



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO

CONCURSO PÚBLICO

CARGO

29

PESQUISADOR-TECNOLOGISTA EM  
METROLOGIA E QUALIDADE

ÁREA: METROLOGIA EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

## CADERNO DE PROVAS - PARTE II

### CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS E DISCURSIVA

**LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.**

- 1 Nesta parte II do seu caderno de provas, confira atentamente os seus dados pessoais e os dados identificadores de seu cargo/área transcritos acima com o que está registrado em sua **folha de respostas** e em seu **caderno de textos definitivos da prova discursiva**. Confira também o seu nome, o nome e número de seu cargo/área no rodapé de cada página numerada desta parte II de seu caderno de provas. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito, ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou aos dados identificadores de seu cargo/área, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da folha de respostas, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:  
*A esperança é cheia de confiança.*

#### OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet — [www.cespe.unb.br](http://www.cespe.unb.br).
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### QUESTÃO 41

Determinado sistema de comunicação sem fio utiliza, na transmissão, a combinação de modulação 16-QAM (*quadrature amplitude modulation*) com códigos convolucionais cuja taxa é igual a  $\frac{2}{3}$ . O sinal é transmitido com pulsos de cosseno levantado com um fator de *roll-off* igual a 0,3. Nessa situação, supondo que se deseje transmitir 1.000 pacotes de 100 *bytes* a cada segundo, a largura de banda mínima apropriada para esse sistema, em kHz, será de

- A 230.
- B 260.
- C 300.
- D 390.
- E 780.

### QUESTÃO 42

A digitalização de sinais de voz é comumente realizada pelo esquema PCM (*pulse code modulation*), padronizado pela ITU-T na recomendação G711. Esse esquema é realizado por um conjunto de operações no sinal de entrada, cuja sequência correta é

- A filtragem passa-alta, quantização, codificação, amostragem e compressão.
- B filtragem passa-baixa, amostragem, compressão, quantização e codificação.
- C amostragem, filtragem passa-baixa, codificação e quantização.
- D filtragem passa-alta, quantização, amostragem, compressão e codificação.
- E filtragem passa-baixa, amostragem, compressão, quantização e decompressão.

### QUESTÃO 43

Acerca de teoria da informação e codificação, julgue os seguintes itens.

- I A capacidade de um canal com ruído branco gaussiano aditivo cresce linearmente com a razão sinal-ruído.
- II É impossível a transmissão de dados com determinada taxa de erro de *bit* a uma taxa maior que a capacidade do canal.
- III O ganho de codificação de um sistema representa a diferença entre a capacidade do canal e a taxa de codificação utilizada.
- IV Quando comprimida, uma sequência binária com entropia igual a um *bit* apresenta perdas.

Assinale a opção correta.

- A Apenas um item está certo.
- B Apenas os itens I e III estão certos.
- C Apenas os itens I e IV estão certos.
- D Apenas os itens II, III e IV estão certos.
- E Todos os itens estão certos.

### QUESTÃO 44

Uma portadora de 1 GHz é usada para transmitir sinal entre uma estação radiobase e um usuário que se move a uma velocidade de 72 km/h. O canal de transmissão apresenta um perfil de potência com dois raios, em que o segundo raio tem atraso de 5  $\mu$ s e, em média, potência 3 dB acima da potência do primeiro raio. A banda de coerência ( $B_c$ ) pode ser aproximada por  $B_c = \frac{1}{50 \tau_{rms}}$ , em que  $\tau_{rms}$  é o espalhamento de atraso, em valor RMS, e o tempo de coerência ( $T_c$ ) é aproximadamente  $T_c = \frac{0,4}{f_m}$ , sendo  $f_m$  o espalhamento de Doppler máximo.

Tendo como referência as informações acima, é correto afirmar que o tempo de coerência e a banda de coerência do canal em questão são iguais, respectivamente, a

- A 6 ms e  $6\sqrt{2}$  kHz.
- B 6 ms e 12 kHz.
- C 21,6 ms e 4 kHz.
- D 21,6 ms e  $6\sqrt{2}$  kHz.
- E 21,6 ms e 12 kHz.

### RASCUNHO

## QUESTÃO 45

Os sistemas móveis de segunda geração operam em modo FDD (*frequency division duplexing*), enquanto os sistemas mais modernos, como UMTS e WiMAX, permitem a operação tanto em FDD quanto em modo TDD (*time division duplexing*). A respeito dessas diferentes técnicas de duplexação, assinale a opção correta.

- A Para uma mesma quantidade de espectro, um sistema FDD tem usualmente sensibilidade de receptor, em dBm, menor que a de um sistema TDD.
- B No FDD, normalmente se usa, para o enlace direto, a faixa de frequência mais alta, porque, nessa faixa, ocorre menor perda de propagação.
- C O FDD permite uma maior flexibilidade quando se considera a divisão dos recursos entre os enlaces reverso e direto.
- D Para operarem adequadamente, sistemas em modo TDD devem utilizar dois *modems* no terminal móvel.
- E Sistemas em modo TDD são apropriados para uso, sem perda de eficiência, em redes não sincronizadas.

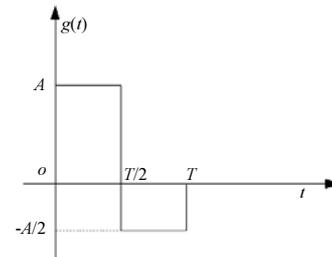
## QUESTÃO 46

Considerando que um sinal seja transmitido em uma portadora de 200 MHz e largura de banda de 10 Mhz e que, para a demodulação digital, esse sinal seja amostrado a uma taxa 20% maior que a frequência de amostragem de Nyquist, então, se a amostragem ocorrer a 4 *bits* por amostra, a taxa de *bits* desse sinal, em Gbps, será igual a

- A 0,820.
- B 1,008.
- C 1,680.
- D 1,920.
- E 1,968.

RASCUNHO

## QUESTÃO 47



A figura acima ilustra um pulso  $g(t)$ , com duração  $T$  e  $A$  constante, usado para uma transmissão digital. Na recepção, existe um filtro que maximiza a razão sinal-ruído na sua saída  $y(t)$ , quando amostrado no instante  $T$ . Considerando essas informações e que, nos gráficos a seguir,  $B$  e  $K$  são constantes, assinale a opção que apresenta a resposta ao impulso  $h(t)$  do referido filtro e o sinal de saída  $y(t)$ .

- A
- 
- B
- 
- C
- 
- D
- 
- E
-

## RASCUNHO

## QUESTÃO 48

Acerca da tecnologia GSM e de sua evolução para transmissão de dados GPRS/EDGE, assinale a opção correta.

- A O GSM restringe-se ao uso do TDMA como tecnologia de múltiplo acesso.
- B Para a transmissão de dados no EDGE, são utilizados os esquemas de modulação GMSK, QPSK e 8-PSK.
- C Na tecnologia GSM, em cada portadora de 200 kHz, é admitida a multiplexação de até 16 chamadas de voz.
- D O GPRS/EDGE utiliza comutação por circuito.
- E O GMSK, utilizado como esquema de modulação no GSM, transmite 2 bits por símbolo.

## QUESTÃO 49

O protocolo CSMA/CA empregado em redes locais sem fio *wi-fi* é sensível ao problema do terminal escondido. Para combater esse problema, utiliza-se o protocolo

- A ACK.
- B CCK.
- C DCF/PCF.
- D DIFS/SIFS.
- E RTS/CTS.

## QUESTÃO 50

Segundo o modelo de Okumura-Hata, a perda de canal ( $L$ ), em dB, para ambientes urbanos em cidades grandes, é dada pela expressão a seguir, em que  $f_c$  é a frequência da portadora, em MHz;  $h_{\text{ERB}}$  e  $h_{\text{MS}}$  são, respectivamente, as alturas da estação radiobase (ERB) e da estação móvel (MS), ambas em metros; e  $d$  é a distância entre a ERB e a MS, em quilômetros:

$$L = 69,55 + 26,16 \log f_c - 13,82 \log h_{\text{ERB}} - (3,2(\log(11,75 h_{\text{MS}}))^2 - 4,97) + (44,9 - 6,55 \log h_{\text{ERB}}) \log d.$$

Considere que uma ERB, operando em 800 MHz e 10 dBW, transmita com uma antena de ganho igual a 4 dB, localizada em uma torre a 100 m de altura. Nesse caso, tomando 0,3 como valor aproximado para  $\log 2$ , uma estação móvel a 3,4 m de altura e a 2 km de distância da ERB receberá um sinal com potência aproximadamente igual a

- A  $10^{-8}$  W.
- B  $5 \times 10^{-10}$  W.
- C  $10^{-8}$  mW.
- D  $5 \times 10^{-9}$  mW.
- E  $10^{-11}$  mW.

**QUESTÃO 51**

Em um sistema WiMAX móvel cujas subportadoras sejam espaçadas em frequência com faixa de 10,937 kHz, e o prefixo cíclico corresponda a  $\frac{1}{8}$  do intervalo de símbolo útil, o

espalhamento de atraso máximo aceitável para que não haja interferência intersimbólica, em  $\mu\text{s}$ , será de

- A 11,4.
- B 57,0.
- C 91,4.
- D 914,0.
- E 1.140,0.

**QUESTÃO 52**

CDMA (*code division multiple access*) é a técnica de múltiplo acesso utilizada nas tecnologias digitais cdmaOne, cdma2000 e WCDMA/UMTS, de segunda e terceira geração. Acerca dessa técnica, julgue os seguintes itens.

- I No enlace reverso, o controle de potência rápido é empregado para se evitar que usuários distantes da ERB interfiram demasiadamente em usuários perto da ERB.
- II A área de cobertura de uma ERB CDMA varia de acordo com a intensidade de tráfego.
- III Redes CDMA devem necessariamente ser sincronizadas.
- IV A realização do *handover* suave (*soft handover*) é limitada ao uso de duas ERBs.

Assinale a opção correta.

- A Apenas um item está certo.
- B Apenas os itens I e II estão certos.
- C Apenas os itens I e IV estão certos.
- D Apenas os itens II e III estão certos.
- E Apenas os itens III e IV estão certos.

**QUESTÃO 53**

No espaço livre, a razão entre as potências de recepção  $P_R$  e de transmissão  $P_T$  é dada pela equação de Friis:  $\frac{P_R}{P_T} = \frac{G_T G_R C^\alpha}{(4\pi)^{\beta} D^\gamma}$ , em que  $G_T$  e  $G_R$  representam, respectivamente, os ganhos das antenas de transmissão e de recepção,

- A  $C$ , a distância entre transmissor e receptor,  $D$ , a frequência do sinal,  $\alpha = \beta = 1$  e  $\gamma = 2$ .
- B  $C$ , o comprimento de onda,  $D$ , a distância entre transmissor e receptor, e  $\alpha = \beta = \gamma = 2$ .
- C  $C$ , o comprimento de onda,  $D$ , a distância entre transmissor e receptor,  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 2$  e  $\gamma = 3$ .
- D  $C$ , a distância entre transmissor e receptor,  $D$ , o comprimento de onda,  $\alpha = 1$  e  $\beta = \gamma = 2$ .
- E  $C$ , a distância entre transmissor e receptor  $D$ , o comprimento de onda  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 2$  e  $\gamma = 3$ .

**QUESTÃO 54**

Acerca da propagação de ondas de rádio em canais sem fio e de modelos de canal, assinale a opção correta.

- A A refração possibilita que sinais de rádio se propaguem além do horizonte e por trás de obstruções.
- B O desvanecimento de pequena escala para uma transmissão com linha de visada é modelado por uma distribuição de Rayleigh.
- C Os efeitos aleatórios do sombreado são comumente descritos por uma distribuição log-normal.
- D O modelo COST-231 de Walfisch-Ikegami é um modelo determinístico, o qual é caracterizado por levar em conta a topologia do terreno.
- E O espalhamento de atraso máximo é usualmente maior em ambientes internos que em ambientes rurais.

**QUESTÃO 55**

O *wi-fi Protected Access* (WPA2), um protocolo de encriptação que garante maior segurança em redes locais sem fio, é especificado no padrão

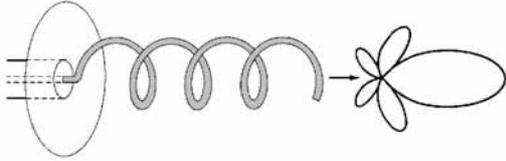
- A IEEE 802.11a.
- B IEEE 802.11g.
- C IEEE 802.11h.
- D IEEE 802.11n.
- E IEEE 802.11i.

**QUESTÃO 56**

Considerando a antena isotrópica, a qual radia todo o sinal aplicado em sua entrada igualmente em todas as direções, assinale a opção correta.

- A Nenhuma outra antena pode apresentar diretividade maior que a da antena isotrópica.
- B Se uma antena dipolo de meia onda for 80% eficiente, seu ganho na direção de máxima radiação será maior que o da antena isotrópica.
- C Apenas as antenas parabólicas apresentam ganho maior que o da antena isotrópica.
- D A diretividade de uma antena corneta é sempre menor que a da antena isotrópica.
- E O diagrama de radiação no plano E de uma antena Yagi de 3 elementos lineares é o mesmo que o da antena isotrópica.

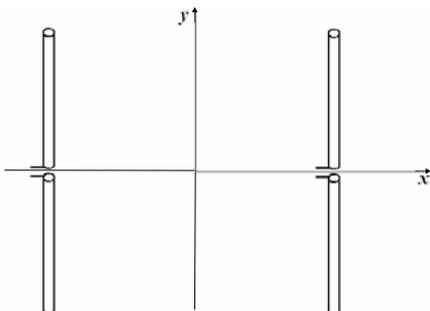
## QUESTÃO 57



Antenas helicoidais apresentam modos de radiação de acordo com sua construção e frequência de operação. A figura acima ilustra uma dessas antenas e seu respectivo diagrama de radiação no modo axial. Acerca da antena helicoidal ilustrada, assinale a opção correta.

- A Para a antena helicoidal apresentar o modo de radiação axial, é necessário que todas as dimensões da antena estejam na ordem de um décimo do comprimento de onda da frequência de operação.
- B Para se obter o modo de radiação axial, o perímetro de cada hélice da antena helicoidal deve ser da ordem de um comprimento de onda da frequência de operação.
- C A antena helicoidal opera no modo axial apenas se o diâmetro de cada hélice for de um comprimento de onda.
- D A antena helicoidal opera no modo axial apenas se o perímetro de cada hélice for de um quarto do comprimento de onda.
- E Antenas helicoidais no modo de radiação axial são inerentemente de banda estreita, o que limita suas aplicações a sinais com menos de 20% de largura de banda.

## QUESTÃO 58



Considere duas antenas dipolo de meia onda, posicionadas no plano  $xy$  como ilustrado na figura acima. Supondo as antenas no espaço livre, e que elas sejam alimentadas no centro com tensões de mesma amplitude, para se obter os lobos principais de radiação na direção  $x$ , tanto no sentido  $-x$  quanto no sentido  $+x$ , os dipolos devem ser

- A espaçados de meio comprimento de onda e alimentados em fase.
- B espaçados de um quarto de comprimento de onda e alimentados em fase.
- C espaçados de um comprimento de onda e alimentados defasados em 180 graus.
- D espaçados de meio comprimento de onda e alimentados defasados em 180 graus.
- E espaçados de um quarto de comprimento de onda e alimentados defasados em 90 graus.

## QUESTÃO 59

Uma antena de polarização linear, com 15 dBi de ganho, transmite em 300 MHz. Em campo distante, sem interferências, uma antena padrão também com polarização linear, com 12 dBi de ganho em 300 MHz, recebe uma potência máxima de 13 dBm. Trocando-se a antena padrão por uma antena desconhecida, a potência máxima recebida é de 10 mW. Girando-se essa antena desconhecida, de forma que ela fique em polarização cruzada, a potência recebida é desprezível, isto é, da ordem de 0 mW. Nessa situação, não havendo variações na potência transmitida e estando todas as antenas sem perdas por conexões e casamento de impedância, é correto afirmar que, em 300 MHz, a antena desconhecida é de polarização

- A circular, e tem ganho de 9 dBic.
- B elíptica, e tem ganho de 9 dBic.
- C linear, e tem ganho de 3 dBi.
- D linear, e tem ganho de 9 dBi.
- E linear, e tem ganho de 9 dBd.

## QUESTÃO 60

Considere que, ao se proceder a experimentos e cálculos para se obter o desempenho de uma antena, a técnica utilizada tenha sido efetuar as medidas em campo próximo em vez de em campo distante. Nesse caso, a referida técnica

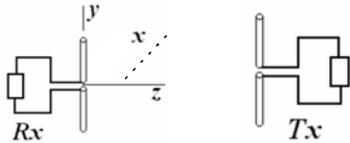
- A não permite a obtenção dos diagramas de radiação de campo distante, seja por experimentos ou cálculos.
- B é aplicada apenas aos sistemas de coordenadas cartesianas retangulares.
- C é inadequada para medidas dentro de câmaras anecoicas.
- D é capaz apenas de fornecer respostas para antenas de polarização linear.
- E é adequada para se obter os campos em fase e amplitude da antena a ser testada.

## QUESTÃO 61

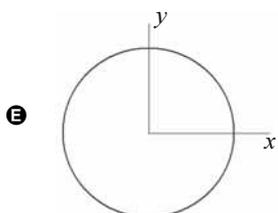
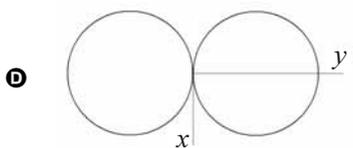
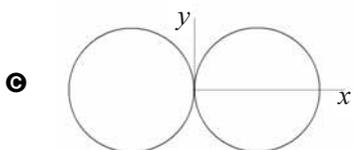
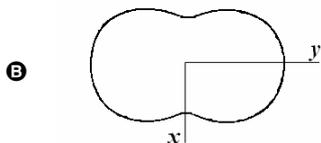
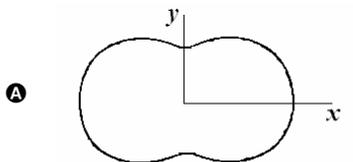
A respeito da antena de microfita (*microstrip*) retangular, assinale a opção correta.

- A A antena de microfita retangular não permite alimentação com o uso de cabo coaxial.
- B A espessura e as propriedades da camada dielétrica entre o elemento ativo e o plano terra não alteram os parâmetros da antena de microfita.
- C Quando alimentada por uma linha de microfita, a frequência de ressonância da antena em questão depende apenas da largura da linha de microfita que a alimenta.
- D O diagrama de radiação da antena de microfita retangular independe da frequência de operação.
- E Um conjunto mais diretivo pode ser obtido posicionando-se e alimentando adequadamente várias antenas de microfita retangulares sobre o plano condutor.

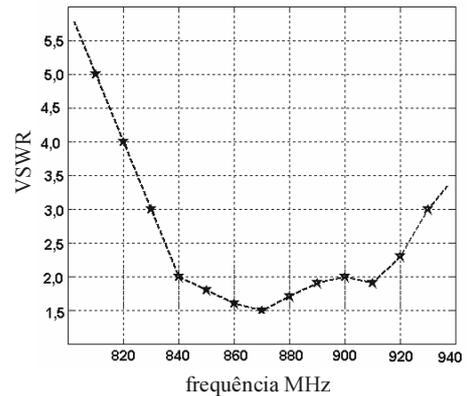
## QUESTÃO 62



Considere o sistema receptor ( $Rx$ ) e transmissor ( $Tx$ ) com antenas de polarização linear conforme ilustrado acima. A antena receptora está separada da antena transmissora de tal forma a estar em campo distante. Girando-se a antena do receptor ao redor do eixo  $z$  e esboçando-se na forma de gráfico o sinal recebido, tem-se o diagrama de polarização da antena transmissora, uma vez que a antena usada no receptor é de polarização linear. Nessa situação, considerando que a transmissão se dê em espaço livre, assinale a opção que apresenta o esboço correto do diagrama de polarização resultante.



## QUESTÃO 63



De acordo com o gráfico acima, que representa a VSWR de uma antena medida a intervalos de 10 MHz, e assumindo que  $\log 2 = 0,3$ , a perda de retorno, em dB, na frequência de 830 MHz resulta em

- A** 0.
- B** 3.
- C** 6.
- D** 9.
- E** 12.

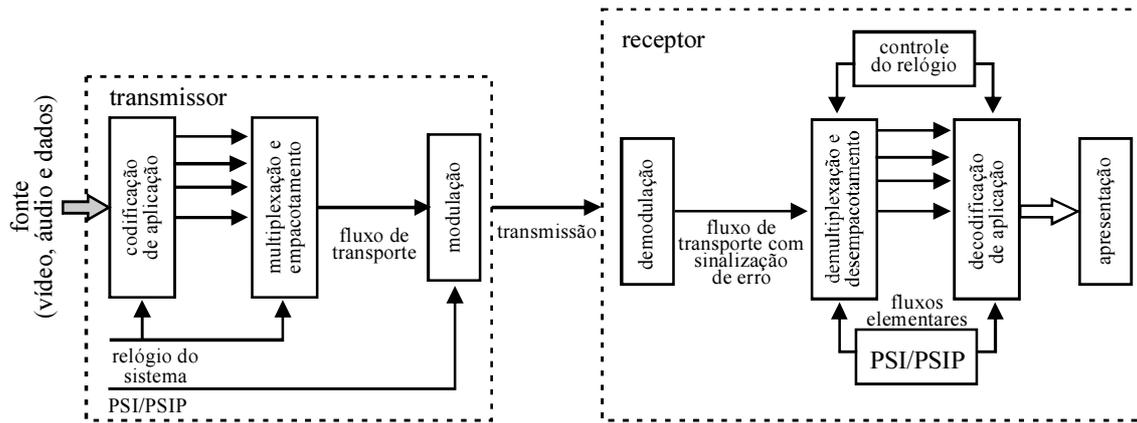
## QUESTÃO 64

Uma antena de polarização linear será acoplada a um equipamento para medir um campo eletromagnético cuja frequência é igual a 100 MHz, distante de uma estação transmissora, também de polarização linear. O fator  $K$  da antena na direção de máxima recepção, nessa frequência, determinado com relação a 50 ohms, compatível com a impedância de entrada do equipamento, é de 6 dB/m. Nessa situação, considerando que as perdas devido às conexões e cabos usados são desprezíveis e que o valor da tensão máxima (rms) fornecido pelo medidor seja de  $100 \mu\text{V}$ , o valor do campo elétrico, em  $\text{dB}\mu\text{V/m}$  (rms), no local da medida, corresponderá a

- A** 26.
- B** 30.
- C** 36.
- D** 40.
- E** 46.

RASCUNHO

## QUESTÃO 65



Organização das funcionalidades no par transmissor/receptor

Marcelo Sampaio de Alencar. *Televisão digital*, p. 193 (com adaptações).

Em relação ao padrão de televisão digital norte-americano ATSC (Advanced Television System Committee) e considerando a figura acima, assinale a opção correta.

- A Considerando a modulação 8-VSB, a sequência atribuída ao *data stream* é embaralhada no estágio de entrelaçamento de dados, reduzindo, conseqüentemente, a sensibilidade do sinal transmitido às interferências do tipo *burst type interference*.
- B Em relação à codificação de fonte e compressão, os dados associados a propagandas de áudio e serviços de vídeo são funções dos dados de controle.
- C O receptor ATSC deve modular o sinal de acordo com o tipo de transmissão recebida, aplicando correção de erro.
- D No sistema de TV digital ATSC, a arquitetura em camadas constitui um sistema em que vídeo, áudio e dados são fortemente acoplados como parte de um sistema fim-a-fim, o que limita a possibilidade de modificação de características básicas do sistema.
- E Na modulação 8-VSB, a codificação Reed-Solomon é baseada em um processo convolucional.

## QUESTÃO 66



Considerando a figura acima, que ilustra a distribuição de corrente, em módulo, ao longo de uma antena linear alimentada no centro, é correto afirmar que o comprimento dessa antena é mais próximo de

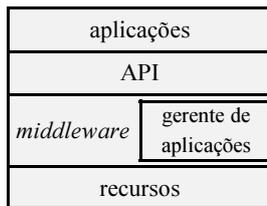
- A meio comprimento de onda.
- B um comprimento de onda.
- C dois comprimentos de onda.
- D quatro comprimentos de onda.
- E oito comprimentos de onda.

## QUESTÃO 67

Com relação às antenas transmissoras de ondas médias, as quais geralmente são torres de dezenas de metros de altura, assinale a opção correta.

- A Cargas de topo podem ser empregadas de forma a diminuir a altura das torres.
- B Em caso de torres isoladas na base, cabos de aço podem ser usados para mantê-las na vertical sem nenhuma preocupação com relação a isolamento, uma vez que esses cabos têm diâmetro muito menor que o diâmetro das torres radiantes, não afetando o funcionamento destas.
- C O plano terra, construído com fios condutores posicionados na base da antena sob a terra, tem como principal função evitar tensão de passo, protegendo pedestres que circulam no local da antena.
- D As torres usadas como antenas para transmissão na faixa de ondas médias são normalmente posicionadas em terrenos elevados, permitindo assim que os sinais atinjam locais distantes em linha de visada.
- E Uma vantagem em se usar torres verticais para a transmissão em ondas médias reside no fato de que, devido ao seu diagrama de radiação apenas no plano horizontal, os sinais não são refletidos pela ionosfera, evitando, assim, interferências em estações de outras localidades.

## QUESTÃO 68



*Idem, ibidem, p. 52.*

Considerando a arquitetura básica da organização dos elementos de uma *middleware* conforme figura acima, assinale a opção correta.

- A O *middleware* MHP (*multimedia home platform*) adotado pelo padrão europeu (DVB-T) caracteriza-se por definir uma interface exclusiva entre as aplicações e o *set-top-box*, ou seja, depende de equipamentos específicos para ser implementado.
- B O Brasil adotou o padrão ISDB-T, cujo *middleware* associado é o GINGA. Esse tipo de *middleware* possibilita a interação com aparelhos móveis de telefonia celular, dispositivos com *bluetooth* e *wi-fi*.
- C Por adotarem uma máquina virtual Java como mecanismo para facilitar a execução de aplicações que permitam interatividade, os *middleware* MHP e DASE (DTV Application Software Environment) são compatíveis entre si.
- D Em relação à camada de recursos, que representa os recursos de *hardware* e de *software* da plataforma, o *middleware* visualiza os recursos de maneira que esses possam ser mapeados em uma ou mais entidades de *software* distintas.
- E As linguagens declarativas requerem domínio da linguagem de programação, uma vez que é necessário que o programador especifique cada passo a ser executado pelo programa.

## QUESTÃO 69

No que diz respeito ao *middleware* utilizado em televisão digital, o seu principal elemento físico é o *set-top-box*, também conhecido como unidade receptora-decodificadora (URD). Com relação a esse aparelho, assinale a opção correta.

- A O *set-top-box* permite a interface com câmeras de vídeo, aparelhos de DVD, teclados e *modem* por meio de uma única padronização aceita mundialmente, a entrada USB, pois esse é o padrão utilizado nos computadores pessoais.
- B O *set-top-box* é o aparelho responsável pela modulação do sinal digital recebido, uma vez que esse é retransmitido para o aparelho de TV.
- C O sintonizador do aparelho é responsável pela captação dos sinais provenientes das emissoras de TV digital.
- D O *set-top-box* dispensa a utilização de memórias, devido ao fato de o armazenamento de dados, vídeos e áudio ser feito remotamente nos servidores dos provedores de serviços.
- E O canal de retorno do aparelho estabelece a comunicação das emissoras e programadoras com os usuários, por meio de redes de comunicações, como *wi-fi*, MMDS e cabo.

## QUESTÃO 70

Considerando o padrão de televisão digital norte-americano ATSC, assinale a opção correta.

- A O modo de transmissão 16-VSB utiliza o mesmo código em treliça do modo 8-VSB, devido a este ser um padrão de código para modulação VSB.
- B Os sinais de *clock* podem ser obtidos a partir dos dados recuperados sem prejuízo do processo de decodificação.
- C O sincronismo de segmento tem a finalidade de estabelecer um referencial para correção dos efeitos das reflexões e consequentes retardos no sinal captado.
- D As informações auxiliares destinadas a precisa localização e demodulação do sinal captado no receptor são compostas pelo piloto ATSC, o sincronismo de segmento e o sincronismo de campo.
- E A modulação multiportadora OFDM (*orthogonal frequency division multiplexing*) também se aplica ao padrão ATSC.

## QUESTÃO 71

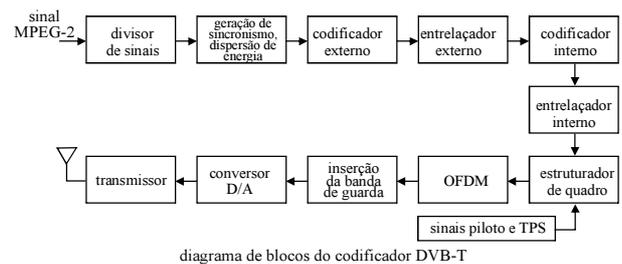


diagrama de blocos do codificador DVB-T

*Idem, ibidem, p. 209.*

Considerando o padrão de televisão digital europeu — DVB (*digital video broadcasting*) — e a figura acima, que esquematiza o processo de codificação DVB, assinale a opção correta.

- A A função do codificador externo é permitir ao receptor detectar e corrigir erros introduzidos por interferências presentes no meio de transmissão, utilizando código convolucional.
- B O padrão MPEG-2 é considerado uma norma única, cuja referência é a ISO 13818.
- C Os cinco primeiros blocos do processo de codificação visto na figura são comuns às transmissões DVB-C (via cabo), DVB-S (via satélite) e DVB-T (via terrestre).
- D Os cinco primeiros blocos da figura (após o sinal MPEG-2) formam o codificador.
- E A técnica de modulação COFDM consiste em um processamento no qual a codificação do controle de erros e a modulação OFDM operam em conjunto. A COFDM é adotada pelo DVB-T.

## QUESTÃO 72

A respeito do padrão de TV digital japonês ISBD-T (*Integrated Services Broadcasting for Terrestrial Television Broadcasting*), assinale a opção correta.

- A Com relação à transmissão no padrão ISDB-T, o segmento consiste em um grupo de portadoras, composto de um número fixo de portadoras de dados e de controle.
- B Transmissão hierárquica permite, por exemplo, que um receptor de um sistema de televisão digital de padrão ISDB-T, com o uso de um decodificador, processe o sinal transmitido pelo padrão ATSC.
- C O esquema de codificação externa do padrão ISDB-T é o código convolucional, que se caracteriza por proteger a informação a ser transmitida por meio de acréscimo de *bits* redundantes.
- D Na codificação do canal, o processo de dispersão de energia transmite uma sequência de sucessivos zeros ou um, a partir de uma operação binária XOR entre os dados da camada em referência e uma sequência pseudoaleatória gerada pelo registrador de deslocamento.
- E O esquema de modulação utilizado pelo padrão ISDB-T é o QAM (*quadrature amplitude modulation*).

## QUESTÃO 73

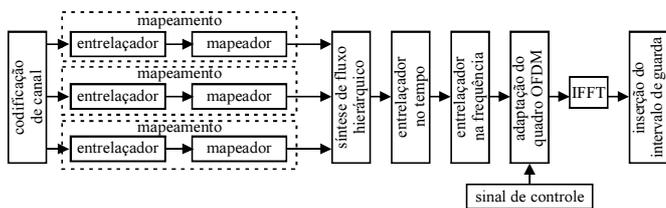


diagrama de processo de modulação

Idem, *ibidem*, p. 227.

Considerando o diagrama do processo de modulação no padrão ISDB-T e a figura acima, assinale a opção correta.

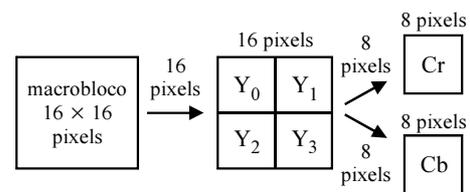
- A Nesse processo, ocorre interferência intersimbólica nas frequências das subportadoras.
- B Cada bloco de mapeamento executa entrelaçamento de *bits* e os mapeia em uma constelação de modulação digital, como no caso  $\pi/4$  – DQPSK.
- C Para evitar desvanecimento (situação em que vários sinais transmitidos alcançam o receptor por diferentes rotas, apresentando diferentes atrasos entre si) é necessário introduzir defasamentos entre as subportadoras.
- D O embaralhamento de portadoras nos segmentos varia de acordo com o modo de transmissão.
- E O padrão ISDB-T apresenta, entre outros, os sinais-pilotos *scattered pilot* (SP) e *continual pilot* (CP). Ambos têm em comum a função de carregar as informações de configuração de cada segmento, permitindo ao receptor demodulá-las e decodificá-las.

## QUESTÃO 74

A respeito de modulação aplicada à televisão digital, assinale a opção correta.

- A Para modular o sinal OFDM, é suficiente obter a transformada de Fourier contínua do sinal recebido.
- B A filtragem do canal devido ao efeito do multipercurso em transmissão multiportadora provoca atenuação em todas as subportadoras, demandando a equalização do sinal recebido.
- C As subportadoras moduladas em QPSK, 16-QAM ou 64-QAM têm aumento da imunidade a ruídos, pois, nesse caso, cada parte do sinal é levada por portadoras redundantes que reduzem o erro na transmissão.
- D A modulação OFDM apresenta boa imunidade ao efeito de multipercurso, que produz o fenômeno conhecido como fantasma na TV analógica.
- E A modulação OFDM necessita de banda de guarda a fim de evitar problemas de interferência entre subportadoras.

## QUESTÃO 75



estrutura de um macrobloco

Arnaldo Megrich. *Televisão digital: princípios e técnicas*. p. 83.

Com relação à codificação em televisão digital e considerando a estrutura de um macrobloco mostrada na figura acima, assinale a opção correta.

- A Na estrutura da figura, cada quadro é processado de modo a produzir uma imagem codificada, que pode ser do tipo I, P ou B. Enquanto as imagens I e P são intracodificadas, sem nenhuma aplicação de previsão de movimento, as imagens B são intercodificadas com previsão de movimento com base em dois referenciais.
- B Precedendo a etapa de transmissão, as imagens necessárias para a decodificação são embaralhadas por um entrelaçador de imagens, a fim de evitar interferências por ruídos externos.
- C Um usuário que disponha de um receptor de sinais de vídeo gerados em padrão MPEG-2 e deseje receber adequadamente um sinal de vídeo em MPEG-1 terá de substituir seu receptor por outro do padrão MPEG-1.
- D O efeito de *blocking* ou mosaico, gerado na compressão do vídeo em padrão MPEG, é representado pela duplicação de blocos padrão  $8 \times 8$  pixels do vídeo original no vídeo comprimido.
- E O padrão MPEG-1 foi desenvolvido inicialmente para compressão de sinais de áudio e vídeo para armazenamento em CD.

**QUESTÃO 76**

Quanto aos padrões de compressão de vídeo digital, assinale a opção correta.

- Ⓐ O padrão MPEG-4 introduziu o conceito de codificação de áreas de contorno irregular ou codificação de objetos, permitindo que cada cena seja codificada de forma separada em relação a outros objetos, ou seja, a codificação é feita de maneira independente para cada imagem.
- Ⓑ No padrão MPEG-4, é necessário que diferentes objetos recebam o mesmo tipo de codificação dentro de uma sequência de vídeo.
- Ⓒ O fluxo de *bits* do modelo de verificação do padrão MPEG-4 Visual segue a seguinte hierarquia de classes, da mais alta entidade para a mais baixa: objeto de vídeos, camada de objetos de vídeos, plano de objeto de vídeo e sessão de vídeo.
- Ⓓ O MPEG-4 Visual, também conhecido como parte 2 do grupo de padrão MPEG-4, define um algoritmo de compressão para informação visual. Já a parte 10 descreve um formato de arquivo para armazenamento de mídias diversas.
- Ⓔ As informações geradas a partir de técnicas de computação gráfica no padrão MPEG-4 necessitam ser transformadas em imagens antes do processo de codificação.

**QUESTÃO 77**

Acerca do padrão de compressão de vídeo digital ITU-T H.264, assinale a opção correta.

- Ⓐ O padrão H.264 especifica a sintaxe da corrente de dados transmitidos, a semântica dessa sintaxe, o processo pelo qual os elementos da sintaxe podem ser decodificados de modo a recompor a informação visual e o bloco de codificação dos dados.
- Ⓑ Considerando o processo preditivo, o processamento de um quadro ocorre por meio de macroblocos (16×16 pixels). As previsões dos macroblocos desenvolvidas a partir de dados anteriormente codificados são do tipo “inter” ou “intra”, dependendo de que quadro provém os dados.
- Ⓒ O perfil de codificação define os requerimentos do codificador ou decodificador e especifica um conjunto de ferramentas de codificação de acordo com a finalidade do perfil. No padrão H.264, o perfil estendido (*extended profile*) oferece codificação de entropia com código de comprimento variável de contexto adaptativo (CAVLC).
- Ⓓ No método “intra”, a predição é gerada pela compensação de movimento a partir de um ou mais quadros referenciais.
- Ⓔ O padrão H.264 determina que, para níveis superiores de *slice*, os elementos são codificados para a entropia pela utilização de códigos de comprimento variável (VLC).

**QUESTÃO 78**

A respeito dos padrões de compressão de áudio digital no contexto de televisão digital, assinale a opção correta.

- Ⓐ O sistema ISBD-T adota o padrão MPEG-4 para a codificação de áudio.
- Ⓑ Considerando o aumento da eficiência da técnica de compressão, no padrão MPEG-1, quanto maior a complexidade, maior banda passante e taxa de *bits* necessários para transmissão.
- Ⓒ O padrão MPEG possui três camadas distintas para compressão, sendo a camada I a que produz a forma mais básica de compressão de áudio.
- Ⓓ Em relação ao padrão MPEG-1, o padrão MPEG-2 introduziu opções adicionais, como a codificação de áudio multiportadoras, a codificação em frequências de amostragem mais baixas e taxas de *bits* menores.
- Ⓔ Quanto à resolução de áudio, uma alta taxa de *bits* amplia o espectro de frequências de amostragem do sinal.

**QUESTÃO 79**

Assinale a opção correta considerando os padrões de compressão de áudio no contexto de televisão digital.

- Ⓐ Os arquivos MPEG são divididos em fragmentos denominados *flags*, que armazenam certa quantidade de amostras de áudio, com duração especificada.
- Ⓑ O componente *header* do *frame* é opcional. A quantidade de *bits* alocados para esse campo não é definida.
- Ⓒ Na codificação Huffman, dentro do padrão MPEG-1 *Layer III*, os parâmetros vinculados à decodificação estão no campo CRC do *frame*.
- Ⓓ Considerando o padrão MPEG-1 *Layer III*, ao aumentar a taxa de *bits*, o tamanho do *frame* será ampliado, uma vez que a taxa de *bits* está associada ao tamanho de cada amostra.
- Ⓔ No padrão MPEG-1 *Layer III*, antes da operação transformada discreta do cosseno modificada (MDCT), cada informação associada a cada sub-banda deve passar por um processo de *aliasing*.

**QUESTÃO 80**

A respeito do padrão de compressão de áudio digital AC-3 ou *dolby digital AC-3*, assinale a opção correta.

- Ⓐ Em um codificador AC-3, o banco de filtros permite a recuperação de *frames* isentos de erros.
- Ⓑ No processo de codificação, é impossível se alterar o mecanismo de alocação de *bits* para otimizar o processo.
- Ⓒ No processo de decodificação, canais cujos conteúdos sejam comuns em baixas frequências são recompostos.
- Ⓓ Do lado do decodificador, a resolução do banco de filtros é alterada utilizando correção de erros.
- Ⓔ A primeira etapa do processo de codificação consiste em transformar a representação de sinais de áudio de uma sequência de amostras geradas pela modulação por codificação de pulsos (PCM) em um agrupamento de blocos transformados em coeficientes espectrais.

**QUESTÃO 81**

Com relação ao padrão de televisão digital europeu, o *Digital Video Broadcasting Terrestrial* (DVB-T), assinale a opção correta.

- A Considerando o codificador, o bloco divisor de sinais efetua a divisão do feixe original de dados.
- B O sinal de banda-base transmitido no DVB-T é um fluxo de transporte H.264.
- C No padrão DVB-T, a taxa de *bits* do sinal digital de entrada é fixa, sendo alterada na etapa do codificador interno.
- D Após o processo em que os pacotes de dados são disponibilizados de forma aleatória, esses pacotes são filtrados e injetados no bloco do codificador externo.
- E No codificador externo, ocorre a filtragem dos *bits* de paridade após os cálculos de *bits* de correção de erros.

**QUESTÃO 82**

Um fenômeno físico que evidencia a natureza corpuscular da luz é

- A a difração.
- B a refração.
- C a reflexão.
- D o efeito fotoelétrico.
- E a interferência.

**QUESTÃO 83**

Na natureza, existem materiais para os quais o índice de refração muda em função da direção na qual a luz está polarizada. Esse efeito é conhecido por

- A coerência.
- B interferência.
- C birrefringência.
- D dispersão.
- E efeito Kerr.

**QUESTÃO 84**

Acerca dos tipos de fibra usados em sistemas de comunicação ópticos, assinale a opção correta.

- A Fibras ópticas multimodo são adequadas à transmissão WDM em longa distância.
- B A transmissão WDM de longa distância sobre fibras de dispersão deslocada é mais vulnerável a degradações por efeitos não lineares que sobre fibras monomodo padrão.
- C Fibras monomodo padrão não são utilizadas em sistemas WDM de longa distância por possuírem alto coeficiente de dispersão.
- D Fibras monomodo padrão não são utilizadas em sistemas WDM de longa distância por possuírem dispersão modal.
- E Fibras de dispersão não nula não são utilizadas para transmissão em longa distância devido a sua alta dispersão cromática.

**QUESTÃO 85**

Um enlace de fibra óptica ponto a ponto, com 40 km de comprimento, será usado para a transmissão de sinal a 10 Gbps, sobre fibra monomodo padrão com parâmetro de dispersão igual a 17 ps/(nm × km). O detector, nesse enlace, tolera uma dispersão residual de 460 ps/nm. Para viabilizar a recepção do sinal, será usada uma fibra de compensação com parâmetro de dispersão negativo de 110 ps/(nm × km).

Na situação acima descrita, a fibra de compensação de dispersão deve ter comprimento mínimo entre

- A 0,5 km e 1 km.
- B 1 km e 1,5 km.
- C 1,5 km e 3 km.
- D 3 km e 6 km.
- E 6 km e 10 km.

**QUESTÃO 86**

Em um sistema de comunicação óptico, a 10 Gbps, que utilize um transmissor que acopla na fibra um sinal com potência média de 10 mW, se o detector tiver sensibilidade de -15 dBm e a fibra utilizada tiver atenuação de 0,2 dB/km, o comprimento máximo, em km, de um enlace não amplificado para esse sistema será igual a

- A 10.
- B 12,5.
- C 75.
- D 110.
- E 125.

**RASCUNHO**

**QUESTÃO 87**

Em um sistema de comunicação óptico monocanal não amplificado que apresente alta taxa de erro de bit (BER), uma possível causa da baixa qualidade de transmissão desse sistema é

- A a modulação cruzada de fase.
- B a automodulação de fase.
- C a mistura de quatro ondas.
- D o espalhamento estimulado de Raman.
- E o ruído de emissão espontânea amplificada (ASE).

**QUESTÃO 88**

Um sistema óptico WDM opera em uma janela de largura igual a 3,9 THz, com canais espaçados de 100 GHz, de modo que existe um canal posicionado no início da janela e outro posicionado no final da janela. Em cada canal, é transmitido sinal a uma taxa de 20 Gbaud com modulação DQPSK. Nesse sistema, a taxa máxima de transmissão agregada estará entre

- A 40 Gbps e 100 Gbps.
- B 100 Gbps e 200 Gbps.
- C 200 Gbps e 800 Gbps.
- D 800 Gbps e 2 Tbps.
- E 2 Tbps e 4 Tbps.

**QUESTÃO 89**

Os amplificadores a fibra dopada com érbio (EDFAs)

- A realizam a chamada regeneração 3R (reamplificação, reformatação e retemporização).
- B necessitam de um *laser* de bombeio que opera na mesma frequência do sinal a ser amplificado.
- C amplificam sinais transmitidos nas janelas de 850 nm, 1.310 nm e 1.550 nm.
- D baseiam-se no fenômeno de emissão estimulada.
- E requerem sempre um *laser* de bombeio na direção contrapropagante.

**Texto para as questões 90 e 91**

Um dos canais de um sistema de comunicação WDM por fibra óptica apresenta elevada taxa de erro. A análise espectral indica que esse canal possui potência superior à dos canais adjacentes, e que o seu espectro está mais largo que o esperado.

**QUESTÃO 90**

Assinale a opção que apresenta os equipamentos mínimos necessários para realizar o diagnóstico do problema mencionado no texto.

- A reflectômetro óptico no domínio do tempo (OTDR) e medidor de potência óptica
- B OTDR e analisador de espectro óptico (OSA)
- C testador de taxa de erro de *bit* (BERT) e OSA
- D BERT e medidor de potência óptica
- E OSA e medidor de potência óptica

**QUESTÃO 91**

A partir das informações do texto, uma explicação plausível para a alta taxa de erro do canal seria

- A a baixa relação sinal-ruído óptica.
- B a alta dispersão cromática acumulada.
- C os efeitos não lineares.
- D a dispersão modal.
- E a dispersão dos modos de polarização.

**QUESTÃO 92**

Amplamente utilizada em sistemas ópticos de transporte, a hierarquia digital síncrona (SDH)

- A é uma técnica de transmissão analógica de informação.
- B foi originalmente desenvolvida para o transporte de tráfego Ethernet.
- C opera na taxa máxima de 2 Mbps.
- D oferece funcionalidades de proteção e monitoramento da transmissão.
- E não é adequada ao transporte do tráfego de voz.

**QUESTÃO 93**

Em um sistema de comunicação por fibra óptica operando em alta potência, observou-se que uma parcela significativa da potência acoplada na fibra retornava ao transmissor. Esse fenômeno pode ser causado por

- A espalhamento estimulado de Raman.
- B espalhamento estimulado de Brillouin.
- C dispersão cromática.
- D atenuação.
- E dispersão modal.

**QUESTÃO 94**

O ruído óptico produzido nos EDFAs é conhecido como ruído

- A de emissão estimulada amplificada.
- B de emissão espontânea amplificada.
- C térmico.
- D balístico.
- E de batimento.

**QUESTÃO 95**

Em uma rede WDM, o sinal óptico passa por diversos componentes, desde sua geração até sua detecção. Assinale a opção que apresenta uma sequência correta de componentes pelos quais passa um sinal óptico, desde sua geração até a detecção, em uma rede WDM.

- A *laser*, multiplexador, amplificador, fibra, amplificador, demultiplexador e fotodetector
- B *laser*, demultiplexador, amplificador, fibra, amplificador, multiplexador e fotodetector
- C *laser*, multiplexador, amplificador, fibra, amplificador e fotodetector
- D amplificador, *laser*, multiplexador, fibra, demultiplexador e fotodetector
- E *laser*, multiplexador, fibra, demultiplexador, fotodetector e amplificador

**QUESTÃO 96**

Acerca dos amplificadores ópticos que utilizam o efeito Raman, assinale a opção correta.

- A Em comparação aos EDFAs, esses amplificadores têm a vantagem de operar com um *laser* de bombeio funcionando a potências mais baixas.
- B Funcionam necessariamente na direção contrapropagante do sinal.
- C Para funcionar, os referidos amplificadores necessitam de uma fibra dopada com érbio.
- D Os amplificadores em questão são fabricados com material semiconductor.
- E Esses dispositivos conseguem amplificar o sinal WDM de maneira distribuída pela mesma fibra utilizada para transmissão.

**QUESTÃO 97**

A detecção de qualquer sinal óptico modulado em intensidade é afetada pelo ruído balístico, também conhecido por ruído quântico. O ruído quântico

- A é a degradação ruidosa dominante em sistemas ópticos amplificados.
- B resulta do processo de emissão espontânea dos amplificadores.
- C é mais acentuado na transmissão sobre fibras multimodo que em fibras monomodo.
- D segue uma distribuição gaussiana.
- E resulta da aleatoriedade no instante de geração dos fótons que compõem o sinal óptico.

**QUESTÃO 98**

O processo de fabricação de uma fibra óptica gera microimperfeições em sua simetria cilíndrica. Essas imperfeições dão origem a uma degradação importante na transmissão em altas taxas, conhecida como

- A incoerência.
- B dispersão modal.
- C dispersão dos modos de polarização.
- D dispersão cromática.
- E perda dependente da polarização.

**QUESTÃO 99**

Em um sistema de transmissão por fibra óptica com modulação em intensidade *on-off* (OOK), que opere em uma taxa de 10 Gbps, se a velocidade de propagação dos pulsos na fibra for de  $2 \times 10^8$  m/s, o comprimento do pulso na fibra será de

- A 2 cm.
- B 1 m.
- C 2 m.
- D 10 m.
- E 20 m.

**QUESTÃO 100**

A respeito do efeito não linear conhecido por mistura de quatro ondas, assinale a opção correta.

- A Para que o efeito mencionado ocorra, são necessários sinais em, no mínimo, três frequências diferentes, produzindo sinal em uma quarta frequência.
- B Trata-se de um efeito de espalhamento estimulado.
- C O referido efeito é mais acentuado em fibras monomodo padrão que em fibras de dispersão deslocada.
- D O efeito em questão pode ser utilizado de forma benéfica em dispositivos.
- E A geração do referido efeito independe da potência de luz acoplada na fibra.

## PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando os espaços para rascunho indicados no presente caderno. Em seguida, transcreva os textos para o **CADERNO DE TEXTOS DEFINITIVOS DA PROVA DISCURSIVA**, nos locais apropriados, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Em cada questão, qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de **trinta** linhas será desconsiderado. Será desconsiderado também o texto que não for escrito na **folha de texto definitivo** correspondente.
- No **caderno de textos definitivos**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

### QUESTÃO 1

O canal de rádio móvel impõe limitações fundamentais para o desempenho dos sistemas de comunicação sem fio. O caminho do sinal entre o transmissor e o receptor pode variar desde a simples linha de visão até um que seja seriamente obstruído por prédios, montanhas e folhagens. Diferentemente dos canais que são estacionários e previsíveis, os canais de rádio são aleatórios e não oferecem uma análise fácil. A modelagem do canal de rádio tem sido, historicamente, uma das partes mais difíceis do projeto do sistema de rádio móvel, e normalmente é feita de uma forma estatística, com base em medições realizadas especificamente para o sistema de comunicação ou alocação de espectro intencionado.

Theodore S. Rappaport. *Comunicações sem fio – princípios e práticas*. Pearson/Prentice Hall, 2.ª ed., 2008.

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo acerca do seguinte tema.

#### **MODELAGEM DO DESVANECIMENTO DE UM CANAL DE RÁDIO MÓVEL EM SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO**

Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ causa e caracterização do desvanecimento de pequena escala, com e sem linha de visada;
- ▶ causa do desvanecimento seletivo na frequência e seu impacto no desempenho de esquemas de transmissão digital;
- ▶ efeito dos fatores velocidade, comprimento de onda, topologia do terreno e largura de banda no desvanecimento e na seletividade na frequência.

**RASCUNHO – QUESTÃO 1**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

**QUESTÃO 2**

Considerando que a largura de banda de uma antena pode ser definida como a faixa de frequências na qual o desempenho da antena com relação a um ou a vários parâmetros está dentro de determinado padrão, redija um texto dissertativo acerca de ANTENAS DE BANDA LARGA que atenda, necessariamente, as seguintes determinações:

- ▶ comente a respeito da largura de banda e dos principais parâmetros de uma antena;
- ▶ descreva as características físicas de uma antena de banda larga;
- ▶ enumere pelo menos dois exemplos de antenas de banda larga e faça breve comentário sobre cada um deles.

**RASCUNHO – QUESTÃO 2**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	