



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA DISCURSIVA

TG03

MANUTENÇÃO DA INFRAESTRUTURA ELÉTRICA E MECÂNICA DE ANTENAS EM BANDA S E BANDA X



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

Deseja-se especificar o motor de azimute para um servomecanismo de uma antena de grande porte. Foram determinados os seguintes parâmetros:

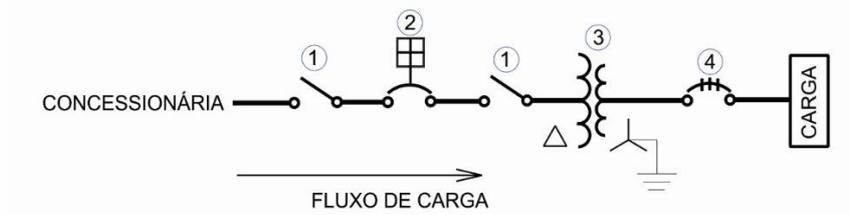
- Momento de inércia no eixo de azimute: $2 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$; e
- Coeficiente de amortecimento viscoso: $10^5 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}$

Assim,

- A) Determine o torque aplicado ao eixo, desprezando o amortecimento viscoso, quando a aceleração angular é igual a $0,02 \text{ rad/s}^2$.
- B) Determine o torque no motor na situação do item a, sabendo que entre o motor e o eixo da antena há uma redução de 1:20000.
- C) Determine o torque aplicado ao eixo apenas para compensar o atrito viscoso, que é proporcional à velocidade angular, quando a velocidade angular é constante e igual a $0,03 \text{ rad/s}$ (aproximadamente $1,8^\circ/\text{s}$).
- D) Calcule a porcentagem do torque máximo do motor (item b) na situação do item c.
- E) Calcule a velocidade angular do motor, em RPM, na situação do item c.

Questão 2

Em uma indústria de beneficiamento de arroz, a entrada de energia elétrica é representada pelo diagrama unifilar, a seguir.



- ① CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR, CLASSE 15KV - 630A
- ② DISJUNTOR DE MÉDIA TENSÃO, CLASSE 15KV - 630A
- ③ TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 500KVA, CLASSE 15KV, OPERA EM 13,8KV/380V
- ④ DISJUNTOR DE BAIXA TENSÃO, TRIFÁSICO, AJUSTÁVEL (560-800A), CLASSE 700V

O transformador trifásico de 500KVA opera em 13.8KV/380V com 80% do seu carregamento nominal e com o fator de potência médio de 0,75 indutivo, sem taxa de distorção harmônica.

Sabendo-se que a referida indústria opera sem variações de cargas consideráveis, determine:

- A) a corrente elétrica no disjuntor de média tensão operando com 100% do carregamento nominal no transformador;
- B) a corrente de fase na média tensão do transformador operando com 80% do carregamento nominal;
- C) o valor do ajuste do disparador no disjuntor de baixa tensão para a operação do transformador em 80% do carregamento nominal;
- D) a potência ativa e reativa trifásica com o transformador operando em 80% de seu carregamento nominal e fator de potência de 0,75 indutivo;
- E) o banco de capacitores para a correção do fator de potência para 0,95 indutivo;
- F) as vantagens de se ter um sistema elétrico com o fator de potência próximo ao unitário.

Questão 3

Uma ferramenta muito importante utilizada para a operação de satélites em órbita é a de Determinação e Propagação de Órbita. Esta ferramenta tem como saída *Two Line Elements* (TLE) ou elementos orbitais do satélite em cada instante de sua trajetória, possibilitando seu acompanhamento pelas Estações Terrenas de Rastreamento e Controle (ERC).

Para que o algoritmo dessa ferramenta possa desenvolver sua atividade, são necessárias informações de entrada, como, por exemplo, a distância entre o satélite e a ERC em um dado instante e/ou a velocidade relativa entre este satélite e a ERC em um dado instante. Equipamentos que determinam o posicionamento, a distância e a velocidade do satélite são escolhidos para compor a ERC, baseados em alguns critérios como, por exemplo, custo, domínio da tecnologia, simplicidade, precisão necessária, sincronismo e segurança.

Baseado nessas premissas, responda aos itens a seguir.

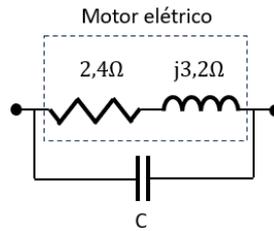
- A) Entre os sistemas de posicionamento global utilizados no mundo, qual o mais empregado no Brasil? Relate pelo menos cinco dos parâmetros de saída mais comuns desse sistema.**
- B) Cite pelo menos quatro funções dos Sistemas de Tempo e Frequência (STF) utilizados nas Estações Terrenas de Rastreamento e Controle de Satélites (ERC).**
- C) Em relação aos osciladores de bases de tempo, defina, brevemente, estabilidade de curto prazo e estabilidade de longo prazo.**

Questão 4

O motor elétrico utilizado para realizar o ajuste em azimute da antena parabólica de grande porte de uma estação terrena possui uma impedância equivalente igual a $2,4 + j3,2\Omega$. A tensão eficaz nos terminais do motor elétrico é igual a $120\angle 0^\circ V$ rms.

Sabendo-se que a frequência elétrica é igual a 60 Hz e que $\pi \sim 3,14$, determine, durante uma manobra de apontamento da antena,

- A) o módulo da corrente que alimenta o motor elétrico.
- B) a potência real fornecida para o motor elétrico.
- C) a potência reativa fornecida para o motor elétrico.
- D) a potência aparente fornecida para o motor elétrico.
- E) o fator de potência do motor elétrico.
- F) Deseja-se corrigir o fator de potência conectando-se um capacitor nos terminais do motor elétrico, conforme a figura abaixo.

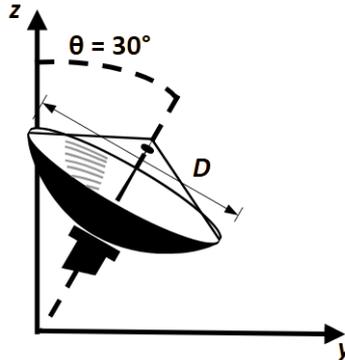


Calcule o valor nominal do capacitor C de tal forma que o fator de potência seja igual a 1.

Questão 5

É muito provável que as antenas mais utilizadas em enlaces espaciais sejam as antenas parabólicas.

Considere uma antena parabólica, cujo disco parabólico possui diâmetro $D = 4/\pi$ m, transmitindo um sinal em $f = 9,6$ GHz. O eixo dessa antena está alinhado de forma fixa com o ângulo de elevação $\theta = 30^\circ$, como mostrado na figura a seguir.



O ganho dessa antena, em dBi, é dado pela equação 1:

$$G(\theta) = 10 \log \left[\eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \right] - 12 \left[D \frac{|\theta - 30^\circ|}{70\lambda} \right]^2, \quad (\text{Eq. 1})$$

em que, θ é o ângulo de elevação em graus (variável usada para o cálculo do ganho), η é a eficiência da antena e λ é o comprimento de onda do sinal.

Sabendo disso, determine:

- o ângulo de elevação da direção de máxima irradiação dessa antena. Justifique usando a equação 1.
- o ganho máximo dessa antena, para uma eficiência de $\eta = 0,64$.
- a largura de feixe de meia potência (LFMP). Faça $\pi = 3,2$, quando necessário.
- a polarização da antena parabólica, se o seu alimentador (*feeder*) transmite um sinal com razão axial $AR = 1$.

Realização

