



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA DISCURSIVA

TG02

ESPECIALIDADE GESTÃO DE SISTEMA RF DE ESTAÇÃO TERRENA



SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **5 (cinco)** questões discursivas **com as respectivas folhas de rascunho**, você receberá do fiscal de prova as folhas de textos definitivos;



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. Caso contrário, **notifique imediatamente o fiscal da sala**, para que sejam tomadas as devidas providências;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher as folhas de textos definitivos;
- Para o preenchimento das folhas de textos definitivos, 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;
- Caso você tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em suas folhas de textos definitivos, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- O preenchimento das folhas de textos definitivos é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca de folha de texto definitivo em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas os textos das folhas de textos definitivos;
- 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!**

Questão 1

Uma ferramenta de *software* fundamental para a operação de satélites em órbita é a de Dinâmica de Voo. Esta ferramenta tem, como uma de suas saídas, os elementos orbitais do satélite para um instante determinado de sua trajetória, geralmente denominados *Two Line Elements* (TLE), que possibilitam a realização da propagação de sua órbita e conseqüentemente seu acompanhamento pelas Estações Terrenas de Rastreo e Controle (ERC).

Para o funcionamento adequado do algoritmo do *software* de Dinâmica Orbital, são necessárias informações de entrada cruciais, como, por exemplo, a distância entre o satélite e a ERC em um dado instante e/ou a velocidade relativa entre esse satélite e a ERC em um dado instante. Equipamentos especializados na determinação da distância e da velocidade de satélites são incorporados na ERC baseados em alguns critérios, por exemplo, custo, domínio da tecnologia, simplicidade, precisão necessária, sincronismo e segurança.

Baseado nessas premissas, responda aos itens a seguir.

- A) Descreva, sucintamente, o sistema *Ranging Rate* e o seu princípio básico de funcionamento.**
- B) O que é um *transponder* coerente e porque é importante utilizá-lo no satélite quando se usa o *Ranging Rate*?**
- C) Descreva, sumariamente, pelo menos três das principais funções dos Sistemas de Tempo e Frequência (STF) utilizados nas Estações Terrenas de Rastreamento e Controle de Satélites (ERC).**
- D) Em relação a osciladores de bases de tempo defina estabilidade de curto prazo e estabilidade de longo prazo.**

- 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

O subsistema de telecomunicação de serviço de um satélite, conhecido como TT&C (do inglês *Telemetry, Tracking and Command*) abrange os sistemas de telemetria, rastreamento e comando. Esses sistemas são essenciais para a operação do satélite, pois asseguram a comunicação entre o segmento solo e o segmento voo.

Com base nisso,

- A) Explique a função do sistema de telemetria. Cite quatro tipos de dados transmitidos por meio desse sistema.
- B) Explique a função do sistema de telecomando. Cite quatro tipos de dados transmitidos por meio desse sistema.
- C) Explique a função do sistema de rastreamento. Cite dois tipos de informação que podem ser determinadas por meio desse sistema.

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 3

A modulação, seja analógica ou digital, é uma técnica muito vantajosa para a comunicação.

Em relação à modulação, responda o que é solicitado a seguir:

- A) Defina modulação.
- B) Cite 3 (três) motivos que tornam a modulação necessária em um canal de comunicação.
- C) Da lista de modulações: AM, ASK, FM, FSK, PM, PSK. Responda a seguir:
 - C₁ Cite quais são analógicas?
 - C₂ Cite quais são digitais?

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 4

Deseja-se determinar o desempenho de uma antena parabólica do tipo Cassegrain de uma estação terrena na frequência central da faixa de transmissão.

A antena possui as seguintes especificações:

Frequência de operação:	Recepção: 10.200 MHz a 12.200 MHz Transmissão: 12.500 MHz a 14.500 MHz
Diâmetro	13 metros
Precisão da superfície	0,5 mm
Perda de inserção do alimentador	0,4 dB
Taxa de onda estacionária de tensão (VSWR) na porta de entrada da antena	1,4
Eficiência de abertura	0,6

Dados:

- $\log_{10} 2 \sim 0,3$;
- $\log_{10} 3 \sim 0,48$
- $\log_{10} \pi \sim 0,5$
- $\log_{10} 5 \sim 0,7$
- $\log_{10} 7 \sim 0,85$

Calcule, na frequência central da faixa de transmissão,

- A) o valor da frequência central na faixa de transmissão, em GHz.
- B) o comprimento de onda do sinal no espaço livre, em metros.
- C) o ganho da antena na transmissão, em dBi.
- D) o módulo do coeficiente de reflexão na porta de entrada da antena.
- E) a potência efetiva radiada isotropicamente equivalente, em dBW, quando a potência na porta de entrada da antena é igual a 1000W.

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 5

Uma estação terrena transmite um sinal na frequência $f = 20$ GHz, com polarização circular, para comunicação com um satélite a uma órbita de $L = 40.000$ km. A potência na saída do transmissor é de $P_t = 100$ W e sua antena possibilita um ganho de $G_t = 50$ dBi.

Quando ocorrem chuvas, a atenuação específica do sinal causada por chuvas é dada por $\gamma_R = k(R_{0,01})^\alpha$, 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 α são parâmetros que dependem da frequência e da polarização. Para 20 GHz, $k_h = 0,0751$ e $\alpha_h = 1,099$, para a polarização horizontal, e $k_v = 0,0691$ e $\alpha_v = 1,065$, para a polarização vertical. Assim, a atenuação do sinal devida à chuva (A_R) é dada por: $A_R = \gamma_R L_e$, onde L_e é o comprimento efetivo do caminho do sinal pela chuva, em km.

Sabendo disso, responda aos itens a seguir.

- A) Qual a atenuação do espaço livre entre a estação terrena e o satélite? Considere que a órbita do satélite representa a distância entre eles.
- B) Se a antena do satélite possuir um ganho de $G_r = 35$ dBi e o satélite requerer uma potência mínima de $P_{r_min} = -85$ dBm para a conexão ser estabelecida, esse enlace funcionará em um dia sem chuva? Demonstre, desconsiderando outros tipos de atenuação.
- C) Em um dia com chuva, como se comportará a atenuação para cada polarização (horizontal e vertical)? Justifique.
- D) Em um dia com chuva, o sinal transmitido com polarização circular chegará com que polarização ao satélite? Justifique, desconsiderando outros efeitos, que poderiam influenciar a polarização.
- E) Em um local onde $R_{0,01} = 100$ mm/h, qual é o valor máximo de L_e para que ambas as polarizações sejam captadas pelo satélite em 99,99% do tempo de um ano médio? Considere $\alpha = 1$, quando necessário, e as condições dos itens a e b.

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

Realização

