

# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

## PROVA OBJETIVA

# TG02

## GESTÃO DE SISTEMA RF DE ESTAÇÃO TERRENA



### SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **45 (quarenta e cinco)** questões objetivas, você receberá do fiscal de prova o cartão de respostas;
- As questões objetivas têm **5 (cinco)** opções de resposta (A, B, C, D e E) e somente uma delas está correta.



### TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova;
- **2 (duas) horas** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões**.



### NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja no caderno de questões e nas folhas de textos definitivos;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



### INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas e também confira seu cargo. Caso tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em seu cartão de respostas, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher o cartão de respostas;
- Para o preenchimento do cartão de respostas, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento do seu cartão de respostas. O preenchimento é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca do cartão de respostas em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas no cartão de respostas;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.

**Boa Prova!**



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

1

As antenas usadas na comunicação entre uma estação terrena e um satélite, muitas vezes, devem possuir alta diretividade, para vencer a grande distância do enlace.

Um exemplo de antena altamente diretiva, que é usada em enlaces satelitais, é a antena

- (A) corneta com refletor parabólico.
- (B) dipolo de meia onda.
- (C) helicoidal no modo normal.
- (D) laço circular curto.
- (E) monopolo de quarto de onda.

2

Nos enlaces para comunicação com sistemas espaciais, existe um tipo de ruído que está sempre presente e que independe do apontamento da antena. Esse ruído é normalmente modelado como aditivo, branco e gaussiano.

Trata-se do ruído

- (A) artificial.
- (B) atmosférico.
- (C) espacial.
- (D) galático.
- (E) térmico.

3

Em relação às características do canal satelital, assinale a afirmativa correta.

- (A) O sinal do *uplink*, para uma carga útil transparente no satélite, é amplificado e convertido para frequências mais altas.
- (B) A potência efetiva radiada isotropicamente (EIRP) é um parâmetro de recepção que não leva em conta as antenas.
- (C) A cadeia amplificante de cada sub-banda é chamada de canal satelital ou *transponder*.
- (D) O ganho de repetidor do satélite (GSR) é equivalente ao ganho da antena receptora do satélite.
- (E) Os *back-off* de entrada e de saída (IBO e OBO) são parâmetros que relacionam a potência de saturação da entrada ao da saída no satélite.

4

As faixas de frequências para comunicação com satélites são usualmente divididas em bandas de frequência. Em uma dessas bandas, o sinal normalmente sofre mais perdas e interferências por condições atmosféricas severas, como chuvas fortes. No entanto, essa banda, por operar na faixa entre 27 e 40GHz (*downlink*), possibilita taxas de transmissão mais altas.

Essa banda de frequências é:

- (A) Banda C.
- (B) Banda Ka.
- (C) Banda Ku.
- (D) Banda L.
- (E) Banda X.

5

Uma estação terrena enxerga um satélite em uma posição fixa e constante. Tal satélite percorre uma órbita circular equatorial com velocidade de 11054km/h.

Sabendo que o raio médio da Terra é de 6370km e que a velocidade angular de rotação da Terra é de 0,264rad/h, assinale a opção que indica o valor que mais se aproxima da órbita do satélite em relação à superfície da Terra.

- (A) 34500km
- (B) 35000km
- (C) 35500km
- (D) 36000km
- (E) 36500km

6

As antenas usadas em enlaces satelitais de longa distância, muitas vezes, devem possuir polarização circular, para superar a rotação de polarização que pode ocorrer na atmosfera.

Um exemplo de antena com polarização circular no lóbulo principal, que é usada em enlaces satelitais, é a antena

- (A) dipolo de onda cheia.
- (B) helicoidal no modo axial.
- (C) laço circular curto.
- (D) monopolo com refletor de canto.
- (E) Yagi-Uda planar.

7

Um sistema de recepção possui 5 estágios de amplificação em cascata. O 1º estágio fica localizado mais próximo da antena e o 5º é o mais próximo do circuito de recepção e decodificação dos dados.

Assinale a opção que indica o estágio que deve possuir menor temperatura de ruído para diminuir a figura de ruído do sistema como um todo.

- (A) 1º estágio.
- (B) 2º estágio.
- (C) 3º estágio.
- (D) 4º estágio.
- (E) 5º estágio.

8

As faixas de frequências para comunicação com satélites são usualmente divididas em bandas de frequência. Em uma dessas bandas, o sinal normalmente sofre menos perdas e interferências pelas condições atmosféricas. No entanto, essa banda, por operar na faixa de 1,5GHz (*downlink*) e 1,6GHz (*uplink*), não possibilita taxas de transmissão tão altas quanto as outras bandas.

Assinale a opção que indica essa banda de frequências.

- (A) Banda C.
- (B) Banda Ka.
- (C) Banda Ku.
- (D) Banda L.
- (E) Banda X.

**9**

A ionosfera é uma região da atmosfera formada por um plasma ionizado que pode interferir com as comunicações para o espaço. No entanto, essa região possui uma alta refletividade somente em certas faixas de frequências, deixando as ondas eletromagnéticas passarem sem muita atenuação no restante do espectro.

Por conta dessa alta refletividade, os enlaces de comunicação com o espaço devem evitar uma certa faixa de frequências, que é conhecida como

- (A) ELF (Frequência Extremamente Baixa).
- (B) EHF (Frequência Extremamente Alta).
- (C) HF (Frequência Alta).
- (D) UHF (Frequência Ultra Alta).
- (E) SHF (Frequência Super Alta).

**10**

As antenas inteligentes são muito usadas em sistemas MIMO (Múltiplas Entradas e Múltiplas Saídas). Em enlaces de comunicação com o espaço, elas podem possibilitar a criação de múltiplos lóbulos de irradiação e diferentes tipos de polarização da onda de forma extremamente dinâmica. Isso pode ser importante para a comunicação com múltiplos satélites ou um satélite sem posição fixa em relação à Terra.

Um exemplo de implementação que pode ser usada como antena inteligente é um(a)

- (A) conjunto de antenas impressas.
- (B) corneta com refletor parabólico.
- (C) dipolo de meia onda.
- (D) hélice no modo axial.
- (E) laço circular curto.

**11**

Os sistemas de antenas para controle espacial tornam-se bastante simplificados quando a distância do satélite para a estação terrena é fixa em todos os instantes de tempo, pois isso minimiza a necessidade de controle de alinhamento dos feixes das antenas ou das variações de ganho do sinal.

O tipo de órbita que possui essa característica de distância fixa durante todo o tempo é a

- (A) Órbita Circular Equatorial (ECO).
- (B) Órbita Geoestacionária (GEO).
- (C) Órbita Terrestre Alta (HEO).
- (D) Órbita Terrestre Baixa (LEO).
- (E) Órbita Terrestre Média (MEO)

**12**

Um rádio transmissor apresenta potência de transmissão de 10dBm e possui uma antena com ganho de 3 dB.

Desconsiderando as possíveis perdas internas, assinale a opção que indica o valor que melhor se aproxima da potência na saída da antena transmissora.

- (A) 10W.
- (B) 13mW.
- (C) 13W.
- (D) 20mW.
- (E) 20W.

**13**

Um satélite está a uma distância de 10000km de uma estação de controle no solo e recebe um sinal na banda V em 50GHz.

Assinale a opção que indica o valor que melhor se aproxima da atenuação do espaço livre que esse sinal sofre entre a estação no solo e o satélite.

- (A) 104dB
- (B) 112dB
- (C) 125dB
- (D) 174dB
- (E) 206dB

**14**

A temperatura de ruído da antena é um parâmetro importante no dimensionamento de enlaces via rádio. Em enlaces para sistemas de controle espacial, a temperatura de ruído da antena apresenta certas características específicas.

Pode-se citar como uma dessas características o que se apresenta em:

- (A) a temperatura de ruído da antena não varia com a frequência do sinal transmitido.
- (B) a temperatura de ruído da antena é a mesma tanto no *downlink* quanto no *uplink*.
- (C) a temperatura de ruído da antena depende das condições atmosféricas, principalmente no *downlink*.
- (D) a temperatura de ruído da antena no *downlink* e a mesma, independentemente do ângulo de elevação.
- (E) a temperatura de ruído da antena no *uplink* depende, basicamente, do ruído capturado do espaço.

**15**

Em um enlace de comunicação com o espaço, a atenuação específica do sinal causada por chuvas ( $\gamma_R$ ), pode ser dada pela expressão  $\gamma_R = k(R_{0,01})^\alpha$ , em dB/km, onde  $R_{0,01}$  é a taxa de precipitação, em mm/h, só excedida em 0,01% do tempo de um ano médio. Além disso,  $k$  e  $\alpha$  são parâmetros que dependem da frequência e da polarização.

Sabendo que em 12GHz,  $k = 0,0188$  e  $\alpha = 1,217$ , para a polarização horizontal, e que  $k = 0,0168$  e  $\alpha = 1,2$ , para a polarização vertical, assinale a opção correta.

- (A) Ao dimensionar um enlace usando essa expressão para a atenuação específica, as atenuações por chuva em um ano médio sempre serão menores do que a atenuação calculada.
- (B) Para  $R_{0,01} \neq 1$ , pequenas variações no parâmetro  $k$  impactam mais a atenuação específica do que pequenas variações do parâmetro  $\alpha$ .
- (C) Para  $R_{0,01} = 1$ , pequenas variações no parâmetro  $\alpha$  impactam mais a atenuação específica do que pequenas variações do parâmetro  $k$ .
- (D) Para  $R_{0,01} = 1$ ,  $\gamma_R = 1,217$ dB/km, para a polarização horizontal em 12GHz.
- (E) A polarização horizontal proporciona uma maior atenuação do que a polarização vertical em 12GHz.

**16**

Deseja-se implementar em um sistema de comunicações uma técnica de codificação de informação que consiste no envio de uma palavra código de 5 bits que representa 2 bits de mensagem, conforme tabela abaixo.

Informação	Palavra código
00	00000
01	00111
10	11001
11	11110

Se uma palavra código é recebida com erros de transmissão, escolha-se, durante o processo de decodificação, a palavra código com a menor distância Hamming da palavra código recebida.

Durante a comunicação de um octeto, o receptor recebeu o seguinte trem de bits 11001001110111011010.

O valor transmitido, em decimal, foi igual a

- (A) 218.
- (B) 150.
- (C) 27.
- (D) 159.
- (E) 168.

**17**

O esquema de modulação empregado em um sistema de comunicações pode ser linear ou não-linear. O princípio da superposição estabelece que toda modulação linear satisfaz aos princípios de aditividade ( $f(m_1 + m_2) = f(m_1) + f(m_2)$ ) e homogeneidade ( $f(cm) = cf(m)$ ), onde  $f$  é o processo de modulação,  $m_1$  e  $m_2$  são os sinais modulantes e  $c$  é um escalar.

São esquemas de modulação linear:

- (A) AM/DSB e FM.
- (B) FM e BPSK.
- (C) QPSK e 16-QAM.
- (D) AM/DSB e QPSK.
- (E) FM e 16-QAM.

**18**

O teorema da capacidade de Hartley-Shannon estima a capacidade teórica máxima de transmissão na presença de ruído gaussiano aditivo branco. A capacidade de um canal, em bps, é dada por  $C = W \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$ , onde  $W$  é a largura de banda do canal,  $S$  é a potência média do sinal e  $N$  é a potência média de ruído.

Deseja-se definir a relação energia de bit por densidade de ruído ( $E_b/N_0$ ) para transmitir a uma taxa de dados de 2Mbps utilizando uma largura de banda igual a 2MHz. A  $E_b/N_0$  mínima necessária para este cenário é igual a

- (A) -1dB.
- (B) 1dB.
- (C) 0dB.
- (D) 10dB.
- (E) 20dB.

**19**

A Recomendação ITU-R AS.363.5 estabelece que a faixa de frequência preferencial para os enlaces do sistema de telemetria e telecomando de um satélite devem estar entre 1 e 8GHz. Normalmente, estes enlaces utilizam portadoras entre 2025 e 2300MHz.

Esta porção do espectro, que está contida na faixa de 2GHz a 4GHz, é conhecida como

- (A) Banda L.
- (B) Banda S.
- (C) Banda C.
- (D) Banda X.
- (E) Banda Ku.

**20**

A antena do subsistema de TT&C a bordo desempenha um papel fundamental ao garantir que o satélite seja acessado pela Estação Terrena nas fases críticas do lançamento e do posicionamento em órbita.

São requisitos desejáveis de uma antena do subsistema de TT&C:

- (A) Polarização circular e largura de feixe de meia potência maior do que 70°.
- (B) Polarização circular e ganho maior do que 30dBi.
- (C) Polarização circular e largura de feixe de meia potência entre 10 e 15°.
- (D) Polarização linear e ganho maior do que 30dBi.
- (E) Polarização linear e largura de feixe de meia potência entre 10 e 15°.

**21**

O subsistema de telemetria, telecomando e rastreamento (*Tracking, Telemetry and Command* - TT&C) é o responsável por gerenciar o satélite durante todo seu ciclo de vida.

As atividades de telemetria envolvem

- (A) o recolhimento de dados dos diversos sensores do satélite e o envio à estação terrestre de TT&C.
- (B) a determinação da órbita, da velocidade e do posicionamento do satélite no espaço.
- (C) os comandos enviados aos satélites para a realização de uma manobra ou alteração de estado.
- (D) a medida das perdas associadas aos enlaces de subida e descida e o ajuste da potência de transmissão das estações terrestres do sistema de comunicações.
- (E) o desenvolvimento da consciência situacional do artefato espacial a partir dos dados dos seus diversos sensores e a correção automática da órbita.

**22**

Um sistema hipotético de telemetria realiza a medida da altitude de um satélite a partir do tempo total de viagem de ida e volta do sinal transmitido pela estação terrestre ao satélite. O sinal transmitido é um tom com frequência fixa  $f$  modulando em AM a portadora do sistema de telemetria. O tempo total de viagem é calculado a partir da comparação da fase do sinal transmitido e recebido pela estação terrestre. O sistema deverá ser utilizado para o monitoramento de satélites a 20000km de altitude e o tempo de processamento do sinal pelo satélite é desprezível.

Sabendo-se que a velocidade da luz é igual a  $3 \times 10^8$ m/s, a frequência máxima  $f$  do tom para que não haja ambiguidade da altitude é, aproximadamente, igual a

- (A) 30MHz.
- (B) 15MHz.
- (C) 7,5MHz
- (D) 15kHz.
- (E) 7,5kHz.

**23**

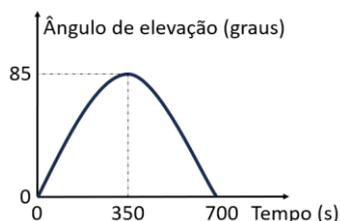
Deseja-se determinar a velocidade radial de um satélite em baixa órbita a partir da comparação da frequência do sinal transmitido por uma estação terrestre ( $f_1$ ) e da frequência do sinal recebido pelo satélite ( $f_2$ ).

Sabendo-se que, em um determinado instante,  $f_1 = 18GHz$  e  $f_2 = 18.000.144kHz$ , a velocidade radial do satélite é, aproximadamente, igual a

- (A) 3000m/s.
- (B) 2400m/s.
- (C) 1800m/s.
- (D) 1500m/s.
- (E) 1440m/s.

**24**

O gráfico a seguir apresenta a variação do ângulo de elevação da antena do tipo refletor da estação terrena de Cuiabá durante o procedimento de recepção dos dados de imageamento de um satélite de sensoriamento remoto do INPE.



Durante a manobra, a figura de mérito da antena da estação terrena, que é a razão entre o ganho da antena e a temperatura de ruído,

- (A) permanece constante.
- (B) diminui monotonicamente.
- (C) aumenta monotonicamente.
- (D) diminui entre 0 e 350 segundos e aumenta entre 350 e 700 segundos.
- (E) aumenta entre 0 e 350 segundos e diminui entre 350 e 700 segundos.

**25**

Considerando uma onda eletromagnética polarizada circularmente em um dado ponto do espaço, analise as seguintes afirmações:

- I. O campo elétrico (ou o campo magnético) de uma onda eletromagnética deve ter duas componentes lineares ortogonais.
- II. As duas componentes devem ter amplitudes iguais.
- III. As duas componentes devem ter uma diferença de fase no tempo,  $\alpha$ , de  $\alpha = (2n + 1)\frac{\pi}{2}$ , sendo que:  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

É correto afirmar que estão corretas:

- (A) I e II, apenas.
- (B) I e III, apenas.
- (C) I, II e III
- (D) II e a III, apenas.
- (E) III, apenas.

**26**

Deseja-se transmitir 8Mbps utilizando uma largura de banda igual a 2MHz.

De acordo com o teorema da capacidade de Hartley Shannon, a relação sinal ruído mínima necessária é aproximadamente igual a

Dados:  $\log_{10} 2 \sim 0,3$ ,  $\log_{10} 3 \sim 0,48$

- (A) 15dB.
- (B) 11,8dB.
- (C) 12dB.
- (D) 10,2dB.
- (E) 12,8dB.

**27**

Uma portadora de frequência igual a 3MHz e amplitude igual a 10 Volts pico-a-pico é modulada em amplitude por um tom na frequência de 2kHz e amplitude igual a 1,6 volts pico-a-pico.

Para um índice de modulação igual a 0,5, o sinal modulado pode ser representado analiticamente por

- (A)  $5 \cos(3 \cdot 10^6 t) + 2[\cos(2998 \cdot 10^3 t) + \cos(3002 \cdot 10^3 t)]$ .
- (B)  $10(1 + 0,8 \cos 4000\pi t) \cos 6 \cdot 10^6 \pi t$ .
- (C)  $5(1 + 0,4 \cos 4000\pi t) \cos 6 \cdot 10^6 \pi t$ .
- (D)  $5(1 + 0,4 \cos 2000t) \cos 3 \cdot 10^6 t$ .
- (E)  $10(1 + 0,8 \cos 2000t) \cos 3 \cdot 10^6 t$ .

**28**

Sinais modulados em frequência podem ser gerados diretamente ou indiretamente a partir do sinal em banda-base.

A modulação direta pode ser implementada utilizando-se um

- (A) oscilador controlado à tensão.
- (B) modulador balanceado.
- (C) detector de envoltória.
- (D) conversor AM-FM.
- (E) modulador Weaver.

**29**

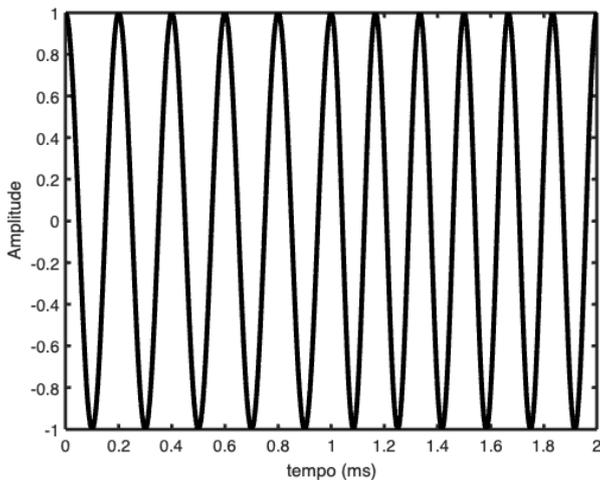
Técnicas de filtragem pré-ênfase e dê-ênfase são utilizadas em sistemas FM com o objetivo de aumentar a sua robustez com relação a ruídos na parte superior da banda ocupada pelo sistema.

Sendo  $H_p(f)$  e  $H_d(f)$  as funções de transferência ideais dos filtros de pré-ênfase e dê-ênfase utilizados em sistemas FM, assinale a opção que indica a relação entre elas.

- (A)  $H_p(f) = H_d(f)$ .  
 (B)  $H_p(f)H_d(f) = 1$ .  
 (C)  $|H_p(f)H_d(f)| = j$ .  
 (D)  $H_p(f) = jH_d(f)$ .  
 (E)  $|H_p(f)|^2 + |H_d(f)|^2 = 1$ .

**30**

A figura a seguir representa a transmissão da sequência da sequência de dois bits 10 utilizando modulação BFSK. O tempo de duração de um bit é igual a 1ms.



A frequência dos sinais senoidais transmitidos para representar os bits 1 e 0 são, respectivamente,

- (A)  $\frac{2,5}{\pi}$  kHz e  $\frac{3}{\pi}$  kHz.  
 (B) 2,5 kHz e 3 kHz.  
 (C) 5 kHz e 6 kHz.  
 (D)  $2,5\pi$  kHz e  $3\pi$  kHz.  
 (E) 10 kHz e 12 kHz.

**31**

O Subsistema de rastreamento, telemetria e telecomando (*Tracking, Telemetry and Command – TT&C*) é o responsável por fornecer o gerenciamento e o controle para manter o satélite operacional e em órbita.

Um enlace dedicado entre o satélite e Estação Terrestre (ET) é estabelecido para o tráfego de dados relativos a TT&C.

Relacione as atividades relacionadas por este subsistema às suas definições.

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Telemetria</li> <li>2. Rastreamento</li> <li>3. Comando</li> </ol> | <p>( ) receber sinais de controle da ET para iniciar manobras e alterar o estado ou o modo de operação de equipamentos.</p> <p>( ) transmitir à ET os dados de medidas dos diversos sensores, bem como informações do funcionamento dos equipamentos e confirmação da execução dos comandos enviados pela Estação de TT&amp;C.</p> <p>( ) realizar medidas da altitude e da velocidade radial do satélite, com o objetivo de determinar sua posição e órbita.</p> |
|--|---|

Assinale a opção que indica a relação correta, segundo a ordem apresentada.

- (A) 3 – 1 – 2.  
 (B) 1 – 2 – 3.  
 (C) 2 – 3 – 1.  
 (D) 3 – 2 – 1.  
 (E) 1 – 3 – 2.

**32**

Para garantir operação remota eficaz do satélite, sendo mantido em órbita nominal e operando corretamente, um ou mais dos elementos definidos a seguir são necessários:

- I. Estação de Rastreamento e Controle (ERC). Esta estação é responsável por enviar comandos para o satélite e receber seus dados de telemetria.
- II. Unidade de Controle do Satélite (UCS): A UCS está localizada a bordo do satélite e é responsável por receber e executar os telecomandos enviados pela ERC.
- III. Sistema de Telemetria do Satélite (STS). Este sistema é responsável por coletar e transmitir dados do satélite de volta para a ERC, incluindo informações sobre o status do satélite, saúde dos sistemas e dados de carga útil.

Está correto o que se afirma em:

- (A) I, apenas.  
 (B) II, apenas.  
 (C) III, apenas.  
 (D) I e II, apenas.  
 (E) I, II e III.

**33**

A antena é um componente passivo fundamental em satélites, responsável por conectar uma onda eletromagnética presente em um guia de onda ou cabo coaxial ao espaço livre. Um satélite pode empregar diferentes tipos de antenas, incluindo as parabólicas, helicoidais e omnidirecionais, entre outras.

Sobre as antenas, analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- ( ) O ganho de uma antena é a medida de sua capacidade de concentrar a energia do sinal eletromagnético em uma direção específica.
- ( ) Quanto ao perfil de irradiação, as antenas em geral têm um lóbulo principal e um dado número de lóbulos secundários.
- ( ) Antenas altamente direcionais têm baixo ganho e se concentram em uma pequena área de cobertura, enquanto antenas omnidirecionais têm alto ganho e abrangem áreas amplas.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – F – F.
- (B) V – V – F.
- (C) F – V – V.
- (D) V – V – V.
- (E) F – F – F.

**34**

Em um enlace de telemetria estabelecido entre o satélite e a estação terrestre utilizando-se modulação BPSK sem codificação, observou-se o incremento da probabilidade de quadros perdidos.

Com o objetivo de mitigar esta condição, assinale a opção que apresenta a estratégia que pode ser implementada.

- (A) Alterar o esquema da modulação para QPSK.
- (B) Alterar o esquema da modulação para 16-QAM.
- (C) Reduzir a figura de mérito da estação terrestre.
- (D) Implementar codificação Reed-Solomon ou Viterbi.
- (E) Reduzir a potência de transmissão do enlace de telecomando.

**35**

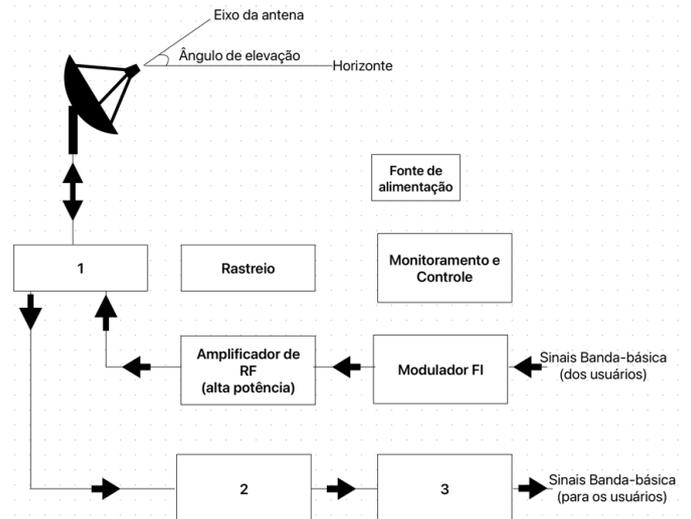
Um sistema de comunicações via satélite é composto de uma constelação de satélites e estações terrestres que desempenham diversas funções. É dividido entre segmento espacial e segmento terrestre.

Com relação aos componentes do subsistema de telemetria e telecomando, assinale a afirmativa correta.

- (A) Os equipamentos referentes à telemetria pertencem ao segmento terrestre e os equipamentos referentes ao telecomando pertencem ao segmento espacial.
- (B) Todos os equipamentos de telemetria e telecomando pertencem ao segmento terrestre.
- (C) Todos os equipamentos de telemetria e telecomando pertencem ao segmento espacial.
- (D) Os equipamentos de telemetria pertencem ao segmento terrestre e os equipamentos de telecomando pertencem ao segmento espacial.
- (E) Todos os equipamentos de telemetria e telecomando pertencem ao segmento espacial, exceto aqueles relacionados à telemetria do subsistema de propulsão.

**36**

A figura apresenta um Diagrama em Blocos representando uma Estação Terrestre típica para transmissão e recepção.



Assinale a opção que apresenta a nomenclatura correta para os blocos numerados no diagrama dado. Considere a sequência dos números apresentados no diagrama.

- (A) 1 – Divisor de potência; 2 – Amplificador de potência; 3 – Modulador de FI.
- (B) 1 – Divisor de potência; 2 – Amplificador de potência; 3 – Demodulador de FI.
- (C) 1 – Diplexador; 2 – Amplificador de baixo ruído; 3 – Demodulador de FI.
- (D) 1 – Diplexador; 2 – Amplificador de baixo ruído; 3 – Modulador de FI.
- (E) 1 – Amplificador de baixo ruído; 2 – Amplificador de potência; 3 – Modulador de FI.

**37**

A posição do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC) foi calculada por um subsistema hipotético de determinação de posição.

O SGDC está localizado a uma altitude igual a 36000km e na longitude 74,82° Oeste. A posição orbital designada para o satélite é 75° Oeste. O raio médio da Terra é aproximadamente igual a 6400km.

A distância entre a posição orbital designada e a posição atual do SGDC é, aproximadamente, igual a

- (A) 113km.
- (B) 133km.
- (C) 1152km.
- (D) 7632km.
- (E) 6480km.

38

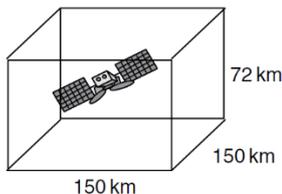
Uma estação terrestre possui a capacidade de calcular a velocidade radial ( $V_r$ ) de um satélite transparente a partir do efeito Doppler nos enlaces de subida e descida. O *transponder* do satélite opera no modo coerente, sendo a frequência do sinal na saída do *transponder* 10% maior do que a frequência do sinal na entrada do *transponder*. O sinal transmitido pela estação é uma portadora com frequência igual a  $f_u$  e a velocidade radial do satélite é muito menor do que a velocidade da luz,  $c$ .

A frequência do sinal recebido pela estação terrestre é, aproximadamente, igual a

- (A)  $f_u \left(1 + \frac{V_r}{c}\right)$ .  
 (B)  $1,1f_u \left(1 + \frac{V_r}{c}\right)^2$ .  
 (C)  $0,909f_u \left(1 + \frac{V_r}{c}\right)^2$ .  
 (D)  $1,1f_u \left(1 + \frac{V_r}{c}\right)$ .  
 (E)  $0,909f_u \left(1 + \frac{V_r}{c}\right)$ .

39

Deseja-se especificar um sistema capaz de determinar a posição de um satélite geostacionário. O satélite geostacionário a 36000 km de altitude deverá ser mantido em uma região do espaço em torno da posição designada pela UIT. O desvio máximo entre a posição orbital designada e a posição real do satélite não poderá ser maior do que 75 km nas direções norte-sul e leste-oeste, conforme a figura abaixo.



Considere o raio da Terra aproximadamente igual a 6300km.

O desvio máximo da latitude da posição orbital do satélite que o sistema de posicionamento deverá ser capaz de discriminar é, aproximadamente, igual a

- (A) 0,0018°.  
 (B) 0,0021°.  
 (C) 0,1°.  
 (D) 0,12°.  
 (E) 0,68°.

40

Entre as técnicas de determinação da altitude de um satélite em órbita, aquela que possui a maior precisão, da ordem de milímetros, está baseada em

- (A) acelerômetros.  
 (B) sinais de RF.  
 (C) posicionamento com relação às estrelas.  
 (D) laser.  
 (E) medição do campo gravitacional.

41

Os equipamentos de referência em tempo e frequência da Estação Terrena utilizam sinais externos e fontes internas como referência de tempo e frequência.

Os tipos de referências internas mais utilizados são

- (A) o oscilador a cristal com compensação de temperatura e o oscilador do tipo LC.  
 (B) os osciladores Gunn e o relógio atômico de Rubídio.  
 (C) os sinais de GPS e o relógio atômico de Césio.  
 (D) o relógio atômico de Césio e os osciladores a cristal controlado por forno.  
 (E) o relógio atômico de rubídio e o sinal de GPS.

42

Com base no *Precision Time Protocol* (PTP) descrito no documento IEEE 1588, analise as afirmativas a seguir.

- I. O PTP pode ser implementado somente sobre redes Ethernet.
- II. O sincronismo de relógios utilizando o protocolo PTP em redes Ethernet que possuem roteadores possui uma precisão limitada na ordem de milissegundos.
- III. A maior vantagem do PTP é a capacidade de sincronizar relógios, sem o auxílio do sinal de GPS, de diferentes estações terrestres que estão separadas por longas distâncias, com precisão da ordem de microsegundos.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.  
 (B) II, apenas.  
 (C) I e II, apenas.  
 (D) I e III, apenas.  
 (E) II e III, apenas.

43

Os equipamentos de referência em tempo de sistemas baseados em PTP (*Precision Time Protocol*) utilizam sinais de sistemas de posicionamento global sincronizados com relógios internos para garantir uma precisão da ordem de centenas de nanossegundos.

O modo de operação na qual os sinais de referência são baseados apenas no relógio interno, após a perda de conexão com o sistema de posicionamento global, é conhecido como

- (A) *stand by*.  
 (B) *holdoff*.  
 (C) *handoff*.  
 (D) *holdover*.  
 (E) *handover*.

44

Entre as diversas técnicas de acesso ao meio, o TDMA é aquela em que o sincronismo entre as estações terrestres é primordial. O sistema de sincronismo deve compensar, principalmente, efeitos relacionados à variação da posição do satélite no espaço.

Considerando que a altitude do satélite geostacionário pode sofrer uma variação de até 72km em 24 horas, a variação do tempo total de propagação de um sinal de sincronismo transmitido e recebido por uma estação terrestre em 24 horas é aproximadamente igual a

- (A) 30 $\mu$ s.  
 (B) 60 $\mu$ s.  
 (C) 120 $\mu$ s.  
 (D) 240 $\mu$ s.  
 (E) 480 $\mu$ s.

**45**

Diversos laboratórios de metrologia ao redor do mundo utilizam enlaces de comunicações de satélites geoestacionários para sincronizar o tempo coordenado universal (UTC). A técnica utilizada é conhecida por TWSTFT (*Two-way satellite time and frequency transfer*) e regulada pela ITU-R TF.1153-4.

Com relação ao TWSTFT, analise as afirmativas a seguir.

- I. A TWSTFT permite comparar escalas de tempo e frequência de duas localidades distintas utilizando enlaces satelitais.
- II. A incerteza em tempo é menor do que aquela obtida com sistemas baseados em sistemas de navegação global.
- III. A TWSTFT é um protocolo que também permite a disseminação de referência de tempo e frequência do laboratório de metrologia para terminais de comunicações satelitais.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) I e II, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.



Realização

