

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um transformador monofásico tem os seguintes dados nominais: 12 MVA - 80 kV / 13,8 kV e impedância equivalente = $(0,015 + j.0,065)$ p.u. Quando ele está, operando com o primário sob tensão nominal e com o secundário aberto, a potência aparente consumida é de 650 kVA com fator de potência 0,24. O referido transformador será submetido a ensaios em vazio e em curto-circuito, conforme as recomendações das normas vigentes. Com base nessas informações, faça o que se pede.

- a) Determine os valores absolutos de tensão, corrente e potência medidos no ensaio em vazio, indicando o lado recomendado em que tal ensaio deverá ser realizado. (2 pontos)
- b) Determine os valores absolutos de tensão, corrente e potência medidos no ensaio em curto-circuito, indicando o lado recomendado em que tal ensaio deverá ser realizado. (2 pontos)
- c) Determine a porcentagem da potência nominal na qual o referido transformador irá operar com rendimento máximo. (2 pontos)
- d) Determine o valor do máximo rendimento, bem como o da regulação de tensão nessa condição, para operação com carga de fator de potência 0,8 indutivo. (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um gerador síncrono de 14 polos, operando interligado ao sistema elétrico nacional, tem os seguintes dados nominais:

- Potência 1.750 kVA - 2,3 kV- 60 Hz - conexão estrela;
- Reatância síncrona de eixo direto (X_d): 1,2 p.u. Considerando $X_d = X_q$;
- circuito magnético linear, com corrente de excitação, expressa em A, dada por $I_f = 35.E_o$, onde E_o é a tensão interna induzida (valor de linha), expressa em kV; e
- acionamento feito a partir de um motor diesel de 1.120 kW.

Com base nessas informações, faça o que se pede.

- Determine a rotação e a corrente de excitação requeridas para permitir a sincronização do gerador com o sistema elétrico. (1 ponto)
- Determine a potência ativa e reativa trocadas com o sistema elétrico, quando o motor diesel é levado até o seu limite de potência mecânica, conservada a corrente de excitação inicial aplicada na sincronização. Represente o diagrama fasorial dessa condição. (3 pontos)
- Determine a mínima corrente de excitação permitida para que o gerador opere com uma margem de estabilidade de 15° , mantida a potência mecânica máxima do acionamento e calcule as potências ativa e reativa trocadas com o sistema elétrico nessa condição. (2 pontos)
- Determine a corrente de excitação requerida para que o gerador opere fornecendo potência reativa ao sistema elétrico, com fator de potência 0,85, conservada a potência mecânica máxima do motor diesel. (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor assíncrono trifásico, de rotor bobinado, com 6 polos, tem os seguintes dados nominais:

- Potência mecânica útil no eixo: 56 kW;
- Rotação: 1120 RPM
- Tensão e frequência da rede de alimentação: 440 V - 60 Hz; e
- Tensão do rotor em circuito aberto com eixo estacionário: 190 V.

Alimentando o estator com sequência de fases positiva, o sentido de rotação é horário visto pelo eixo. Com base nessas informações, faça o que se pede.

a) Um reostato externo é conectado ao rotor, de modo a promover, em operação com torque nominal, um escorregamento de 28%. Determine o valor da resistência desse reostato em ohm/fase e calcule a corrente rotórica nominal do motor e a potência mecânica no eixo. (3 pontos)

b) Conservado o reostato rotórico externo, o estator passa a ser alimentado via inversor estático, com frequência de 36 Hz. Determine a rotação do motor, operando sob torque nominal, bem como a tensão de alimentação, e calcule a potência mecânica útil no eixo nessa condição e a frequência do circuito rotórico. (2 pontos)

Continuação da 3ª questão

c) Numa nova condição de operação, com o estator alimentado na rede com sequência de fases positiva, o motor de anéis é agora acionado externamente por um motor auxiliar, na rotação de 1500 RPM, em sentido anti-horário visto pelo eixo. No circuito rotórico, é colocada uma resistência de carga que consome a corrente nominal do rotor. Determine a tensão e a frequência a que a resistência de carga é submetida, bem como a potência elétrica dissipada nessa resistência, e calcule a potência que circula pelo estator do motor de anéis bem como a potência mecânica necessária no eixo do motor auxiliar. (3 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

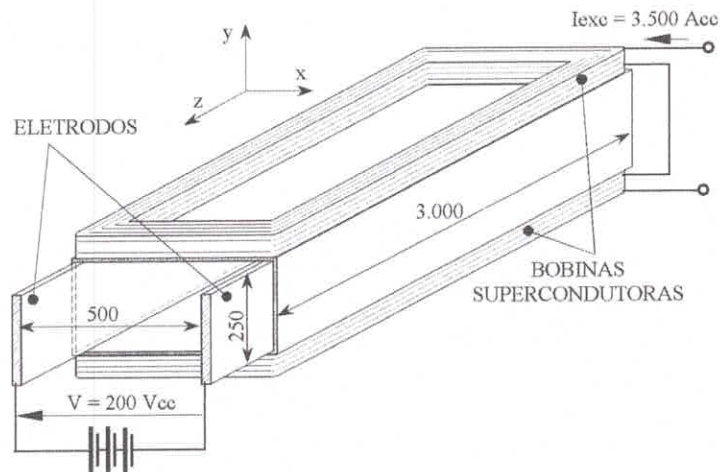
Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Examine o esboço abaixo.



Uma embarcação marítima experimental é dotada de um sistema de propulsão MHD (magneto hidrodinâmico) montado sob o casco. O esboço do sistema é mostrado acima, com os seguintes dados:

- Dimensões do canal MHD em mm;
- Sistema de excitação: duas bobinas supercondutoras criogênicas, cada uma com 100 espiras, conectadas em série aditiva;
- Condutividade elétrica da água do mar: $5,3 \text{ S/m}$; e
- Permeabilidade magnética do vácuo $= 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

I - A relutância do sistema de excitação é confinada ao canal MHD, sem dispersão e espraiamento;

II - O campo magnético está na direção y exclusivamente; e

III - A corrente de carga entre eletrodos circula somente na direção x .

Com base nos dados apresentados e considerando as hipóteses acima, faça o que se pede.

a) Determine a densidade de fluxo magnético, em T, que permeia a água do mar contida no canal MHD. (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

- b) Determine a intensidade da corrente de carga que circula através da água do mar dentro do canal MHD. (2 pontos)
- c) Determine a força de propulsão estática promovida pelo sistema MHD que é aplicada à embarcação. (2 pontos)
- d) Considerando a velocidade de deslocamento da massa de água no canal MHD igual a 6 m/s, determine a potência líquida de propulsão e o rendimento total do sistema. (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

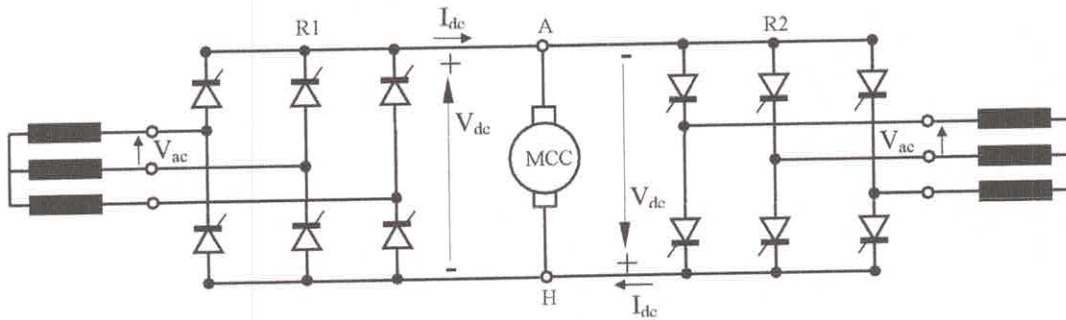
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura a seguir.



Um motor de corrente contínua, com excitação de campo independente, utilizado em sistema de laminação, tem os seguintes dados nominais:

- Tensão da armadura: 600 Vcc;
- Potência mecânica no eixo: 800 kW;
- Corrente de armadura: 1.400 A; e
- Rotação: 450 RPM.

Considere que as perdas totais desse motor ocorrem exclusivamente no circuito de armadura, e que ela apresenta elevada indutância e elevado momento de inércia.

A alimentação é feita por um sistema Ward-Leonard estático, constituído de duas pontes de tiristores em antiparalelo, conforme esquema acima. A tensão eficaz da linha trifásica de alimentação é 480 Vac. O controle impõe um tempo morto no disparo das chaves na transição entre pontes, para evitar curto-circuito. Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede.

a) Esboce a forma de onda da tensão nos terminais do motor, com apenas uma ponte conduzindo, e determine o ângulo de disparo das chaves para tensão em vazio igual à tensão nominal do motor. Despreze a reatância de comutação dos tiristores. (3 pontos)

Continuação da 5ª questão

b) Determine a rotação em vazio do motor (operando com o eixo livre), sob tensão nominal de armadura. (2 pontos)

c) A partir da operação em carga nominal do motor, alimentado pela ponte R1, determine o ângulo de disparo das chaves da ponte R2, após o tempo morto, para que o motor entre em modo de frenagem regenerativa com metade da corrente nominal de armadura. (3 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um motor elétrico trifásico com os seguintes dados:

- Potência mecânica de 20 CV;
- Fator de potência de 0,8;
- Rendimento de 0,9;
- Tensão nominal de 220 V; e
- Frequência 60 Hz.

Dado: 1 CV = 735 W

Com base nas informações apresentadas, determine:

- a) A corrente nominal. (2 pontos)
- b) A potência aparente, ativa e reativa. (3 pontos)
- c) O banco de capacitores, em kVAr, para corrigir o fator de potência para 0,92. (2 pontos)
- d) A capacitância, em μF , de cada braço do banco de capacitores trifásico ligado em delta. (1 ponto).

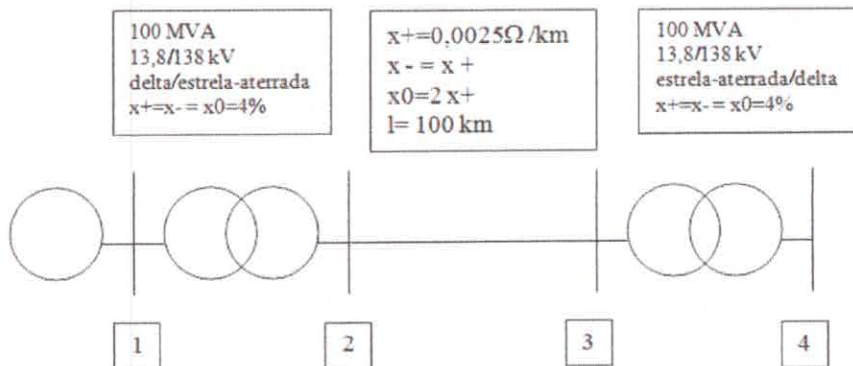
Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Examine o sistema de potência abaixo.



Com base nas informações apresentadas acima e considerando a barra 1 como um barramento infinito (tensão de 1.0 pu. e impedância nula), faça o que se pede.

- Monte os diagramas sequenciais com as impedâncias em pu. (6 pontos)
- Desenhe o diagrama sequencial para cálculo de um curto monofásico na barra 3. (1 ponto)
- Calcule a corrente de curto-circuito monofásico, em pu, na barra 3, considerando uma tensão de 1,0 pu na barra 1. (1 ponto)

Continuação da 7ª questão

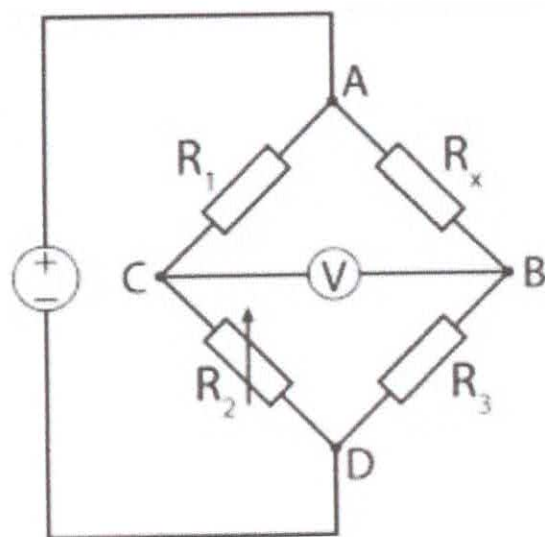
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Examine o diagrama abaixo de uma ponte de Wheatstone.



Com base nas informações apresentadas, faça o que se pede.

a) Determine R_x a partir dos valores das outras resistências fixas R_1 e R_3 e a variável R_2 . (2 pontos)

b) Determine o valor de R_x , sabendo que $R_1=10\Omega$; $R_2=40\Omega$ e $R_3=20\Omega$. (2 pontos)

c) Que correntes passarão em R_1 , R_2 , R_3 e R_x do item "b", se a tensão na fonte for de 100 V? (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

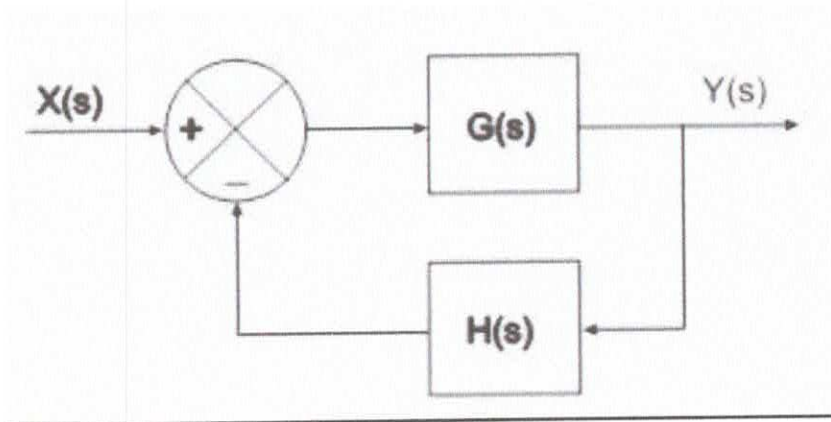
Dado um portão de garagem acionado por um motor de indução trifásico, protegido por um relé térmico e fusíveis, com acesso aos terminais das bobinas dos enrolamentos, com três botões de comando (abre portão, fecha portão e desliga o motor) e com chaves de fim de curso que desligam o motor quando o portão estiver totalmente aberto ou totalmente fechado, desenhe:

- a) O diagrama de comando. (4 pontos)
- b) O diagrama de força. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o diagrama de blocos a seguir de um sistema de controle de malha fechada.



Dados: $G(s) = 10s$; e

$H(s) = (s+2)/s$

Com base nas informações apresentadas, determine:

- A função de transferência do sistema. (4 pontos)
- Os polos e os zeros do sistema. (1 ponto)
- Se o sistema é estável. (1 ponto)
- A resposta para uma excitação em degrau unitária no domínio do tempo e o valor de $Y(t)$, quando t vai para o infinito. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2023

ANEXO - TABELA SENO, COSSENO E TANGENTE

Ângulo	Sen	Cos	Tg	Ângulo	Sen	Cos	Tg
1°	0,0175	0,9998	0,0175	46°	0,7193	0,6947	1,0355
2°	0,0349	0,9994	0,0349	47°	0,7314	0,682	1,0724
3°	0,0523	0,9986	0,0524	48°	0,7431	0,6691	1,1106
4°	0,0698	0,9976	0,0699	49°	0,7547	0,6561	1,1504
5°	0,0872	0,9962	0,0875	50°	0,766	0,6428	1,1918
6°	0,1045	0,9945	0,1051	51°	0,7771	0,6293	1,2349
7°	0,1219	0,9925	0,1228	52°	0,788	0,6157	1,2799
8°	0,1392	0,9903	0,1405	53°	0,7986	0,6018	1,327
9°	0,1564	0,9877	0,1584	54°	0,809	0,5878	1,3764
10°	0,1736	0,9848	0,1763	55°	0,8192	0,5736	1,4281
11°	0,1908	0,9816	0,1944	56°	0,829	0,5592	1,4826
12°	0,2079	0,9781	0,2126	57°	0,8387	0,5446	1,5399
13°	0,225	0,9744	0,2309	58°	0,848	0,5299	1,6003
14°	0,2419	0,9703	0,2493	59°	0,8572	0,515	1,6643
15°	0,2588	0,9659	0,2679	60°	0,866	0,5	1,7321
16°	0,2756	0,9613	0,2867	61°	0,8746	0,4848	1,804
17°	0,2924	0,9563	0,3057	62°	0,8829	0,4695	1,8807
18°	0,309	0,9511	0,3249	63°	0,891	0,454	1,9626
19°	0,3256	0,9455	0,3443	64°	0,8988	0,4384	2,0503
20°	0,342	0,9397	0,364	65°	0,9063	0,4226	2,1445
21°	0,3584	0,9336	0,3839	66°	0,9135	0,4067	2,246
22°	0,3746	0,9272	0,404	67°	0,9205	0,3907	2,3559
23°	0,3907	0,9205	0,4245	68°	0,9272	0,3746	2,4751
24°	0,4067	0,9135	0,4452	69°	0,9336	0,3584	2,6051
25°	0,4226	0,9063	0,4663	70°	0,9397	0,342	2,7475
26°	0,4384	0,8988	0,4877	71°	0,9455	0,3256	2,9042
27°	0,454	0,891	0,5095	72°	0,9511	0,309	3,0777
28°	0,4695	0,8829	0,5317	73°	0,9563	0,2924	3,2709
29°	0,4848	0,8746	0,5543	74°	0,9613	0,2756	3,4874
30°	0,5	0,866	0,5774	75°	0,9659	0,2588	3,7321
31°	0,515	0,8572	0,6009	76°	0,9703	0,2419	4,0108
32°	0,5299	0,848	0,6249	77°	0,9744	0,225	4,3315
33°	0,5446	0,8387	0,6494	78°	0,9781	0,2079	4,7046
34°	0,5592	0,829	0,6745	79°	0,9816	0,1908	5,1446
35°	0,5736	0,8192	0,7002	80°	0,9848	0,1736	5,6713
36°	0,5878	0,809	0,7265	81°	0,9877	0,1564	6,3138
37°	0,6018	0,7986	0,7536	82°	0,9903	0,1392	7,1154
38°	0,6157	0,788	0,7813	83°	0,9925	0,1219	8,1443
39°	0,6293	0,7771	0,8098	84°	0,9945	0,1045	9,5144
40°	0,6428	0,766	0,8391	85°	0,9962	0,0872	11,4301
41°	0,6561	0,7547	0,8693	86°	0,9976	0,0698	14,3007
42°	0,6691	0,7431	0,9004	87°	0,9986	0,0523	19,0811
43°	0,682	0,7314	0,9325	88°	0,9994	0,0349	28,6363
44°	0,6947	0,7193	0,9657	89°	0,9998	0,0175	57,29
45°	0,7071	0,7071	1	90°	1	0	-