



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA (MJ) / DEPARTAMENTO DE POLÍCIA FEDERAL (DPF)  
ACADEMIA NACIONAL DE POLÍCIA (ANP) / DIVISÃO DE RECRUTAMENTO E SELEÇÃO (DRS)  
Concurso Público – Aplicação: 19/1/2002

CARGO: **PERITO CRIMINAL FEDERAL**

**ÁREA 2 – ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA**

Nas questões de 21 a 50, marque, de acordo com o comando de cada uma delas: itens **CERTOS** na coluna **C**; itens **ERRADOS** na coluna **E**. Na Folha de Respostas, a indicação do campo **SR** servirá somente para caracterizar que o candidato desconhece a resposta correta; portanto, a sua marcação não implicará penalização ao candidato. Use a Folha de Rascunho para as devidas marcações e, posteriormente, a Folha de Respostas.

**CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS**

**QUESTÃO 21**

Julgue os itens abaixo, relativos à largura de banda de um sinal, às distorções causadas pelo canal e à capacidade de um canal.

- 1 A transformada de Fourier permite calcular o espectro de frequência de um sinal e, então, determinar a largura de banda desse sinal. Por exemplo, se o espectro calculado for diferente de zero apenas para as frequências entre  $-7$  kHz e  $+7$  kHz, então a largura de banda do sinal será de 14 kHz.
- 2 As distorções de magnitude e fase produzidas por um canal linear invariante no tempo não causam interferência de um sinal em outro, desde que esses sinais ocupem originalmente bandas de frequência sem sobreposição. Contudo, essas distorções causam dispersão temporal dos sinais e, conseqüentemente, interferência entre sinais multiplexados no tempo.
- 3 Um canal não-linear distorce os sinais que trafegam por ele e causa a dispersão espectral desses sinais (distorção extrabanda), originando interferências entre os sinais. Contudo, os efeitos das não-linearidades de um canal podem ser combatidos com a utilização de um equalizador no receptor.
- 4 Um canal telefônico da rede pública comutada tem uma largura de banda muito estreita (menor que 4 kHz) e razão sinal/ruído tipicamente da ordem de 30 dB, por isso as taxas de *bits* que ele suporta são relativamente baixas. Essa limitação é imposta pelo par de fios que interligam o aparelho do assinante e a central telefônica. Além de ter uma banda passante extremamente limitada, o par de fios telefônico, é muito suscetível a interferências externas.
- 5 A capacidade (em bps) de um canal depende fundamentalmente da sua largura de banda e da razão sinal/ruído na sua saída. Um aumento da capacidade de um canal pode ser conseguido, aumentando-se a largura de banda ou a razão sinal/ruído, ou ambas. Se a largura de banda for aumentada por um fator  $k$ , a capacidade do canal aumenta praticamente pelo mesmo fator. Contudo, se a razão sinal/ruído for aumentada por um fator  $k$ , a capacidade do canal aumenta por um fator bem menor que  $k$ .

**QUESTÃO 22**

Um sinal analógico com largura de banda de 7 kHz é amostrado a uma taxa de 16 kHz e convertido em um sinal PCM, sendo que a taxa de *bits* PCM resultante é de 160 kbps. Com base nesses dados, julgue os itens a seguir.

- 1 O quantizador utilizado na conversão analógico-digital tem 1.024 níveis.
- 2 A taxa de amostragem poderia ser de 13 kHz, em vez de 16 kHz, sem com isso se deteriorar a qualidade do sinal analógico reconstruído a partir do sinal PCM. Reduzindo-se a taxa de amostragem, reduz-se a taxa de *bits* PCM e, conseqüentemente, a largura de banda requerida para a transmissão digital.
- 3 Para transmitir em banda básica os 160 kbps, um esquema de transmissão binária requererá um canal com largura de banda maior que 80 kHz. Se a transmissão for passa-faixa e do tipo PSK binária, então o canal deverá ter largura de banda maior que 160 kHz.
- 4 A taxa de 160 kbps resultante poderá ser transmitida com a utilização de um esquema de transmissão digital  $M$ -ário que opere com  $M = 16$  e uma taxa de modulação de 40 kbaud.
- 5 A largura de banda requerida para a transmissão digital do sinal em questão depende, entre vários fatores, dos parâmetros da conversão analógico-digital, da utilização ou não de codificação de fonte e da capacidade de compressão dessa codificação e da técnica de modulação utilizada. Contudo, independentemente desses fatores, a transmissão digital requererá uma largura de banda maior que 7 kHz e maior que a que seria requerida por um esquema de transmissão analógico. Essa é certamente uma das desvantagens da transmissão digital.

**RASCUNHO**

**QUESTÃO 23**

Relativamente às técnicas de modulação analógica, julgue os itens seguintes.

- 1 A largura de banda de um sinal AM depende da largura de banda do sinal de informação modulante e do valor da percentagem de modulação. Quanto maior for a percentagem de modulação, maior será a largura de banda do sinal AM gerado. Por isso, segundo regulamento da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), uma emissora AM comercial não pode operar com percentagem de modulação superior a 100%, pois seu sinal ocuparia uma largura de banda maior que a autorizada, podendo interferir na transmissão de outras emissoras.
- 2 Na radiodifusão analógica de sinais de TV, o sinal de vídeo composto é transmitido em uma portadora de vídeo, e o áudio, em uma portadora de áudio, utilizando as técnicas de modulação VSB e FM, respectivamente. Não se usa a técnica FM para transmitir o sinal de vídeo porque, para esse tipo de sinal, a técnica VSB propicia melhor desempenho (maior razão sinal/ruído na saída do demodulador) que a técnica FM.
- 3 A transmissão de um sinal de banda básica com largura de banda de 7 kHz requer um canal com largura de banda de 14 kHz, caso a técnica de modulação utilizada seja a AM ou a DSB/SC, ou de 7 kHz, caso se utilize a técnica SSB. Por outro lado, para uma mesma potência transmitida, a qualidade (razão sinal/ruído) do sinal recuperado no receptor será melhor caso se utilize a técnica DSB/SC ou a técnica SSB.
- 4 O desempenho (razão sinal/ruído na saída do demodulador) de um sistema FM pode ser melhorado sem que para isso seja preciso aumentar a potência do sinal (ou a razão sinal/ruído) na entrada do receptor. Basta que se aumente a intensidade da modulação, ou seja, o desvio de frequência máximo. Contudo, a melhoria será conseguida às custas de um aumento na largura de banda de transmissão requerida.
- 5 O esquema de pré-ênfase e deênfase utilizado nos sistemas FMs propicia um aumento significativo da razão sinal/ruído na saída do demodulador FM. Esse ganho é conseguido sem que se aumente a potência transmitida ou a largura de banda de transmissão.

**QUESTÃO 24**

Julgue os itens que se seguem, relativos às técnicas de modulação digital.

- 1 Utilizando-se a modulação 256-QAM, é possível transmitir dados a uma taxa de 256 kbps por um canal cuja largura de banda seja de 30 kHz.
- 2 Nas transmissões digitais por satélite, geralmente se utiliza a modulação QPSK. Isso porque ela suporta os baixos valores de razão portadora-ruído (C/N) desses sistemas. Com a técnica QAM, se conseguiria maior eficiência espectral, mas, além de ser mais exigente quanto aos valores de C/N, ela não admite o uso de *transponders* não-lineares.
- 3 Um sinal PSK ou QAM só pode ser demodulado por detectores coerentes, que são mais complexos e, portanto, mais caros que os detectores não-coerentes. Contudo, dependendo da constelação escolhida, usando-se codificação diferencial dos dados, é possível realizar uma detecção diferencialmente coerente, mais simples que a detecção coerente.
- 4 A eficiência espectral da técnica  $M$ -PSK (ou PSK  $M$ -ária) será tanto maior quanto maior for o valor de  $M$ . Muitas aplicações práticas requerem um esquema de modulação com alta eficiência espectral para que se possa transmitir taxas elevadas de *bits* por canais com largura de banda relativamente estreita. Assim, são comuns sistemas de comunicação que utilizam 16-PSK ou 128-PSK ou, até mesmo, 256-PSK.
- 5 Várias aplicações, em especial de telefonia móvel, utilizam a técnica OQPSK ou a B/4-DQPSK, que são variantes da técnica QPSK. A razão para se utilizar uma dessas variantes, em vez da técnica primária QPSK, é que a eficiência espectral dessas variantes é maior, ou seja, elas requerem menor largura de banda de transmissão.

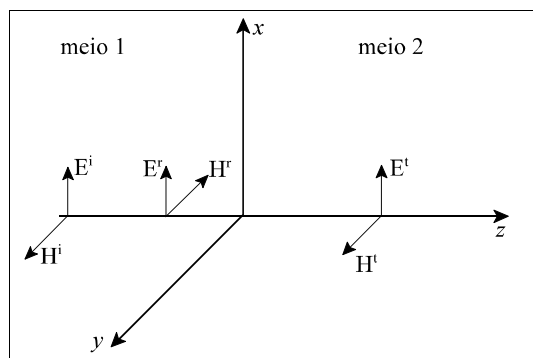
### QUESTÃO 25

A perícia de gravações, com o objetivo de fazer a transcrição fonográfica das falas gravadas e(ou) o reconhecimento (ou verificação) dos falantes, é um problema cada vez mais freqüente no exercício da atividade de perito criminal. Julgue os itens abaixo, relativos a aspectos técnicos desse tipo de perícia.

- 1 As formantes, usualmente denominadas  $F_1, F_2, F_3, \dots$ , são parâmetros de grande utilidade para a verificação de falantes, pois elas dependem da forma e das dimensões do trato vocal do falante.
- 2 A freqüência fundamental, usualmente denominada  $F_0$ , não é um parâmetro útil para a verificação de falantes devido a sua grande variabilidade intrafalante.
- 3 A *linear predictive coding* (LPC) é uma técnica de análise de curto termo, largamente utilizada para estimar diversos parâmetros de um sinal de voz.
- 4 A evidência espectrográfica, ou seja, o espectrograma de um trecho suficientemente longo de fala, é uma prova concreta e inequívoca da identidade de um falante, tal qual o é a impressão digital.
- 5 O sinal de voz tem uma largura de banda inferior a 4 kHz. Portanto, para digitalizar uma gravação, pode-se utilizar um filtro *anti-aliasing* com banda de 4 kHz e taxa de amostragem de 8 kHz. Dessa forma, estará preservada toda informação útil contida no sinal de voz da gravação original, seja para a verificação de falantes, seja para a transcrição fonográfica das falas.

### QUESTÃO 26

Na figura a seguir, tem-se dois meios estacionários, isotrópicos e homogêneos, sem perdas, separados pelo plano  $z = 0$ . Para  $z < 0$  (meio 1), tem-se um dielétrico com permissividade dielétrica relativa  $\epsilon_1$  e, para  $z > 0$  (meio 2), tem-se um dielétrico com permissividade dielétrica relativa  $\epsilon_2$ . Ambos os meios possuem permeabilidade magnética relativa ( $\mu_r$ ) igual a 1.  $E^i$  e  $H^i$  descrevem uma onda eletromagnética plana, incidente, que se propaga na direção positiva de  $z$ .



Com relação à figura e à situação apresentada, julgue os itens seguintes.

- 1 Se o meio 1 for o vácuo e o meio 2 apresentar  $\epsilon_2 = 4$ , o comprimento de onda do campo transmitido será 4 vezes menor que o comprimento de onda do campo incidente.
- 2 Se  $\epsilon_2 = 1$ , a velocidade de fase da onda transmitida, em qualquer direção, será sempre menor que a velocidade da luz no vácuo.
- 3 O coeficiente de onda estacionária no meio 2 é unitário, uma vez que a onda se propaga em uma única direção.
- 4 A relação entre a densidade de potência da onda refletida e a densidade de potência da onda incidente é igual ao quadrado da magnitude do coeficiente de reflexão de tensão.
- 5 Inserindo-se entre as regiões 1 e 2 um material sem perdas, de 12,5 cm de espessura e de permissividade dielétrica relativa igual a 4 e  $\mu_r = 1$ , para uma freqüência da onda incidente de 300 MHz, a onda refletida será nula, se a região 1 tiver  $\epsilon_1 = 2$  e a região 2,  $\epsilon_2 = 8$ .

### RASCUNHO

**QUESTÃO 27**

Julgue os itens a seguir, relativos a conceitos de sinais de rádio.

- 1 As únicas interferências em sistemas de comunicações relacionadas às linhas de transmissão de energia que operam em 60 Hz são as geradas por fontes remotas, as quais são conduzidas pela linha.
- 2 Em seres humanos, a absorção localizada de energia é mais significativa em frequências entre aproximadamente 300 MHz e 10 GHz. Em frequências acima de 10 GHz, a absorção ocorre principalmente na superfície do corpo.
- 3 A radiodifusão em FM ocupa a faixa de 88 MHz a 108 MHz, distante da faixa destinada aos serviços de navegação aérea, evitando, dessa forma, interferências nos sistemas de navegação advindas de radiações espúrias de estações não-autorizadas.
- 4 Em um local onde se mede um campo elétrico total de 2 V/m (valor eficaz), tem-se uma densidade de potência igual a 0,4 mW/cm<sup>2</sup>, desde que a medida seja feita em campo distante e em uma região livre de obstáculos.
- 5 Fiscalização indireta é aquela feita por monitoragem, por meio de instrumentos de rastreamento remoto aptos a captar sinais de rádio no espectro radioelétrico.

**QUESTÃO 28**

Com relação a sistemas de comunicações operando no espaço livre e a dispositivo desses sistemas, julgue os seguintes itens.

- 1 O desvio em frequência em um radar de efeito Doppler, operando em 10 GHz, apontado para um objeto refletor que vem em sua direção, a 36 km/h, é superior a 10 kHz.
- 2 Se a distância entre dois mínimos do campo elétrico existente em um guia de ondas retangular fendido, operando no modo fundamental, com terminação em curto, for igual a 2 cm, então, a frequência desse campo é igual a 7,5 GHz, no caso do dielétrico do guia ser o ar.
- 3 Suponha que a potência radiada por uma antena com área efetiva de 1 m<sup>2</sup>, na frequência de 3 GHz, é B kW na direção de um objeto espalhador, posicionado a 1 km de distância. Se a seção transversal de espalhamento desse objeto é igual a 400 cm<sup>2</sup>, então a densidade de potência apresentada à antena transmissora, devido ao espalhamento, é igual a 1 nW/m<sup>2</sup>.
- 4 De modo geral, ondas refletidas são indesejadas nas linhas de transmissão dos sistemas de comunicações, e uma medida de quanto elas são suprimidas nesses sistemas é dada pela perda de retorno, que apresenta valores de 0 dB para linhas sem perdas curto-circuitadas e infinito para linhas casadas.
- 5 Usando-se na transmissão uma antena dipolo de meia-onda acoplada a um transmissor que opera em 600 MHz, de forma que se radie efetivamente uma potência máxima de 10 W, é correto afirmar que a potência radiada efetiva (ERP) não ultrapassará 10 dBm.

**RASCUNHO**

### QUESTÃO 29

Com relação ao comportamento dos campos eletromagnéticos, julgue os itens a seguir.

- 1 A característica principal de sinais em frequências radioelétricas na faixa de ondas curtas é a de se refletir nas camadas ionosféricas, permitindo a realização de comunicação a longa distância, com o emprego de equipamentos relativamente simples e de baixo custo.
- 2 Dois métodos geralmente empregados para se corrigir os efeitos da atenuação devido a multipercursos são a diversidade espacial e a diversidade em frequências.
- 3 Os raios difratados são responsáveis pela diminuição da intensidade do campo elétrico total em regiões onde os campos radiados pela antena são bloqueados por obstáculos, aumentando, dessa forma, a descontinuidade entre a região iluminada e a de sombra.
- 4 A reflexão total ocorre na interface entre dois dielétricos, para uma onda que incida de um meio com determinada permissividade em outro meio com permissividade menor, dependendo, porém, do ângulo de incidência.
- 5 Uma vez que a profundidade de penetração dos campos eletromagnéticos é inversamente proporcional à raiz quadrada da frequência, uma lâmina fina de material condutor pode agir como um filtro passa-baixas para ondas eletromagnéticas.

### QUESTÃO 30

Um engenheiro projetou e montou um circuito lógico com as entradas  $A$ ,  $B$ ,  $C$  e  $D$ , que formam um número binário positivo. A saída do circuito,  $S$ , vai ao nível lógico 1 quando um dos seguintes números é detectado na entrada: zero, dois, cinco, sete, oito, dez, treze. A saída vai ao nível lógico 0 quando a entrada não for um dos números mencionados. A tabela-verdade para esse circuito é mostrada a seguir.

$A$	$B$	$C$	$D$	$S$
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

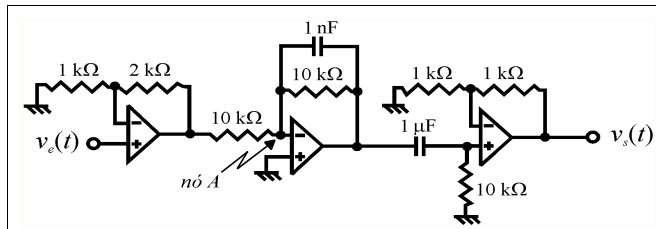
Com relação a esse circuito, julgue os itens subseqüentes.

- 1 A expressão booleana mínima para a tabela-verdade mostrada, na forma soma de produtos, é  $S = \bar{B}\bar{D} + B\bar{C}D + \bar{A}BD$ .
- 2 A expressão booleana mínima para a tabela-verdade acima, na forma produto de somas, é  $S = (B + \bar{D})(\bar{B} + D)(\bar{A} + \bar{C} + \bar{D})$ .
- 3 A seguinte expressão booleana, embora não seja mínima, representa a tabela-verdade mostrada.

$$S = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + AB\bar{C}D$$

- 4 Se as portas utilizadas para realizar o circuito forem do tipo TTL, e as entradas  $A$ ,  $B$ ,  $C$  e  $D$  forem deixadas em aberto (flutuando), a saída  $S$  irá para o nível lógico 1.
- 5 O circuito não pode ser implementado com utilização apenas de portas NÃO-E (NAND).

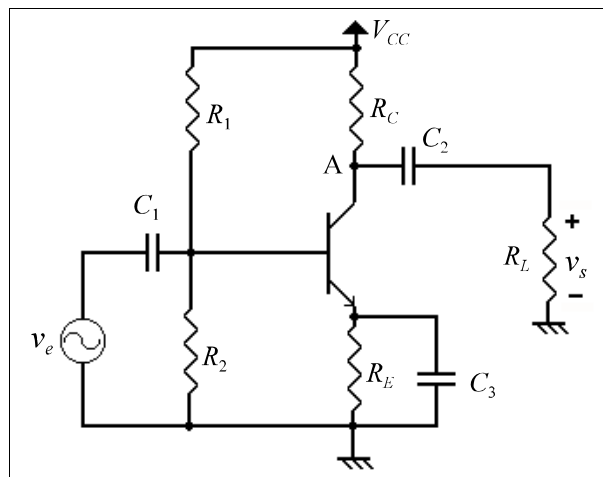
### QUESTÃO 31



A figura acima mostra um circuito que utiliza elementos passivos e amplificadores operacionais. A entrada do circuito é o sinal de tensão  $v_e(t)$ , e a saída é o sinal  $v_s(t)$ . Considerando que todos os componentes são ideais e que o sinal de entrada tem amplitude tal que os amplificadores operacionais funcionem na região linear, julgue os itens seguintes.

- 1 A impedância de entrada do circuito é de 2 kS.
- 2 A impedância de saída do circuito é de 2 kS.
- 3 O potencial em relação ao terra no nó A é igual a 0 V.
- 4 O circuito tem uma resposta em frequência do tipo passa-faixa.
- 5 Na banda passante, o ganho total do circuito é negativo.

### QUESTÃO 32



O circuito acima mostra um amplificador a transistor. Considere que, para esse transistor,  $\beta = h_{FE} = h_{fe} = 100$  e que  $V_{CC} = 12$  V,  $R_1 = 30$  kS,  $R_2 = 15$  kS,  $R_C = R_L = 4$  kS e  $R_E = 3,3$  kS. Considere também que todos os capacitores do circuito têm capacitância tão alta que podem ser considerados em curto-circuito para as componentes de frequência dos sinais que são amplificados. Com relação a esse circuito, julgue os itens que se seguem.

- 1 Caso o resistor de carga  $R_L$  seja substituído por um alto-falante, e um sinal de entrada senoidal com frequência de 100 kHz seja injetado na entrada  $v_e$ , então será gerado um som senoidal audível no alto-falante.
- 2 A componente de polarização (DC) do potencial em relação ao terra no nó A é maior que 6 V.
- 3 A impedância de entrada do circuito é igual a 45 kS.
- 4 O ganho de tensão do amplificador é igual a 1.
- 5 Caso o resistor  $R_E$  seja substituído por um fio (curto-circuito), o circuito resultante estará corretamente polarizado na região ativa e apresentará maior estabilidade de sua corrente de polarização em relação a variações do valor de  $\beta$ .

taxa de <i>bits</i> aproximada de fontes de sinais não-comprimidas			
fonte	taxa de amostragem/resolução	palavra digital/símbolo	taxa de <i>bits</i>
telefonia	8.000 amostras/segundo	12 <i>bits</i> /amostra	96 kbps
voz de banda larga	16.000 amostras/segundo	14 <i>bits</i> /amostra	224 kbps
áudio de banda larga	44.100 amostras/segundo	16 <i>bits</i> /amostra – 2 canais	1,412 Mbps
imagem	512 × 512 <i>pixels</i> – imagem colorida	24 <i>bits/pixel</i>	6,3 Mbits/imagem
vídeo	640 × 480 <i>pixels</i> – imagem colorida	24 <i>bits/pixel</i> × 30 imagens/segundo	221 Mbps
TV de alta definição (HDTV)	1.280 × 720 <i>pixels</i> – imagem colorida	24 <i>bits/pixel</i> × 60 imagens/segundo	1,3 Gbps

Jerry D. Gibson *et al.* **Digital compression for multimedia**. Academic Press, 1998 (traduzida e adaptada).

O advento da tecnologia digital tem proporcionado uma série de facilidades desconhecidas até bem recentemente. A Internet, o *CD-player*, o DVD, os jogos interativos de computador, a televisão digital de alta definição, a telefonia celular e a tomografia computadorizada são exemplos atuais dessa transformação digital. Entretanto, as versões digitais de sinais como voz, música, TV e filmes, requerem uma imensa quantidade de *bits*/segundo para armazenar ou transmitir as informações de interesse. Para exemplificar, a tabela acima apresenta os requisitos de diversas fontes de sinal em suas formas originais (não-comprimidas). Nessa tabela, vários números observados, principalmente na última coluna, mostram valores muito altos, demandando grande quantidade de memória para o armazenamento da informação e(ou) tempo de alocação de canal no caso de transmissão.

A compressão de dados, uma subárea dentro de processamento digital de sinais, estuda a representação eficiente das fontes de sinais. Essa eficiência é buscada no sentido de minimizar as redundâncias de informação das fontes. No sentido de sistemas estocásticos, a redundância pode ser posta como a dependência estatística dos símbolos gerados pela fonte de sinal. Utilizando os recursos e avanços tecnológicos de redes de comunicações, microeletrônica de processadores digitais, computadores e equipamentos de telecomunicações, atualmente, já se tem uma série de ferramentas que fazem uso da compressão de dados para possibilitar a implementação de diversos produtos de mídia digital.

#### QUESTÃO 33

Considerando o texto CE-I, julgue os itens a seguir.

- 1 Pode-se afirmar que a compressão de dados é a representação de uma fonte na forma digital com uma menor quantidade de *bits*, mantendo, contudo, uma fidelidade aceitável. Essa fonte de dados pode ser texto, voz, áudio, imagem estática, vídeo ou qualquer outra fonte que tenha a necessidade de ser armazenada e(ou) transmitida em forma digital.
- 2 As principais figuras de mérito da compressão de dados são a modelagem da fonte — na grande maioria das aplicações, de característica estocástica —, a taxa de *bits*/símbolo desejada — ou outra medida similar — e o critério de fidelidade, também conhecido como medida de distorção.
- 3 Um dos problemas de compressão de dados está relacionado à restrição da taxa limiar de transmissão de dados ou da capacidade de memória para armazenamento. Nesse caso, o problema é como comprimir a fonte abaixo ou no limite da restrição da taxa limiar, preservando a máxima fidelidade possível. Encontram-se nessa categoria o correio eletrônico de voz, a telefonia celular, o rádio móvel e a videoconferência. Outro tipo de problema de compressão de dados apresenta como restrição a fidelidade mínima aceitável, buscando atendê-la com a quantidade mínima de *bits* possível. Esse tipo de aplicação tem como exemplos imagens para a área médica, compressão de transitórios de redes de energia elétrica e áudio de alta qualidade para a reprodução óptica em disco compacto (*CD-player*).
- 4 A compressão de dados pode ser do tipo sem perdas ou com perdas. Em aplicações que utilizam imagens digitais, utilizam-se técnicas de compressão sem perdas com o objetivo de se obter uma melhor fidelidade visual da imagem descomprimida, como é o caso do conhecido *joint photographic expert group* (JPEG).
- 5 Compressão de sinais e codificação de sinais são termos comumente utilizados como sinônimos para compressão de dados, embora sinais e dados sejam coisas diferentes. Tanto o sinal quanto o dado podem ter uma representação digital e, nesse aspecto, eles não podem ser diferenciados. Por outro lado, os sinais podem, por exemplo, sofrer filtragem para atenuar ou enfatizar determinadas faixas de frequência. Isso jamais poderia ocorrer com um banco de dados bancário em que estão armazenadas as informações dos clientes.

#### QUESTÃO 34

Sinais digitais bidimensionais, como é o caso de imagens, além de requererem um grande esforço computacional em seu processamento, também envolvem uma enorme quantidade de informações (em outras palavras, grande quantidade de *bits*, como pode ser observado na tabela do texto CE-I), das quais, grande parte é considerada redundante. O padrão de imagem JPEG foi desenvolvido com o objetivo de obter uma representação compactada de imagens estáticas. Com relação à descrição de algumas etapas do codificador desse tipo de imagem, julgue os itens seguintes.

- 1 Na codificação JPEG *baseline*, a imagem é segmentada em blocos de  $8 \times 8$  *pixels*; em seguida, é calculada a média do segmento que é extraída do bloco original, de forma a gerar um processo com média nula; finalmente, é aplicada a transformada discreta de co-senos (DCT) sobre cada bloco. Cada bloco dá origem, então, a uma matriz de coeficientes transformados.
- 2 Cada matriz de coeficientes transformados é quantizada segundo as tabelas de quantização. Nesse processo, os coeficientes são divididos pelos valores apresentados na tabela de quantização. Como a operação é realizada em ponto fixo, muitos coeficientes quantizados podem assumir valor nulo, gerando uma matriz esparsa no domínio da DCT.
- 3 Após a quantização dos coeficientes da DCT, os coeficientes de cada bloco são ordenados segundo uma varredura em ziguezague, formando um vetor de coeficientes quantizados.
- 4 Como o coeficiente DC ainda apresenta uma redundância residual e uma amplitude significativa quando comparado aos coeficientes AC, ele é codificado de forma integral, alocando-se uma maior quantidade de *bits* para descrevê-lo, ou seja, a codificação desse coeficiente diz respeito a sua amplitude quantizada. Já os coeficientes AC podem ser codificados de maneira diferencial, ou seja, de um bloco para outro é calculada a diferença entre os coeficientes AC desses blocos vizinhos. Essa diferença é a informação a ser codificada e não a amplitude dos coeficientes.
- 5 A sequência de coeficientes quantizados é codificada utilizando-se o algoritmo Runlength e gerando-se uma sequência intermediária de símbolos. Finalmente, essa sequência de símbolos é codificada segundo a técnica Lempel-Ziv-Welch (LZV) e pode ser armazenada e(ou) transmitida.

#### QUESTÃO 35

De forma geral, aplicações como TV, teleconferência e vídeo também vêm tecnologicamente caminhando no sentido da implementação digital. Entretanto, como pode ser constatado na tabela do texto CE-I, o tratamento de vídeo na forma digital envolve uma grande quantidade de *bits*. Por outro lado, cada quadro do vídeo exibe uma redundância intrínseca típica que também pode ser observada na linha temporal, ou seja, de quadro para quadro. Pode-se, então, pensar em comprimir o vídeo, minimizando-se a redundância *intraframe* (dentro de cada quadro) e *interframe* (entre *frames* distintos). Desde a década de 70 do século passado, tem-se pesquisado e desenvolvido técnicas de compressão de vídeo para tornar realizável as propostas digitais. A compressão de vídeo pode ser vista, em poucas palavras, como a compressão de uma sequência de imagens que se sucedem segundo uma variável temporal. Vários padrões foram desenvolvidos ou ainda estão em estudo. No que se refere aos padrões de compressão de vídeo, julgue os itens que se seguem.

- 1 A estrutura básica do MPEG-1, método de compressão de vídeo proposto pelo *moving picture experts group* (MPEG), é muito similar ao proposto pelo ITU-T, norma H-261. A imagem, seja ela a original ou a diferença entre a imagem original e a predição pelo algoritmo de compensação de movimento, é segmentada em blocos de  $16 \times 16$  *pixels* (elementos de imagem) e a cada segmento é aplicada a transformada discreta de co-senos. Os blocos são organizados em macroblocos, que são também definidos de maneira análoga à norma H-261. A norma define o tamanho do macrobloco como um valor fixo. O macrobloco é constituído por quinze blocos de  $16 \times 16$  *pixels*. Sobre o nível de macrobloco, é aplicado o algoritmo de compensação de movimento. Os coeficientes transformados são quantizados e transmitidos para o sistema receptor.
- 2 Enquanto o MPEG-1 foi especificamente proposto para o armazenamento em mídia digital, o MPEG-2 objetivou prover de forma genérica um padrão dedicado para vídeo a baixa taxa, como é o caso do videofone. Conceitualmente, o algoritmo do MPEG-2 é similar ao do MPEG-1; entretanto, ele é limitado à resolução típica de videofone, ou seja, quadro de  $256 \times 256$  *pixels*.
- 3 O algoritmo MPEG-3, popularmente conhecido como MP-3, constitui uma evolução da codificação de áudio do MPEG-2 e deu origem a um novo padrão de codificação de áudio, atualmente muito difundido na Internet.
- 4 O padrão MPEG-4 provê uma modelagem mais abstrata para a codificação de sinais multimídia. O algoritmo trata a cena multimídia como uma coleção de objetos. Esses objetos podem ser visuais, como, por exemplo, o plano de fundo de uma imagem, ou podem ser *aurais*, como, por exemplo, a voz, a música e um ruído de fundo. Cada um desses objetos pode ser codificado independentemente por meio de diferentes técnicas, gerando conjuntos elementares de sequências de *bits*. Essas sequências de *bits* descritivas dos objetos são multiplexadas no sentido de descrever a cena em forma codificada. A linguagem denominada formato binário para cenas (BIPS), que se baseia na modelagem de realidade virtual (VRML), tem sido desenvolvida e aperfeiçoada pelo MPEG para a descrição de cenas.
- 5 O padrão MPEG-7, que está em fase de desenvolvimento e é similar ao MPEG-4, destina-se aos serviços de vídeo de alta definição em redes de comunicação de alta velocidade, como o padrão ATM.

**QUESTÃO 36**

Qualquer processo que se proponha a apresentar uma imagem tem como objetivo óbvio o olho de um observador. No caso particular da televisão, em um grau muito maior que em processos estáticos, o olho participa como elemento do sistema. Para produzir uma imagem dinâmica aos olhos de um observador, o processo de transmissão e de recepção de sinais de televisão apresenta um significativo grau de complexidade. Com relação à construção, à recepção e à reprodução de imagem em sistema de TV, de acordo com os órgãos reguladores da difusão de televisão, julgue os itens a seguir.

- 1 A frequência de quadro, no sistema PAL-M, é de 30 Hz, ou trinta cenas por segundo, usando varredura entrelaçada, com dois campos por quadro, campo de linhas ímpares e campo de linhas pares, correspondendo a uma frequência de campo de 60 Hz.
- 2 Antes de modular uma portadora para a transmissão, o sinal de crominância é sobreposto ao sinal de luminância. O sinal de televisão no formato apropriado para transmissão é comumente denominado sinal de vídeo composto.
- 3 Os sinais de luminância também podem ser decodificados pelas televisões em preto e branco. Os de crominância correspondem a informação de cores, só interpretados pelos sistemas em cores. Em termos da energia da imagem dinâmica original (capturada, por exemplo, por uma câmera de vídeo), o sinal de crominância apresenta a maior parte da informação da imagem decodificada em um aparelho de TV em cores.
- 4 Receptores de sinais de TV podem ser do tipo heteródino, em que o sinal de qualquer canal é convertido inicialmente para uma frequência intermediária, cujo valor depende do padrão adotado. Nesses receptores, não é possível a utilização do detector de envoltória para realizar a conversão de frequência do sinal de televisão composto (luminância, crominância e áudio) para a banda básica, devido à existência de múltiplos componentes de portadora.
- 5 O amplificador de luminância em receptores em cores tem três funções importantes: pré-amplificar o sinal de luminância recebido do detector de luminância/crominância; incorporar o controle de contraste, que, em TV em cores, deve ser interpretado como ajuste de nível de branco, e introduzir um retardo no sinal de luminância por meio de uma linha de retardo LC.

**QUESTÃO 37**

No dia 11 de março de 1999, houve um blecaute de grandes proporções no Brasil, atingindo diversos estados do país. O problema teve origem na subestação de Bauru, localizada no estado de São Paulo e integrante do sistema interligado brasileiro. O defeito na subestação de Bauru provocou um processo oscilatório de potência, que culminou com o desligamento em cascata de diversos elementos das instalações de transmissão do sistema interligado. Entre tais instalações, destaca-se o denominado tronco de transmissão de Itaipu, associado à usina de Itaipu, composto de linhas de transmissão em corrente alternada (CA) de 750 kV e linhas de transmissão em corrente contínua (CC) de  $\pm 600$  kV.

Considerando o texto acima, julgue os seguintes itens.

- 1 Oscilações de potência em sistemas de transmissão de energia elétrica somente são verificadas quando ocorrem defeitos do tipo curto-circuito.
- 2 O blecaute mencionado no texto assumiu grandes proporções porque linhas de transmissão CA de 750 kV, do tronco de transmissão de Itaipu, sempre devem ser desligadas pela atuação das suas proteções de linha, quando ocorre um defeito na subestação de Bauru.
- 3 Um sistema de transmissão CC pode ser conectado a um sistema de transmissão CA por meio de conversores denominados inversor — quando no ponto receptor da energia ou de carga — ou retificador — quando no ponto emissor da energia ou de geração.
- 4 Um sistema de transmissão de energia elétrica com base em tronco de transmissão com linhas CA e CC, em paralelo, pode operar com apenas as linhas de transmissão CA ou com apenas as linhas de transmissão CC.
- 5 É comum a operação das linhas de transmissão CA do tronco de Itaipu com apenas uma fase para não haver interrupção total do suprimento de energia, como já ocorrido em razão de quedas de torres de transmissão por fortes ventos na região.

**QUESTÃO 38**

A norma da ABNT para instalações elétricas de baixa tensão é a NBR-5410. A respeito da sua aplicação, julgue os itens subseqüentes.

- 1 Em relação ao sistema de alimentação elétrica para serviços de segurança, são permitidas as seguintes fontes: baterias; geradores independentes da alimentação normal; ramais separados da rede de distribuição, efetivamente independentes do ramal de alimentação normal da instalação.
- 2 Dispositivos de proteção devem ser previstos para interromper toda corrente de curto-circuito que esteja fluindo pelos condutores dos circuitos, antes que efeitos térmicos e mecânicos possam danificá-los.
- 3 Para utilização em circuitos de iluminação, de força, de sinalização e de controle, a ABNT estabelece que a seção mínima dos condutores de cobre para instalações fixas, com cabos isolados, seja igual a  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- 4 A NBR-5410 não admite o esquema de aterramento em que condutor neutro (N) e condutor de proteção (PE) são combinados em um único condutor ao longo de toda a instalação.
- 5 A NBR-5410 aplica-se somente às instalações elétricas alimentadas sob uma tensão nominal de 110 V, 127 V, 220 V ou 380 V, em corrente alternada, com frequência igual ou inferior a 60 Hz.

**QUESTÃO 39**

Com referência à proteção de sistemas elétricos de potência, julgue os itens a seguir.

- 1 Na proteção de circuitos primários aéreos de distribuição de energia, para caso de ruptura de condutores, considera-se a impedância de defeito baixa quando o condutor rompido (desencapado ou encapado) toca em solo asfaltado.
- 2 Na proteção de um sistema de alta tensão, o relé é um dispositivo cuja função é detectar condições indesejáveis de funcionamento no sistema (linhas ou outros equipamentos) e iniciar o comando adequado para a eliminação do problema.
- 3 O tempo de atuação da proteção de linhas de transmissão em alta tensão é definido, basicamente, pela intensidade do campo elétrico induzido na proximidade das torres de transmissão, para evitar acidentes com terceiros.
- 4 Na proteção de sistemas aéreos de distribuição de energia elétrica, o religador é um equipamento de proteção utilizado para detectar correntes de curto-circuito, desligando e religando automaticamente os circuitos protegidos um número de vezes predeterminado.
- 5 Para a proteção contra sobretensões devido a descargas atmosféricas, são utilizados os chamados cabos pára-raios tanto nos circuitos aéreos de distribuição, quanto nas linhas de transmissão de alta e extra-alta tensão.



Em um trabalho envolvendo agentes e peritos da polícia federal, foi descoberto um sistema de telecomunicações clandestino com as seguintes características.

- O sistema operava serviços relacionados à telefonia de curta e longa distâncias.
- O acesso à rede pública era feito a partir de um escritório central dimensionado para atender o tráfego gerado pelos clientes.
- O tráfego gerado por um cliente era encaminhado por espaço livre a uma torre dentro de sua área de cobertura, que servia de estação rádio-base e enviava esse tráfego ao escritório central por meio de um enlace direto ponto-a-ponto. Foram encontradas dez torres instaladas, correspondentes a dez áreas de cobertura que passaram a ser denominadas células.
- Os clientes do sistema compartilhavam a banda disponível em um esquema FDMA/TDMA que apresentava algumas semelhanças com o sistema IS-136.
- A torre de cada célula operava uma banda capaz de suportar dois canais de tráfego de 2,5 MHz de banda passante, acessados pelos clientes em TDMA com modulação do tipo QPSK. Um desses canais era utilizado para o tráfego no sentido do escritório central para o cliente — *downlink* — e o outro canal era utilizado no sentido contrário, do cliente para o escritório central — *uplink*. A frequência de transmissão dos canais de tráfego era a mesma para todas as estações rádio-base em um esquema de reuso de frequências, iguais a 2,56 GHz para o *uplink* e a 2,83 GHz para o *downlink*.
- O *frame* de cada canal de 2,5 MHz comportava 4 *time-slots* e cada cliente podia acessar o sistema por apenas um desses *time-slots*. O sistema não tinha capacidade de reusar um *time-slot* por detecção de uso do canal.
- As antenas de transmissão e de recepção utilizadas em cada uma das torres instaladas eram iguais e do tipo omnidirecional.

Para a análise desse sistema clandestino, os peritos utilizaram, entre outras informações, a tabela de Erlang-B abaixo.

número de canais	tráfego [erlangs] para GOS = 0,02
2	0,223
4	1,092
6	2,277
8	3,627
10	5,084
40	30,999
80	68,689
100	87,972

Julgue os itens abaixo, acerca do sistema descrito no texto CE-II.

- 1 Sabendo que os agentes e os peritos descobriram que havia estações rádio-base com transmissores de 40 W e outras estações com sistemas de transmissão de 100 W, então, nas condições apresentadas e supondo que as degradações na qualidade do sinal eram dadas principalmente pelo ruído térmico, que independia dos níveis de potência do sinal, pode-se concluir que, para células de mesmo raio de cobertura, a *bit error rate* (BER) oferecida aos clientes nas bordas das células das estações rádio-base de 100 W era menor que aquela oferecida aos clientes das estações que transmitiam com 40 W de potência, supondo as mesmas condições de propagação, de transmissão e de recepção.
- 2 Nas condições apresentadas no texto, se a técnica de modulação QPSK fosse substituída pela técnica GMSK, então, independentemente da configuração de filtro gaussiano utilizado, seria possível que o sistema oferecesse a seus clientes sinais com BER muito inferior à atual.
- 3 O modelo de Okumura-Hata poderia ser utilizado para estimar a predição da potência do sinal na área de cobertura das estações rádio-base, pois o sistema clandestino apresentado possui as características de um sistema móvel.
- 4 Supondo que as antenas nas torres das estações rádio-base sejam dipolos, poder-se-ia obter uma melhor diretividade, ao substituir os dipolos por antenas em *array* com elementos do tipo dipolo, mantendo ainda a característica omnidirecional.
- 5 Se a área coberta por três estações rádio-base mutuamente adjacentes passasse a ser coberta por apenas uma única estação rádio-base, cuja torre seria instalada na posição central às três regiões iniciais, e se a antena a ser utilizada nessa torre fosse também omnidirecional, então a capacidade do sistema em termos da quantidade de clientes potenciais e relativa a essas três estações rádio-base seria reduzida. Por outro lado, se fossem instaladas três antenas setorizadas nessa nova torre, que permitissem a cobertura isolada de cada uma das três regiões com interferência co-canal em níveis aceitáveis, então a capacidade inicial poderia ser restabelecida. Nesse caso, a relação frente-costa das antenas setorizadas deveria ser a maior possível. Entre as tecnologias disponíveis para se obter tais antenas, encontra-se a das antenas do tipo *microstrip*.

Ainda com relação ao sistema clandestino descrito no texto CE-II, julgue os itens seguintes.

- 1 Sabendo que as áreas de cobertura das células não tinham interseção, é possível concluir que, se o GOS do sistema fosse igual a 0,02, o sistema clandestino teria capacidade para operar com mais de 160 clientes potenciais, desconsiderando margens de segurança de tráfego e considerando que o tráfego de cada cliente era de 0,06 erlang e era regido por Erlang-B.
- 2 De acordo com a teoria de Erlang e com base em Erlang-B, caso o sistema operasse com um GOS de 0,1, sua capacidade em termos da quantidade de clientes potenciais seria cinco vezes maior que aquela que seria obtida no caso do GOS de 0,02, supondo que o tráfego por usuário fosse mantido.
- 3 Com base na teoria de Nyquist e supondo que o sistema opere com fator de *rolloff* de 0,2, a taxa de transmissão que cada canal de tráfego pode oferecer a um determinado cliente é superior a 1 Mbps, podendo indicar que os clientes desse sistema poderiam consistir em empresas que utilizavam o sistema clandestino para escoar o seu tráfego de voz e(ou) dados.
- 4 Caso o sistema operasse com modulação do tipo B/4-DQPSK, como nos sistemas IS-136 e em alguns dos canais do sistema IS-95, então, mantendo-se a mesma taxa de transmissão em bps por usuário do sistema atual, o novo sistema poderia operar com 8 *time-slots* por canal de tráfego, mantendo a banda do canal de tráfego em 2,5 MHz, o que permitiria aumentar a capacidade em clientes potenciais em mais de duas vezes.
- 5 Se o sistema fosse do tipo FDMA/CDMA, no qual cada canal de tráfego de 2,5 MHz fosse utilizado para espalhar canais de voz a uma taxa individual de 10 kbps, então, supondo que o sistema garantisse uma relação entre a energia de *bit* e a densidade de potência de ruído por unidade de frequência ( $E_b/N_0$ ) igual a 10 dB, e mantendo-se a técnica de modulação QPSK para o acesso a esse canal, com um fator de *rolloff* nulo, seria possível que cada estação rádio-base operasse com mais de 450 clientes potenciais, para um tráfego de cada usuário regido por Erlang-B e igual a 0,06 erlang, um GOS de 0,02 e desconsiderando, ainda, outras degradações do sistema CDMA.

Em sistemas digitais, a qualidade da transmissão pode ser avaliada, em última instância, pelo valor da BER, que, por sua vez, depende do nível de potência do sinal no receptor e das degradações que o sinal sofre ao longo do meio de transmissão e no processamento nos equipamentos de transmissão e de recepção. Essas degradações são causadas principalmente por ruído térmico, ruído de intermodulação, chuva, absorções por gases da atmosfera e interferências. É comum, por outro lado, expressar todas essas fontes de degradação por uma relação sinal/ruído  $\left(\frac{S}{N}\right)$ , que pode ser obtida por uma modelagem de todas as degradações, como se elas tivessem um comportamento do tipo ruído térmico. Nessas circunstâncias, para um enlace ponto-a-ponto, a relação sinal/ruído na entrada do sistema receptor pode ser aproximada pela seguinte expressão.

$$\left(\frac{S}{N}\right) = -10 \log_{10} \left[ 10^{\frac{-C}{10}} + 10^{\frac{-C}{10}} + \sum_{j=1}^m 10^{\frac{-C}{10}} \right]$$

em que:

$\left(\frac{S}{N}\right)$  é a relação sinal/ruído em dB, considerando-se todas as degradações como se elas fossem do tipo ruído térmico;

$\left(\frac{C}{N}\right)$  é a relação sinal/ruído em dB devido ao ruído térmico unicamente;

$\left(\frac{C}{N_M}\right)$  é a relação sinal/ruído em dB devido somente ao ruído de intermodulação;

$\left(\frac{C}{N_{I,j}}\right)$  representa a relação sinal/ruído em dB devido unicamente à interferência de índice  $j$  que acomete o sistema em análise.

A expressão acima pode ser utilizada para auxiliar o projeto de um sistema de telecomunicações e, em particular, de sistemas do tipo *wireless*.

## QUESTÃO 42

Com relação às informações do texto CE-III, julgue os itens a seguir.

- 1 Modelar a partir de um “comportamento do tipo ruído térmico” acarreta, geralmente, considerar as degradações de um sistema de telecomunicações não-correlatas entre elas, do tipo ruído branco, ou seja, o seu espectro de densidade de potência é constante na faixa do sistema, do tipo aditivo, e cuja função de densidade de probabilidade é normal e dada por uma função gaussiana de média zero e variância relacionada à função de densidade espectral.
- 2 Considere um sistema projetado para interligar duas cidades — A e B — por meio de dois subenlaces ponto-a-ponto, em que há um transceptor na cidade A, um outro transceptor na cidade B e um repetidor ativo e transparente interligando os dois transceptores. Considere ainda que, nesse sistema, deve-se garantir uma relação  $\left(\frac{S}{N}\right)$  igual a 25 dB para oferecer uma  $BER = 10^{-6}$ . Caso não haja interferência nem ruído de intermodulação nesse sistema e caso a relação  $\left(\frac{C}{N}\right)$  do primeiro subenlace seja igual a 28 dB, então, a relação  $\left(\frac{C}{N}\right)$  do segundo subenlace deverá ser pelo menos igual a 31 dB.
- 3 A intermodulação é um fenômeno decorrente de efeitos não-lineares dos sistemas de telecomunicações, podendo ocorrer na amplificação de potência, na mistura, bem como na modulação. Em um sistema que opera no modo FDMA no qual duas portadoras de frequências  $f_1$  e  $f_2$  são injetadas em um amplificador de potência, podem ser verificadas na saída desse dispositivo componentes de frequências dadas por  $f_1 \pm 2f_2$  e  $2f_1 \pm f_2$ , que são denominadas componentes de intermodulação de terceira ordem. Uma forma de se minimizar esse ruído de intermodulação é operar o sistema em *back-off*, fora da região de saturação do amplificador.
- 4 A chuva e os gases da atmosfera podem causar absorção do sinal de transmissão, acarretando perda de potência. A absorção por chuva degrada principalmente a relação  $\left(\frac{C}{N}\right)$  e pouco ou nada afeta as relações  $\left(\frac{C}{N_M}\right)$  e  $\left(\frac{C}{N_{I,j}}\right)$ , para  $1 \neq j \neq m$ .
- 5 Entre as degradações provocadas pela chuva, encontram-se a despolarização e a degradação da figura de ruído, acarretada pelo incremento da temperatura de ruído do sistema receptor. A despolarização pode aumentar os níveis de interferência do tipo polarização cruzada de co-canal, degradando a relação  $\sum_{j=1}^m 10^{\frac{-C}{10}} \left(\frac{C}{N_{I,j}}\right)$ . O aumento da temperatura de ruído do sistema receptor pode, por sua vez, acarretar a degradação da relação  $\left(\frac{C}{N}\right)$ , tendo pouca ou nenhuma influência na relação  $\left(\frac{C}{N_M}\right)$ .

Desconsiderando o ruído de intermodulação, a expressão  $\left(\frac{S}{N}\right)$  dada no texto CE-III pode ser reescrita por:

$$\left(\frac{S}{N}\right) = -10 \log_{10} \left( 10^{\frac{-C}{10}} + \sum_{j=1}^m 10^{\frac{-C}{10} \left( \frac{N_I}{N} \right)_j} \right),$$

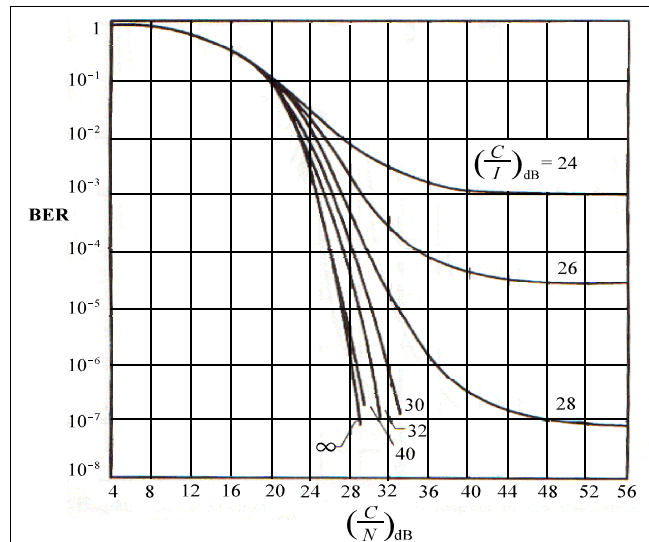
ou ainda por:

$$\left(\frac{S}{N}\right) = -10 \log_{10} \left( 10^{\frac{-C}{10}} + 10^{\frac{-C}{10}} \right),$$

em que  $\left(\frac{C}{I}\right)$  representa a relação sinal/interferência total do sistema em dB. Considerando-se os sinais de interferência como se tivessem um

comportamento do tipo ruído térmico, pode-se incorrer em erros de

estimativa da BER, ou seja, a BER estimada em função de  $\left(\frac{S}{N}\right)$  difere do caso real. O gráfico acima ilustra o comportamento real quanto à BER de um sistema 64-QAM, em função de  $\left(\frac{C}{N}\right)$  e para determinados valores de  $\left(\frac{C}{I}\right)$ . Nesse gráfico, em  $\left(\frac{C}{N}\right)$ ,  $N$  representa a componente total do ruído térmico no comportamento da BER, para um nível  $C$  da potência do sinal. Semelhantemente, em  $\left(\frac{C}{I}\right)$ ,  $I$  representa a componente total de interferência no comportamento da BER, para o mesmo nível  $C$  da potência do sinal.



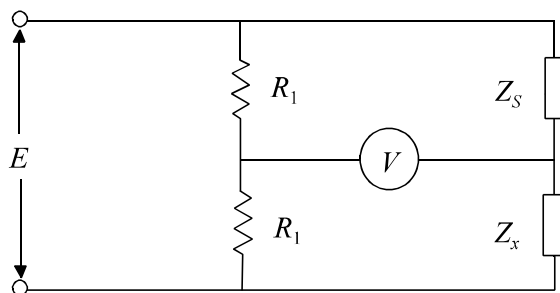
Com base nessas informações, no gráfico acima e no texto CE-III, julgue os itens subsequentes.

- 1 Supondo que, ao realizar o projeto de um novo sistema, tenha sido verificado que os sistemas vizinhos já instalados interferiam nesse novo sistema de tal forma que a relação  $\left(\frac{C}{I}\right)$  era igual a 30 dB, então, nessas circunstâncias, ao oferecer uma relação  $\left(\frac{C}{N}\right) = 32$  dB, pode-se garantir uma BER real inferior a  $10^{-6}$  para esse sistema.
- 2 Quanto maior a relação  $\left(\frac{C}{I}\right)$ , mais a BER obtida em função de  $\left(\frac{S}{N}\right)$  se aproxima do comportamento mostrado no gráfico.
- 3 Com base no gráfico, em um sistema em que  $\left(\frac{C}{I}\right) = 30$  dB e  $\left(\frac{C}{N}\right) = 30$  dB, ao se considerar a interferência como um ruído térmico, seria obtida uma BER superior a  $10^{-6}$  dB.
- 4 Com base no gráfico, em sistemas em que  $\left(\frac{C}{I}\right) = 24$  dB, seria possível obter uma BER inferior a  $10^{-3}$ , caso a interferência fosse considerada como um ruído térmico.
- 5 Ao se considerar a interferência como um ruído térmico, a estimativa da BER obtida a partir da relação  $\left(\frac{S}{N}\right)$  apresentada acima seria sempre pessimista em relação ao valor que seria obtido pelo gráfico mostrado.

**RASCUNHO**

Uma das antenas mais utilizadas em sistemas de telecomunicações é o dipolo elétrico simples ou em arranjo, que também é utilizado como referência-padrão na determinação dos parâmetros de antenas sob teste. Julgue os itens abaixo, relativos ao dipolo elétrico e às suas aplicações.

- 1 Um dipolo simples tem ganho baixo e diagrama de radiação omnidirecional. Ao associar de forma paralela o dipolo simples a dipolos parasitas, obtém-se um arranjo conhecido como antena log-periódica, que tem como características principais um ganho da ordem de 12 dB<sub>i</sub> e uma grande largura de banda, sendo muito popular na faixa de VHF e UHF devido, ainda, a sua simplicidade de construção e ao baixo custo.
- 2 A estrutura de alimentação de qualquer antena, inclusive do dipolo, deve operar com um coeficiente de onda estacionária (SWR) próximo da unidade. Para determinar esse parâmetro, pode-se utilizar o esquema mostrado na figura abaixo, em que  $Z_x$  representa a impedância equivalente na entrada da linha de alimentação da antena e  $Z_s$  é igual ao valor da impedância característica  $Z_o$  dessa linha de alimentação, supostamente sem perdas. Sabendo que, na medida de uma determinada antena, ao utilizar  $E = 100$  V, foi obtido na leitura do medidor  $V$  o valor de 20 V, então, é correto afirmar que o valor do SWR na linha de alimentação dessa antena é superior a 3,0.



- 3 Para determinar o ganho de uma antena, utilizou-se um transmissor, um receptor e um dipolo-padrão de ganho de 2,15 dB<sub>i</sub> e foram realizados os seguintes testes: inicialmente, para certas condições de transmissão e equipando o receptor com o dipolo-padrão, verificou-se que o sinal recebido tinha uma potência igual a 4 mW; em seguida, ao substituir o dipolo-padrão pela antena sob teste e mantendo-se as mesmas condições de transmissão e de recepção, obteve-se uma potência recebida de valor igual a 100 mW. Com base nesses testes, pode-se então concluir que o ganho da antena sob teste é inferior a 8 dB<sub>i</sub>.
- 4 Dois dipolos eletricamente curtos, posicionados em quadratura espacial, e alimentados com correntes de mesma amplitude e em quadratura temporal, apresentam um diagrama de radiação resultante que não possui pontos de nulos.
- 5 Considere um receptor de FM típico com uma sensibilidade de 1 : V (rms) e que utilize uma antena dipolo dobrado de meia-onda, de impedância igual a 300 Ω, ganho de 2,15 dB<sub>i</sub> e comprimento elétrico efetivo igual a  $\frac{2\lambda}{\pi}$ . Nesse caso, é correto afirmar que, na frequência de 100 MHz e em condições de casamento perfeito, a intensidade mínima do campo elétrico incidente para recepção satisfatória é superior a 1 : V/m (rms).

**QUESTÃO 45**

Recentemente, têm ocorrido consideráveis discussões e muitos estudos acerca de a possibilidade da radiação eletromagnética provocar danos à saúde. A crescente utilização de telefones celulares, por exemplo, tem aumentado a preocupação quanto à possibilidade de a radiação emitida por esses aparelhos provocar o aparecimento de câncer no cérebro. De um modo geral, esses receios motivaram inúmeras objeções públicas e legais contra a instalação de transmissoras de rádio e de TV e de estações rádio-base (ERBs) celulares próximas a áreas com grande densidade populacional. Com relação a esse assunto, julgue os itens seguintes.

- 1 Em aplicações típicas de radiofrequência (RF), até a faixa das microondas, a energia contida no campo eletromagnético próximo à fonte transmissora, quando absorvida por uma pessoa, é capaz de liberar elétrons dos átomos e das moléculas dos tecidos, causando a formação de íons positivos e negativos, o que poderia provocar efeitos biológicos danosos à saúde.
- 2 O nível de exposição à energia eletromagnética pode ser quantificado pela taxa de absorção específica (SAR), que é uma medida da potência absorvida pelo corpo humano, expressa em unidades de watts por quilograma de tecido. Como a exposição, usualmente, não ocorre de maneira uniforme no espaço e no tempo, para ser mais representativa, a SAR deve ser calculada, para uma dada pessoa, pela razão entre a média espacial da potência absorvida pela massa total exposta do corpo e(ou) partes dessa pessoa, utilizando-se também, a média temporal da potência absorvida ao longo de um certo tempo de exposição.
- 3 Para aumentar a quantidade de usuários do serviço, a tecnologia utilizada em sistemas de comunicações móveis celulares evoluiu dos sistemas analógicos para os sistemas digitais, o que, para manter a qualidade do serviço, acarretou o aumento dos níveis médios de potência transmitida pelos aparelhos portáteis e a quantidade de ERBs instaladas, elevando, como consequência, as possibilidades de riscos à saúde.
- 4 Em função das dimensões da fonte de radiação e da frequência do sinal radiado, o espaço pode ser dividido em três regiões: campo próximo reativo; campo próximo radiante e campo distante. Para uma fonte radiando em uma única frequência, a região de campo distante é definida como a distância a partir da qual a onda emitida tem, localmente, características de uma onda aproximadamente plana, com os vetores do campo elétrico e do campo magnético perpendiculares entre si e ambos transversais à direção de propagação. Em campo distante, quanto maior for a distância entre a fonte de radiação e a pessoa exposta, menores serão os riscos à saúde.
- 5 A absorção de energia eletromagnética pelo corpo depende da frequência de radiação. Para sinais com frequências próximas da frequência de ressonância natural do corpo humano, a energia é absorvida mais eficientemente. Esse fato determina que o nível de energia, para exposição em torno de 100 MHz, deve ser inferior ao valor permitido na frequência de 60 Hz, utilizada nos sistemas elétricos de potência.

**QUESTÃO 46**

Acerca de conceitos relacionados com os sistemas de comunicação via rádio, nas diferentes faixas de frequências, julgue os itens abaixo.

- 1 A perda de percurso, em condições de propagação pelo espaço livre, é maior para sinais com frequências na banda UHF que na banda VHF, mantendo-se inalterados todos os outros parâmetros do transmissor e do receptor.
- 2 Um sistema, que opera em 900 MHz e é utilizado para ligar dois pontos distantes de 10 km, é capaz de garantir uma potência recebida superior a 20 mW, quando as antenas utilizadas no enlace têm ganho igual a 10 dBi e é entregue à antena transmissora uma potência de 0,25 W.
- 3 A propagação na faixa de VHF ocorre, basicamente por linha de visada; no entanto, se as antenas são localizadas próximo à superfície da Terra, pode ocorrer a propagação da energia por onda de superfície, possibilitando a comunicação em distâncias superiores às obtidas em linha de visada.
- 4 Na condição de atmosfera-padrão, o índice de refração diminui com a altura a partir da superfície da Terra, o que produz uma curvatura da onda eletromagnética ao longo do percurso de propagação. Para se determinar o alcance de enlace, o percurso pode ser considerado retilíneo caso o raio efetivo da Terra seja considerado  $\frac{4}{3}$  maior que o raio real da Terra.
- 5 Uma antena circular eletricamente curta é muito utilizada na recepção de sinais AM. Em receptores localizados dentro de prédios, o seu uso é justificado em razão da baixa impedância que a onda passa a ter depois de atravessar as paredes do prédio. A baixa impedância ocorre em função de a absorção da onda, em baixa frequência, ser maior para a componente do campo elétrico que para a do campo magnético. Isso justifica, então, a aplicação de uma estrutura mais sensível ao campo magnético que ao campo elétrico.

Para controlar o tráfego de veículos nas estradas, a polícia rodoviária geralmente utiliza um sistema de radar. Considerando o caso de um radar operando com potência de transmissão de 100 mW e comprimento de onda igual a 3 cm e que esteja sendo utilizado por agentes da polícia rodoviária em uma estrada, julgue os itens a seguir.

- 1 Como antena transmissora do radar, pode ser utilizada uma antena parabólica circular, que apresenta um diagrama de radiação diretivo e ganhos altos, com um refletor relativamente pequeno. Se fosse usada uma antena com um refletor de 20 cm de diâmetro e eficiência total igual a 0,5, o ganho seria superior a 20 dB<sub>i</sub> na frequência de operação desse sistema.
- 2 A frequência do sinal desse sistema situa-se na denominada banda Ku. Essa faixa de frequências é muito utilizada em serviços militares e também na transmissão de TV por assinatura via satélite.
- 3 No sistema de radar acima, uma única antena permitiria a transmissão e a recepção do sinal, utilizando-se, para isso, um dispositivo denominado acoplador direcional, que possibilita recuperar amostras dos sinais.
- 4 Caso se deseje dobrar a distância de alcance desse radar, a potência transmitida deve ser aumentada para 400 mW, se todos os outros parâmetros forem mantidos inalterados.
- 5 No sistema de radar, para se determinar a velocidade de um móvel, pode-se utilizar de forma eficiente um refletômetro no domínio do tempo (TDR). Um TDR consiste em um gerador de pulsos e um osciloscópio. O radar envia um trem de pulsos na direção do veículo e, pelo tempo decorrido para a reflexão, o osciloscópio determina o intervalo de tempo decorrido entre os pulsos enviados e recebidos. A partir dessa informação é possível a determinação da velocidade do móvel.

**QUESTÃO 48**

O processo autorizado de escuta telefônica pode ser realizado em centrais telefônicas ou mesmo na linha do assinante. Quando a escuta é feita na central, a operadora de telefonia disponibiliza ferramentas e serviços para a execução da escuta. Entre essas ferramentas, encontram-se o perfil do usuário e informações acerca de suas chamadas. No entanto, existem situações em que a escuta na central não é a melhor opção. Nesses casos, a opção é a realização da escuta no enlace do assinante (rede de acesso). Com relação a uma situação de escuta telefônica, julgue os itens a seguir.

- 1 No processo de escuta telefônica no enlace de assinante e não na central, com o objetivo de identificar o assinante chamador, é necessário que o equipamento de escuta esteja funcionando antes de as ligações serem atendidas.
- 2 O processo de escuta telefônica em um escritório com PABX digital com ramais deve ser realizado em um ponto localizado antes da central digital (externo ao enlace PABX-assinante).
- 3 Se o assinante utilizar *modem* digital com alta taxa de dados para a comunicação telefônica, o processo de escuta pode prejudicar a ligação telefônica se a conexão for realizada eletricamente em paralelo com um cancelador de eco.
- 4 Com o conhecimento do tráfego do assinante e do tempo médio de chamada, pode-se determinar o número esperado de chamadas que serão realizadas no dia em que será executada a escuta.
- 5 Em um processo de escuta telefônica de voz de um usuário que utiliza ADSL, é fundamental um equipamento de escuta próprio para ligações ADSL.

**QUESTÃO 49**

A telefonia e a comunicação de dados estão fundamentadas no conceito da comutação. Naturalmente, enquanto a base da telefonia fixa está relacionada à comutação de circuitos, a comutação de pacotes é própria da comunicação de dados. Os dois modos de comutação têm diferenças bastante claras. Com relação à comutação, julgue os itens que se seguem.

- 1 Em telefonia fixa digital, a comutação de circuitos tem qualidade de serviço (QoS) garantida, uma vez estando estabelecida a ligação, enquanto a comutação de pacotes pode ter QoS variável durante a ligação (enlace).
- 2 A telefonia fixa digital é a evolução natural da telefonia analógica. Em particular, a telefonia digital utiliza comutação de pacotes para encaminhamento da chamada e, uma vez que o caminho da chamada esteja estabelecido, comutação de circuitos.
- 3 Os roteadores são exemplos de elementos de rede que realizam comutação de pacotes. A capacidade dos roteadores é determinada pela sua memória e pela sua capacidade de processamento.
- 4 Na comunicação de voz por comutação de pacotes, o uso de codificadores de voz não é necessário em razão das altas taxas de transmissão geralmente envolvidas no estabelecimento de enlaces de voz com qualidade telefônica.
- 5 O PCM não é adequado para o transporte de dados ordenados segundo comutação por pacotes. A razão é que esse sistema foi especificamente desenvolvido para transporte de dados provenientes de comutação de circuitos.

**QUESTÃO 50**

No Brasil, hoje em dia, a telefonia móvel é praticamente onipresente. Um dos pilares de funcionamento dessa telefonia é a tecnologia de múltiplo acesso. Entre as diversas tecnologias de múltiplo acesso no sistema celular, tem-se o FDMA, o TDMA e o CDMA. O múltiplo acesso pode ser entendido como a forma de um usuário estabelecer comunicação em um sistema com vários canais disponibilizados a diversos usuários. Isso é diferente de multiplexação, que tem a finalidade de aproveitar melhor a capacidade do canal, enviando informações de diversos usuários dentro do canal. Com relação a esses tópicos e dentro do contexto de interceptação telefônica, julgue os itens subseqüentes.

- 1 O FDMA puro apresenta-se como a forma de múltiplo acesso mais difícil de interceptar, dentro dos diversos sistemas de comunicação celular presentes no Brasil até 2001.
- 2 O TDMA é a técnica de múltiplo acesso utilizada em diversas cidades do Brasil. O uso dessa técnica elimina a necessidade do FDMA nas estações de transmissão e nos aparelhos dos usuários.
- 3 O CDMA apresenta dificuldade de encriptação, permitindo maior facilidade para a interceptação telefônica. Além disso, sua interceptação é facilitada pela imunidade a problemas de sincronismo.
- 4 A interceptação de uma ligação telefônica celular no enlace do assinante celular em tecnologia digital pode ser realizada somente se os canais de controle também forem monitorados.
- 5 A multiplexação no domínio do tempo (TDM) necessita de boa sincronização para permitir a transmissão de informações. De modo similar, o TDMA exige sincronismo na recepção e na transmissão de sinais em ambiente celular.