



CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS
ENGENHARIA DE COMUNICAÇÕES

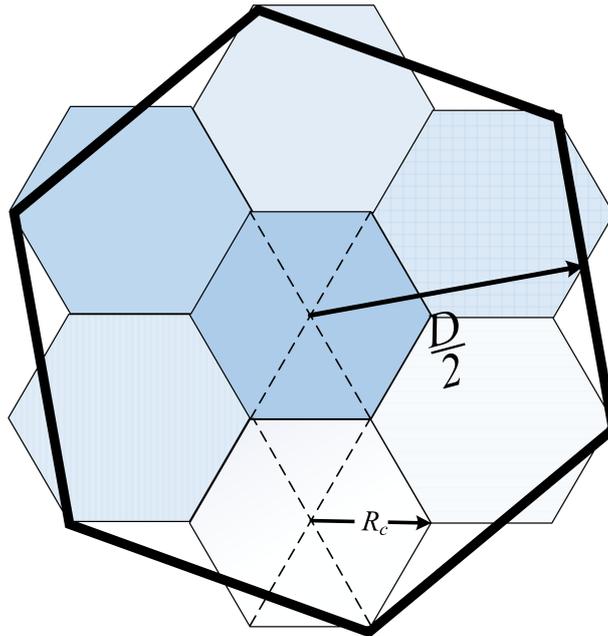


CADERNO DE QUESTÕES

2022/2023

1ª QUESTÃO

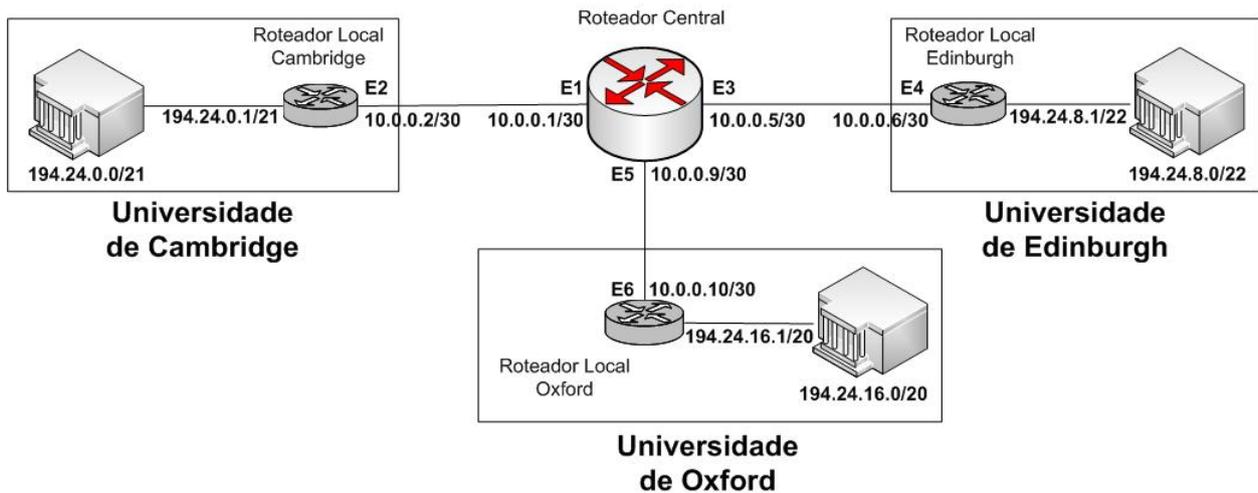
Valor: 1,0



A figura acima representa um *cluster* para telefonia celular composto por 7 células, onde cada célula possui um raio $R_c = 2,3$ km. Uma operadora de telefonia celular resolve dividir sua área de atuação em *clusters* como o da figura. Além disso, ela tem à disposição 35 MHz de banda para explorar o serviço. A tecnologia adotada utiliza canais simplex de 25 kHz e duplexação FDD (*Frequency Division Duplexing*).

Diante do exposto, determine:

- A distância entre os centros de dois *clusters* (D).
- A razão de reuso de frequências.
- O número de canais (*full-duplex*) por célula.



A figura acima representa a interconexão de três universidades por meio de um roteador central. Os endereços IP indicados em cada um dos roteadores são os endereços de suas respectivas interfaces. As máscaras utilizadas estão no formato conhecido como CIDR (*Classless InterDomain Routing*). As faixas de endereços das sub-redes de cada uma das universidades são apresentadas na seguinte tabela:

Universidade	Primeiro endereço	Último endereço	Quantidade	Notação CIDR
Cambridge	194.24.0.0	194.24.7.255	2048	194.24.0.0/21
Edinburgh	194.24.8.0	194.24.11.255	1024	194.24.8.0/22
(Disponível)	194.24.12.0	194.24.15.255	1024	194.24.12.0/22
Oxford	194.24.16.0	194.24.31.255	4096	194.24.16.0/20

As interfaces entre o roteador central e os roteadores locais usam o Protocolo Ethernet com os endereços indicados na figura (E1 até E6).

Observações:

- sempre que for necessário, use a notação decimal para as respostas;
- em relação ao endereçamento IP, use a notação decimal separada em quatro octetos.

Diante do exposto, monte:

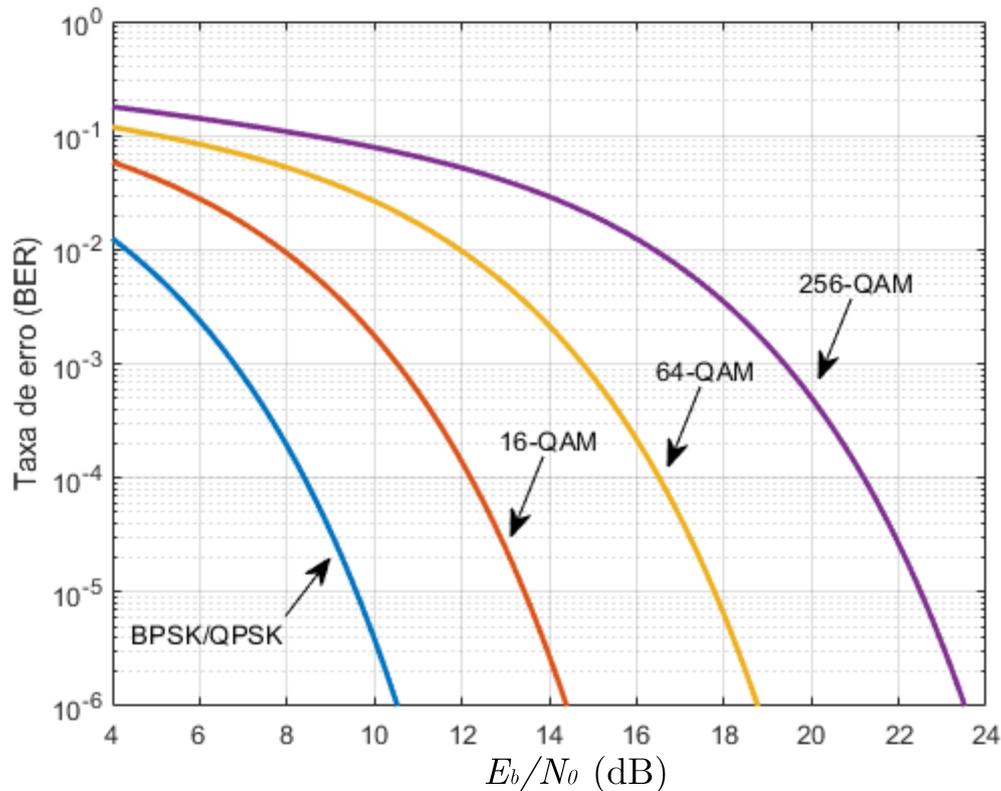
a) A tabela de roteamento do roteador central, no formato:

Endereço Base da Rede	Máscara (em octetos)	IP da Interface de Destino
-----------------------	----------------------	----------------------------

b) A tabela ARP do roteador central, no formato:

Endereço IP	Endereço MAC
-------------	--------------

O *IEEE 802.11ac* é um padrão de rede sem fio, capaz de prover comunicações de alta velocidade utilizando a banda de 5 GHz. Neste padrão são usados diferentes tipos de modulações dependendo da qualidade instantânea do canal de comunicação. Na figura abaixo é apresentada a taxa de erro de bit (BER) para um canal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*).

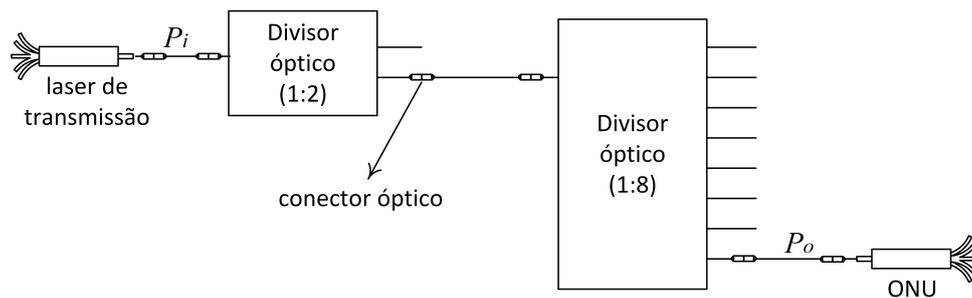


Dados:

- densidade espectral do ruído: $N_0 = 10^{-12}$ W/Hz;
- largura de banda do sinal modulado passa-faixa: $B_W = 2/T_s$, onde T_s é o período do símbolo;
- $10^{0,3} \approx 2$;
- $10^{1,125} \approx 13,3$;
- modulações disponíveis: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM e 256-QAM.

Diante do exposto:

- Qual(is) modulação(ões) consegue(em) atingir taxas de transmissões maiores do que 100 Mbits/s para uma largura de faixa de 40 MHz?
- Qual é a potência mínima necessária no receptor, para a(s) modulação(ões) do item anterior, sabendo que a taxa de erro não deve ser maior que 10^{-5} .
- Qual a modulação do padrão *802.11ac* será escolhida para a transmissão, considerando as restrições dos itens anteriores? Justifique.



Um enlace de arquitetura PON (*Passive Optical Network*) de comprimento total 5 km de fibra óptica monomodo, utiliza um laser com potência de transmissão P_i , um divisor óptico (*splitter*) de razão (1:2) e outro de razão (1:8), 6 conectores e uma ONU (*Optical Network Unit*), conforme mostra a figura acima.

Dados:

- potência do laser de transmissão $P_i = 1$ mW;
- atenuação da fibra óptica monomodo: 0,4 dB/km;
- perda por conector: 1dB;
- sensibilidade da ONU: -27 dBm.

Observação:

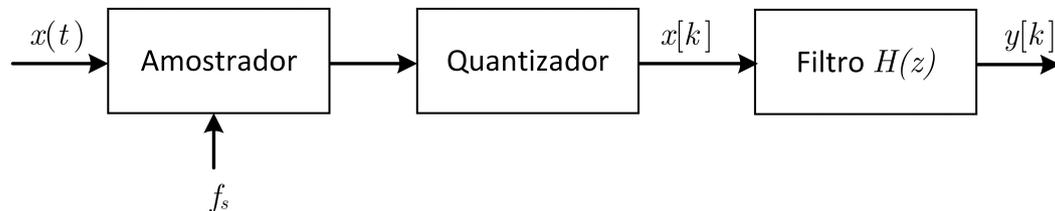
- considere que ambos os divisores ópticos possuem perda em excesso nula.

Determine a margem de potência do enlace na ONU.

5ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um sinal analógico possui, no espectro de frequências, componentes de 10 Hz a 100 Hz. Esse sinal é amostrado com frequência de amostragem 4 vezes maior que a taxa de Nyquist associada. Em seguida é quantizado utilizando-se 16 bits por amostra, sendo o primeiro nível correspondente a tensão de 0 V e o último nível correspondente a tensão de 10 V. Por fim, o sinal digital é processado por um filtro $H(z)$. As etapas de processamento são resumidas na figura a seguir.



Considere $H(z)$ a função de transferência do filtro:

$$H(z) = \frac{(z-1)(z+1)(z+j)(z-j)}{z^2[z - 0.8(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2})][z - 0.8(\frac{\sqrt{3}}{2} - j\frac{1}{2})]}$$

onde j é a unidade imaginária.

Diante do exposto:

- Qual é a frequência de amostragem f_s ?
- Desconsiderando ruídos externos, é possível reconstruir perfeitamente o sinal $x(t)$ a partir de $x[k]$? Justifique.
- Desenhe o diagrama de polos e zeros de $H(z)$.
- Classifique o filtro $H(z)$ como passa-baixas, passa-altas, passa-faixa ou rejeita-faixa. Justifique.

6ª QUESTÃO

Valor: 1,0

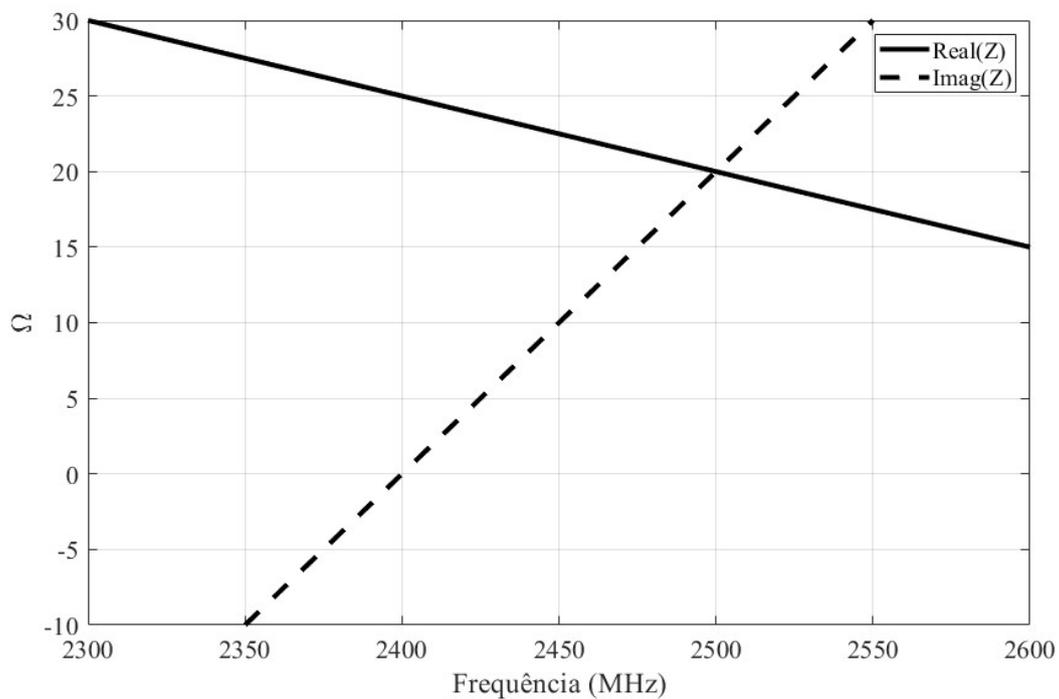
Considere um sistema de comunicações intersatelital de uma frota de 6 satélites idênticos uniformemente distribuídos em uma órbita baixa. A órbita descrita é circular, está contida no plano equatorial e possui um raio de 20.000 km. A comunicação é realizada entre 2 satélites adjacentes na frequência de 60 GHz e utiliza antenas idênticas na transmissão e recepção, conforme indicado na figura abaixo.

**Dados:**

- $10^{0,3} \approx 2$;
- $10^{0,48} \approx 3$.

Calcule o ganho das antenas sabendo-se que o transmissor possui uma potência de saída de 50 W e o receptor possui uma sensibilidade de -107 dBm para a comunicação desejada.

O amplificador de saída de um rádio definido por software está conectado a uma antena por uma linha de transmissão planar de 50Ω . A impedância Z da antena está descrita na figura abaixo.



Observação:

- desconsiderar perdas no circuito.

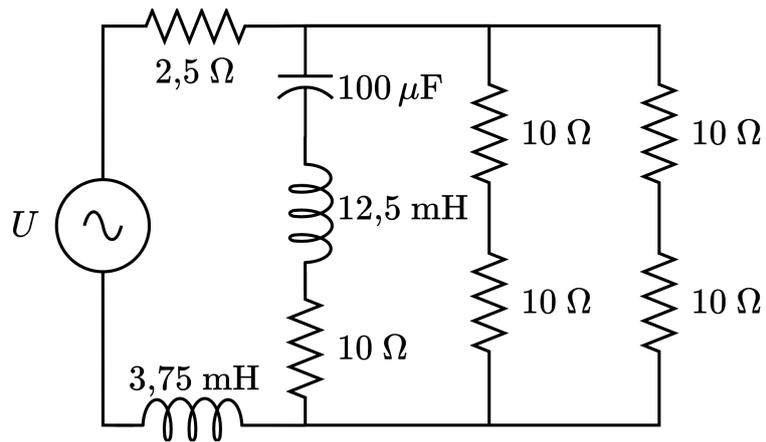
Dados:

- $10^{0,3} \approx 2$;
- $10^{0,48} \approx 3$.

Sabendo que a potência de saída do rádio é de -30 dBm, determine a frequência e a potência transmitida pela antena quando o coeficiente de reflexão é puramente real.

8ª QUESTÃO

Valor: 1,0



O circuito acima é alimentado por uma fonte ideal de tensão senoidal U , de valor eficaz 150 V e frequência ajustada inicialmente em $10^3/\pi$ Hz.

Diante do exposto, calcule:

- o fator de potência do circuito;
- as potências aparente, reativa e ativa fornecidas pela fonte.

9ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Demonstre que, para o mesmo conjunto de entradas (A, B e C), os circuitos das figuras 1 e 2 geram saídas S_0 e S_1 idênticas.

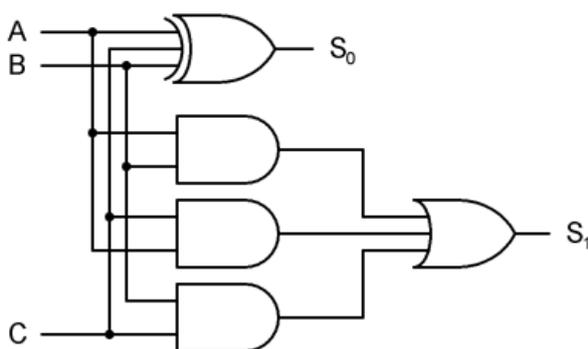


Figura 1

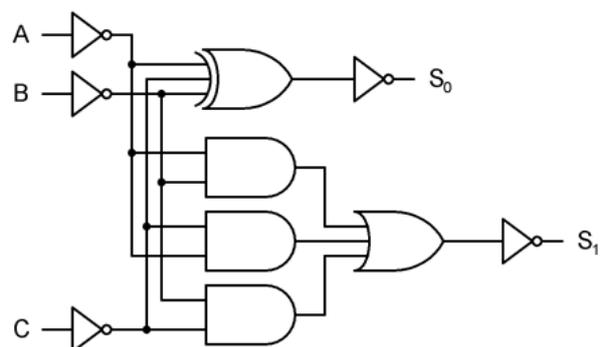


Figura 2

Deseja-se montar uma estação central para o monitoramento simultâneo de três sensores analógicos. Os sinais de cada sensor são levados ao centro de processamento por meio de fios, e são amostrados, quantizados, codificados em binário e multiplexados por divisão no tempo (TDM). Os dados multiplexados são, então, transmitidos à estação de monitoramento conforme ilustrado na Figura 1.

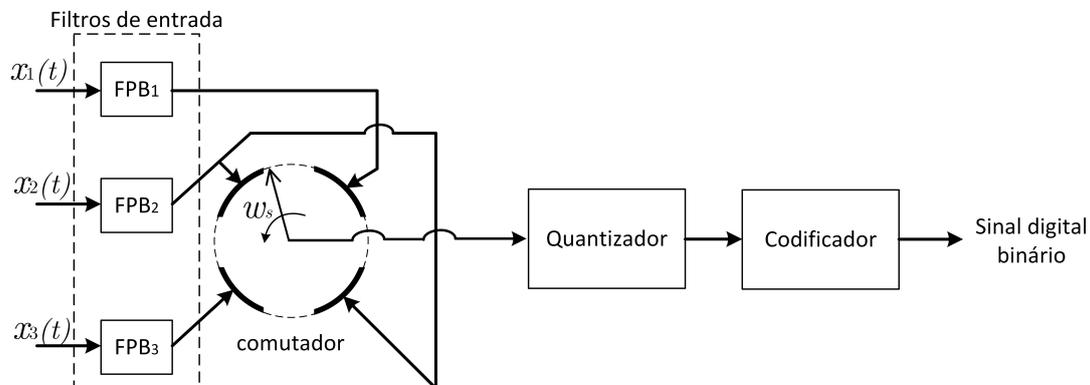


Figura 1

Posteriormente, a saída do sistema de monitoramento (Figura 1) é multiplexada digitalmente com outros sistemas idênticos conforme indicado na Figura 2.

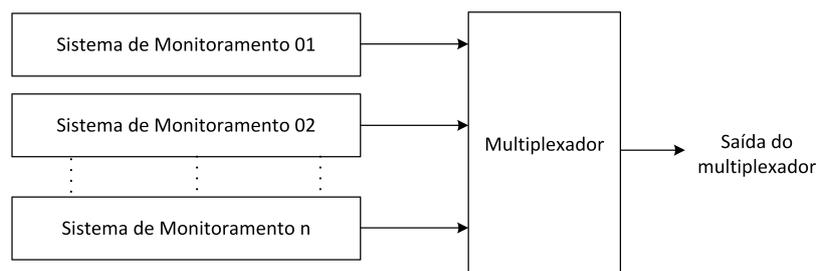


Figura 2

Dados:

- o codificador PCM opera com 1024 níveis de quantização;
- o comutador amostra os sinais com uma taxa 25% maior que a taxa de Nyquist;
- frequência máxima dos sinais analógicos: $x_1(t) = 500$ Hz; $x_2(t) = 1000$ Hz; e $x_3(t) = 500$ Hz.

Observações:

- todos os sinais de entrada são analógicos ($x_n(t)$);
- o quantizador é uniforme;
- o comutador possui uma velocidade angular constante w_s e atua como uma chave mecânica. Ao passar pelo contato de uma entrada n , obtém-se uma amostra estreita do sinal analógico $x_n(t)$.

Diante do exposto:

- Qual é a função dos filtros de entrada?
- Determine a velocidade angular w_s do comutador.
- Considerando que a saída do multiplexador (Figura 2) opera com no máximo 192 kbits/s e que cada sistema é obrigatoriamente composto por três sensores, qual é a maior quantidade de sensores que podem ser monitorados simultaneamente?