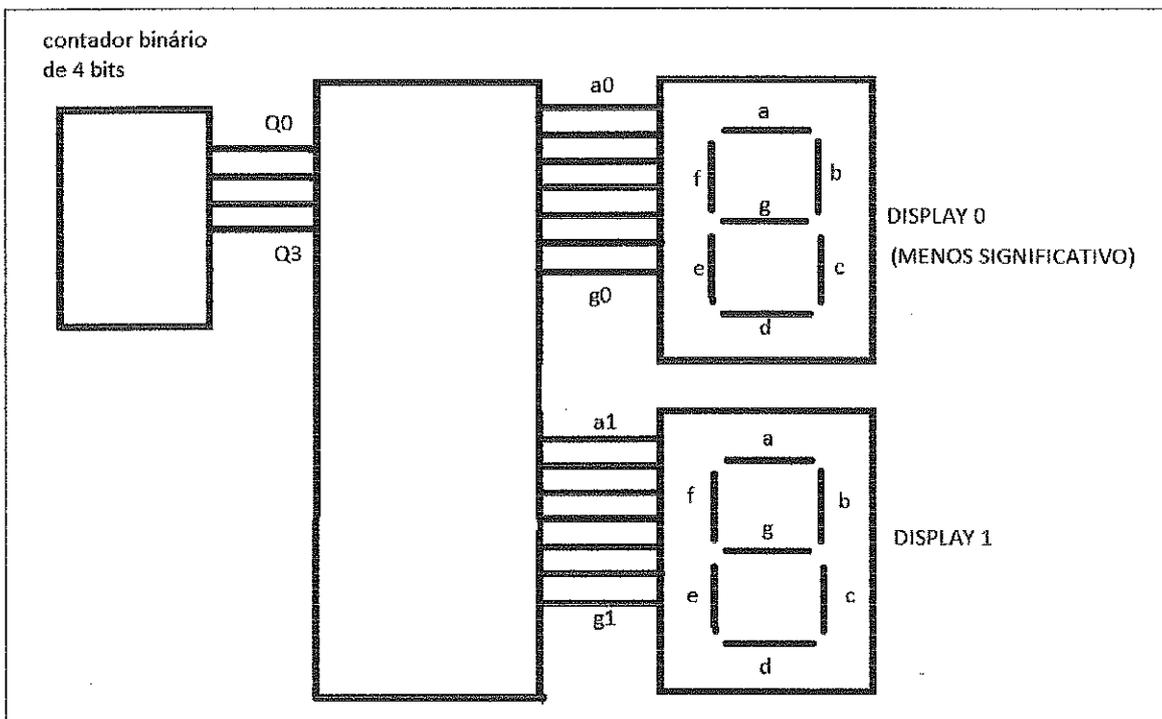
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Tem-se um contador binário de 4 bits, módulo 16. As suas saídas são Q0, Q1, Q2 e Q3, onde Q0 é o dígito menos significativo. Deseja-se apresentar o valor da contagem em um mostrador composto por dois *displays* de 7 segmentos (00, 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 e 15).

- a) Considerando o diagrama em blocos representado na figura abaixo, projete a tabela verdade do bloco decodificador que faça a interface entre o contador e os dois *displays* de 7 segmentos. (4 pontos)
- b) O segmento "g" do display 1 é ativado em quais estados do contador? Implemente um circuito utilizando porta lógica de duas entradas para ativar o segmento. (4 pontos)



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES

Concurso: CP-CEM/2014