

MARINHA DO BRASIL
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2021)

ENGENHARIA ELÉTRICA

INSTRUÇÕES GERAIS

- 1- A duração da prova será de **05 horas** e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração o candidato que:
 - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
 - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
 - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
 - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
 - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2021				
	NOME DO CANDIDATO:				
	Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA	USO DO SSPM
			000 A 080		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um transformador trifásico de potência tem os seguintes dados nominais:

Potência trifásica: 18 MVA - Tensão primária: 13,8 kV

Tensão secundária: 2,3 kV - Grupo de ligação: Yd11

Os resultados de ensaio do transformador estão resumidos a seguir:

Ensaio em vazio, realizado pelo lado da baixa tensão:

$V_0 = 2,3 \text{ kV}$; $I_0 = 225 \text{ A}$; $W_0 = 185 \text{ kW}$

Ensaio em curto-circuito, realizado pelo lado da alta tensão:

$V_{CC} = 825 \text{ V}$; $I_{CC} = 600 \text{ A}$; $W_{CC} = 118 \text{ kW}$

Nota: Todos os terminais das bobinas de cada fase, tanto do primário como do secundário, são acessíveis.

- a) Explique as razões para o ensaio em vazio ser realizado pelo lado da baixa tensão, enquanto o ensaio em curto é realizado pelo lado da alta tensão. (1 ponto)
- b) Determine o circuito equivalente completo por fase do transformador, referido ao lado da alta tensão. (2 pontos)
- c) Determine a impedância complexa equivalente em valor por unidade. (2 pontos)
- d) Indique a defasagem das tensões de linha entre primário e secundário, introduzida pelo transformador. (1 ponto)

Continuação da 1ª questão

- e) Reconfigurando o transformador como autotransformador trifásico elevador de tensão, alimentado a partir da linha primária de 13,8 kV, com grupo de ligação Yy0, determine a tensão de saída e a potência trifásica disponível. (2 pontos)

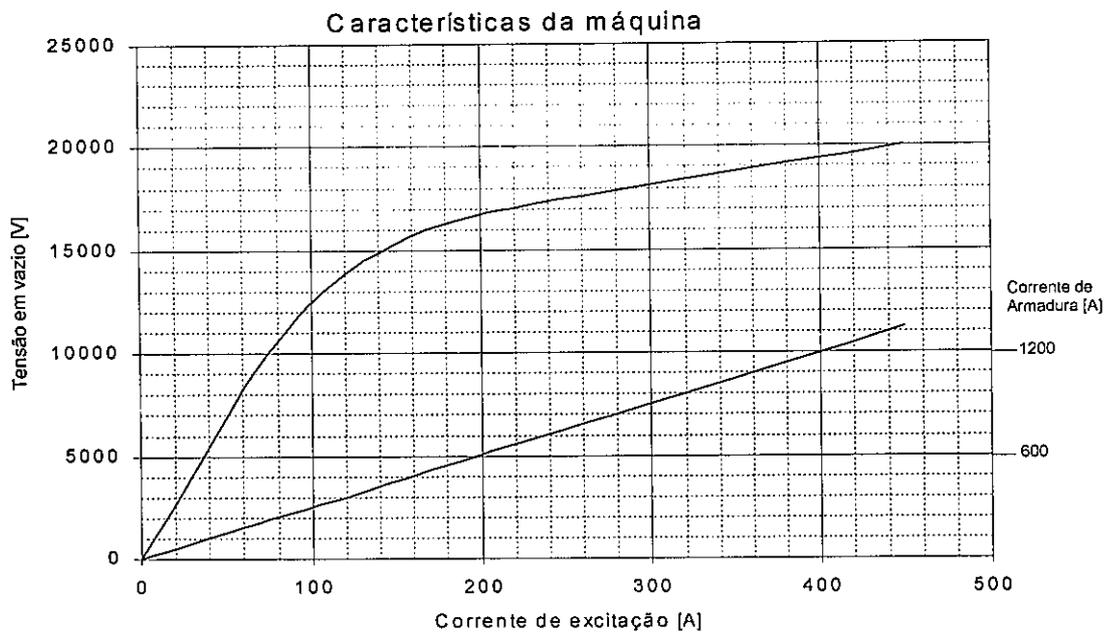
Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um turbo gerador síncrono, de polos lisos, trifásico, opera em paralelo no barramento infinito e tem os seguintes dados nominais:

Potência: 12 MVA - Tensão: 13,8 kV - Frequência: 60 Hz
Rotação: 3600 RPM - Conexão: Y - $\cos\phi$: 0,8 ind.

Na curva abaixo estão fornecidas suas características de saturação em vazio e em curto-circuito.



- Especifique as condições necessárias e suficientes para a sincronização do turbo gerador ao barramento infinito. (1 ponto)
- Determine a reatância síncrona da máquina em valor por unidade e seu circuito equivalente por fase. (2 pontos)
- Represente o diagrama fasorial na condição de carga nominal, indicando os valores numéricos das grandezas de linha. (2 pontos)
- Determine a corrente de excitação requerida para a condição de carga nominal. (3 pontos)

Continuação da 2ª questão

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor de indução trifásico com rotor de gaiola, aplicado no acionamento de um guindaste portuário, tem os seguintes dados nominais:

Potência = 250 kW - Rotação = 505 RPM - Tensão = 480 V - 60 Hz - Resistência ôhmica do estator = 0,022 p.u. - As perdas rotacionais em vazio totalizam 4,5 kW e podem ser consideradas constantes em qualquer rotação.

Tal motor é alimentado através de um conversor de frequência estático com controle escalar e com compensação das curvas de torque em frequências muito baixas.

- a) Determine o número de polos, a rotação síncrona e o escorregamento nominal do motor, para alimentação sob 60 Hz. (1 ponto)
- b) Determine a tensão e a frequência de alimentação para que o motor opere na elevação da carga nominal com rotação de 220 RPM. Nessa condição, calcule a potência mecânica disponível no eixo. (1 ponto)
- c) Determine a frequência e a tensão de alimentação na partida do motor, quando o guindaste inicia a elevação de uma carga com valor igual ao dobro da nominal. (3 pontos)
- d) Determine a frequência e a tensão de alimentação, quando o motor opera como gerador, na descida da carga nominal com rotação de 220 RPM. Nessa condição, determine ainda a potência elétrica regenerada para o elo CC do conversor de frequência. (3 pontos)

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2021

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um eletromagneto construído com núcleo de material ferromagnético com permeabilidade considerada infinita é alimentado com tensão alternada de valor eficaz 110V em 60 Hz. A geometria do dispositivo é mostrada na figura, em que:

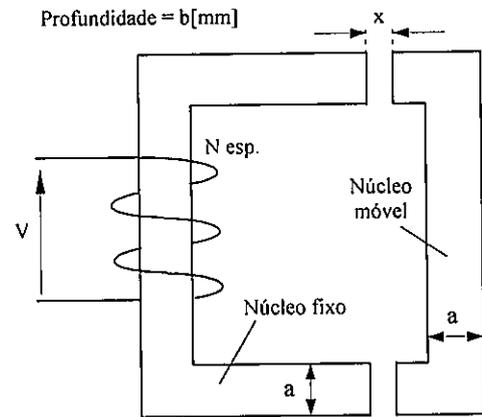
Nº de espiras da bobina: $N = 300$ esp;

Dimensão dos entreferros: $x = 3$ mm;

Largura do núcleo: $a = 30$ mm;

Profundidade do núcleo: $b = 50$ mm; e

Permeabilidade do ar: $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m.



Sabendo que os espraiaamentos e dispersões de fluxo podem ser desconsiderados, determine:

- a) a densidade de fluxo magnético máximo resultante nos entreferros; (2 pontos)
- b) a corrente de magnetização absorvida da linha de alimentação, em valor eficaz; (2 pontos)
- c) o valor médio da força mecânica total que atua sobre o núcleo móvel; (3 pontos)
- d) a frequência de oscilação da componente variável da força mecânica que atua sobre o núcleo móvel. (1 ponto)

Continuação da 4ª questão

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma máquina de corrente contínua de ímãs permanentes é conectada a um retificador não controlado, composto de uma ponte de diodos de onda completa. O sistema, esquematizado na figura abaixo, tem os seguintes dados:

Tensão da linha de alimentação: 220Vac - 60 Hz;

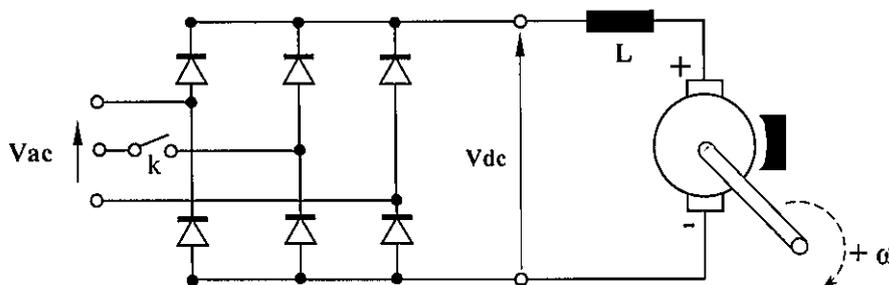
Queda de tensão em cada diodo, quando diretamente polarizado: 0,7 V;

Constante de força eletromotriz da máquina CC: 0,72 V/rd/s;

Resistência de armadura da máquina CC: 0,3 Ω ; e

Corrente nominal de armadura da máquina CC: 35 A.

A indutância em série com a máquina garante condução contínua nos diodos. A polaridade da tensão nos terminais da máquina está diretamente associada ao sentido de rotação de seu eixo, conforme indicado na figura.



- Determine a rotação em vazio da máquina CC, expressa em RPM, nas situações da chave "k" aberta e fechada. (2 pontos)
- Determine a rotação em carga nominal da máquina CC, expressa em RPM, nas situações da chave "k" aberta e fechada. Nas duas situações, determine a potência mecânica fornecida no eixo da máquina, bem como a corrente absorvida da linha de alimentação. (3 pontos)

Continuação da 5ª questão

- c) Com a linha de alimentação desligada, determine a máxima rotação que pode ser imposta ao eixo da máquina CC, de modo que a corrente nominal de armadura não seja ultrapassada. Faça a determinação para ambos sentidos de acionamento do eixo, indicando em cada caso o modo de operação da máquina.
(3 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2021

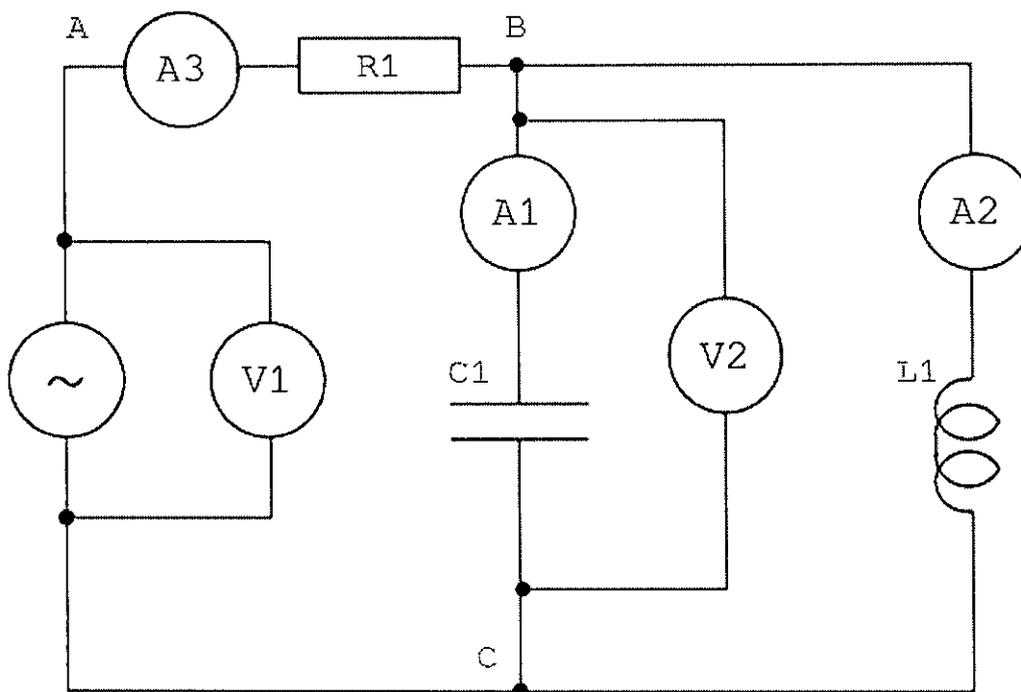
6ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere que o circuito abaixo esteja em regime permanente senoidal, na frequência de 60 Hz, e apresente os seguintes valores:

$$R1 = 10 \Omega, \quad L1 = 1/377 \text{ H} \quad \text{e} \quad C1 = 0,5/377 \text{ F}$$

Sabendo que a medição no amperímetro A2 é $I_{A2} = 5 \text{ A}$, determine:

- a tensão no voltímetro V2 entre os pontos B e C; (2 pontos)
- a corrente no amperímetro A1; (2 pontos)
- a corrente no amperímetro A3; (2 pontos)
- a tensão no voltímetro V1 entre A e C. (2 pontos)



Continuação da 6ª questão

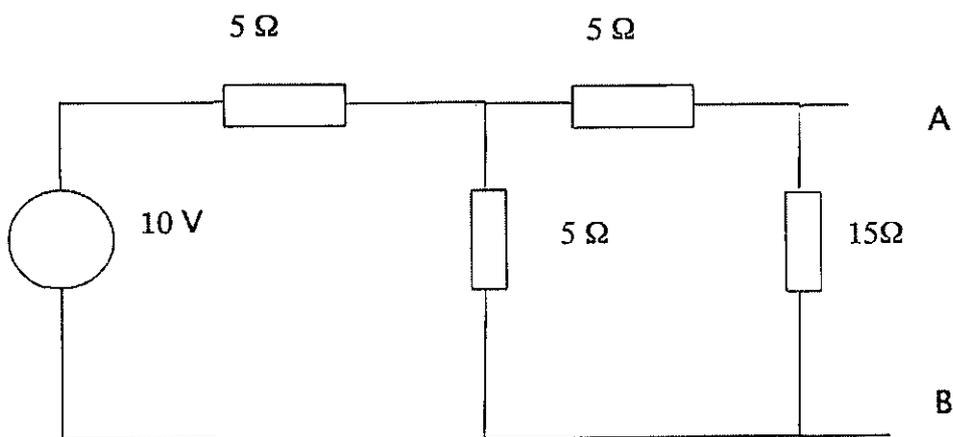
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2021

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere que o circuito abaixo esteja em regime permanente senoidal, em 60 Hz, e seja composto por resistores. Sendo assim, determine:

- a) o equivalente Thevenin do circuito; e (6 pontos)
- b) o valor da corrente e a tensão da carga de 10Ω ligada ao equivalente Thevenin. (2 pontos)



Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2021

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere que um motor de indução trifásico de 10kW apresente rendimento de 0,9, fator de potência 0,85, indutivo em 440 V, com corrente de partida equivalente a 5 vezes a nominal, tempo de partida de 5s e um tempo de rotor bloqueado de 12s. Considere ainda que esse motor esteja protegido por um relé térmico e um fusível Diazed. Sendo assim, determine:

- a) o valor da corrente nominal e da corrente de partida; e
(2 pontos)
- b) o valor nominal do fusível Diazed e o ajuste do relé térmico. Desenhe alguns pontos das curvas tempo versus corrente no papel log x log (figura 3) a partir de pontos das curvas dos fusíveis (figura 2), relé térmico (figura 1) e dos pontos de partida e de rotor bloqueado do motor. (6 pontos)

Opções de fusíveis: 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 35, 50, 63, 80 e 100A
Faixa da corrente de ajuste do relé térmico: 10 a 20A

Continuação da 8ª questão

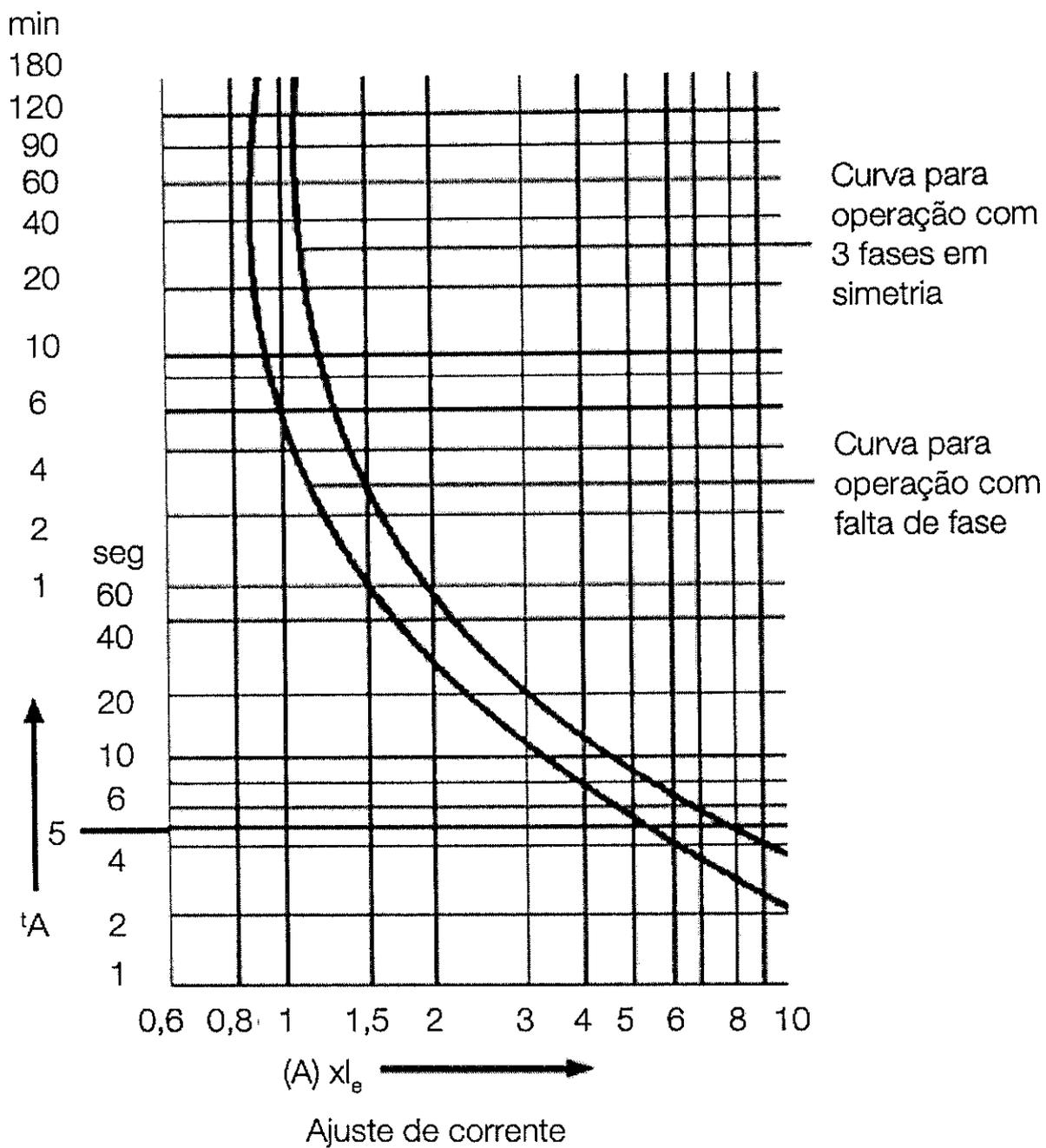


Figura 1

Continuação da 8ª questão

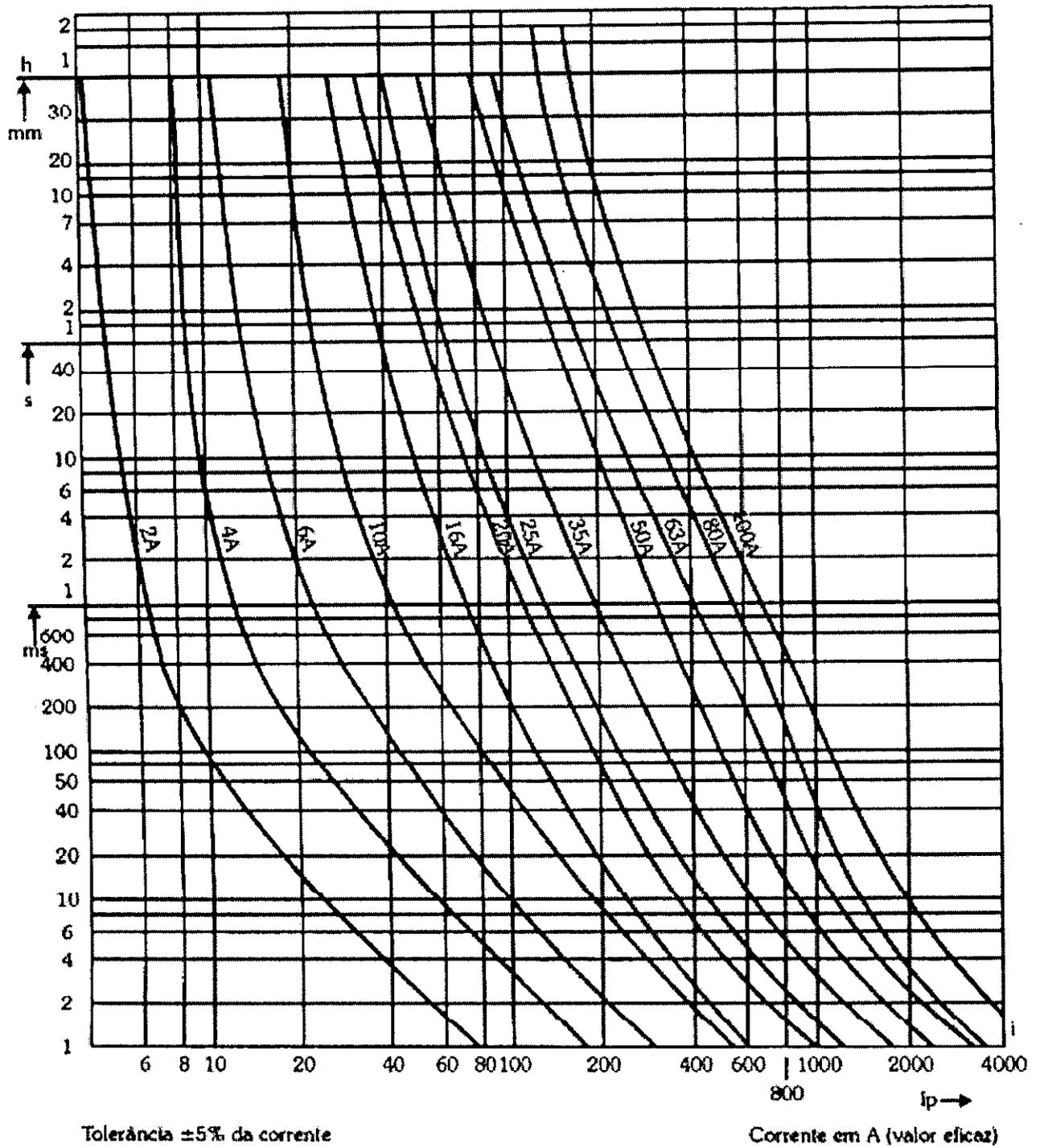


Figura 2

Continuação da 8ª questão

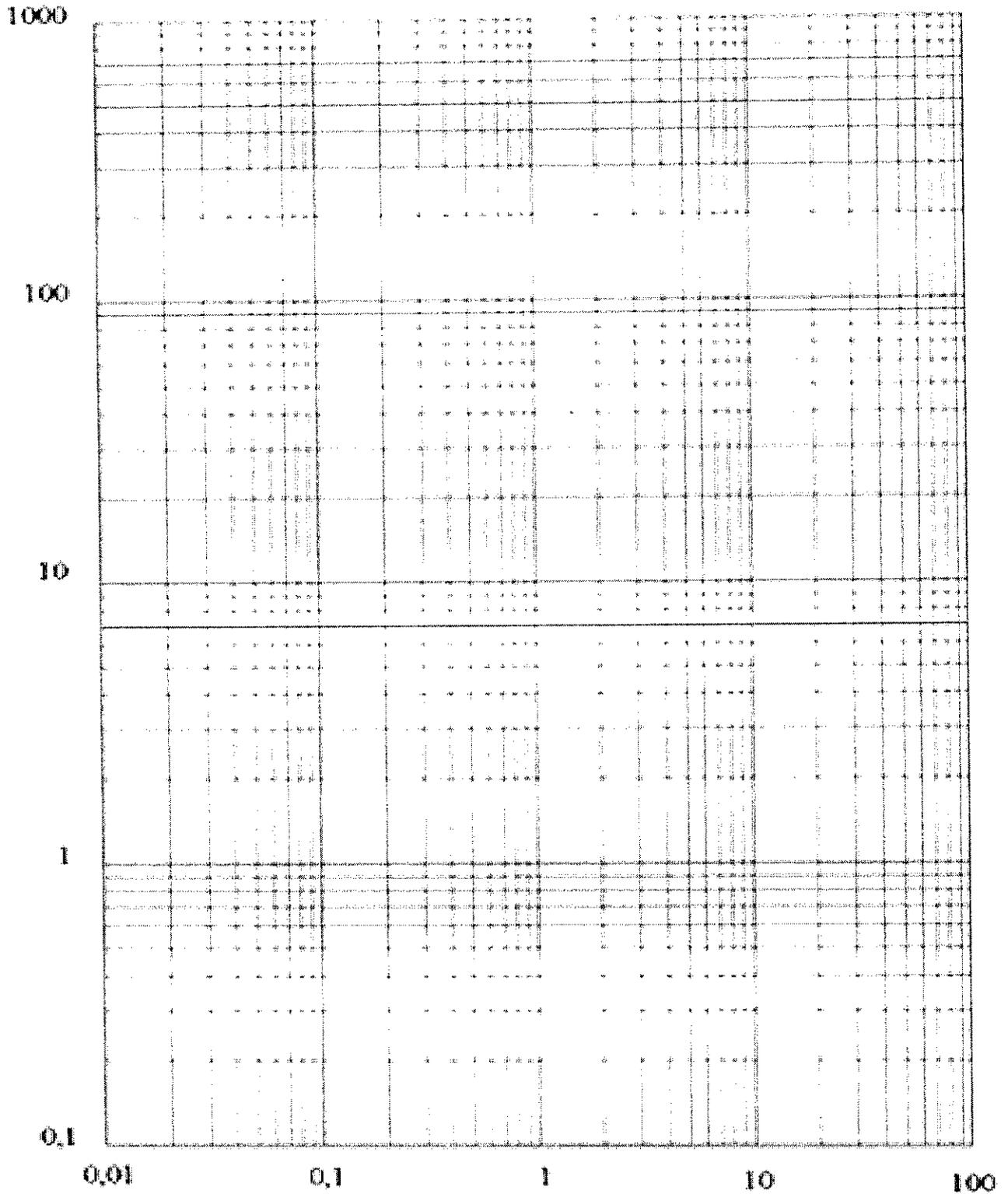
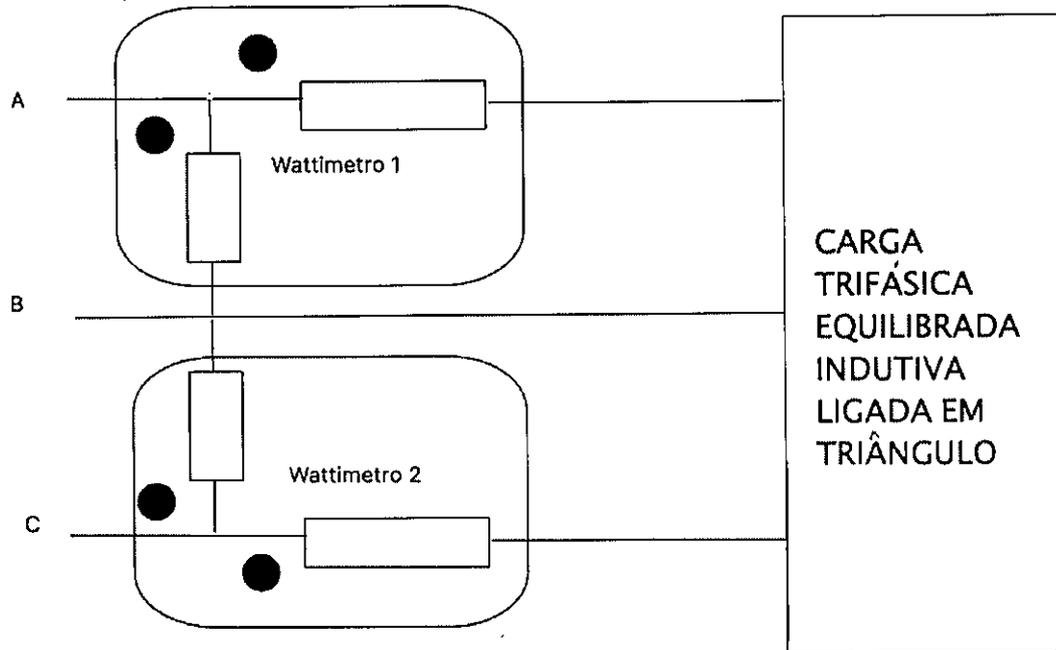


Figura 3

Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o circuito a seguir e as medições dos wattímetros, determine:



Considere $W_1 = 600 \text{ W}$ e $W_2 = 800 \text{ W}$.

Considere ainda a sequência positiva com $V_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$.

- o módulo e fase da impedância da carga a partir das medições dos wattímetros; (6 pontos)
- as correntes de linha I_A , I_B e I_C . (2 pontos)

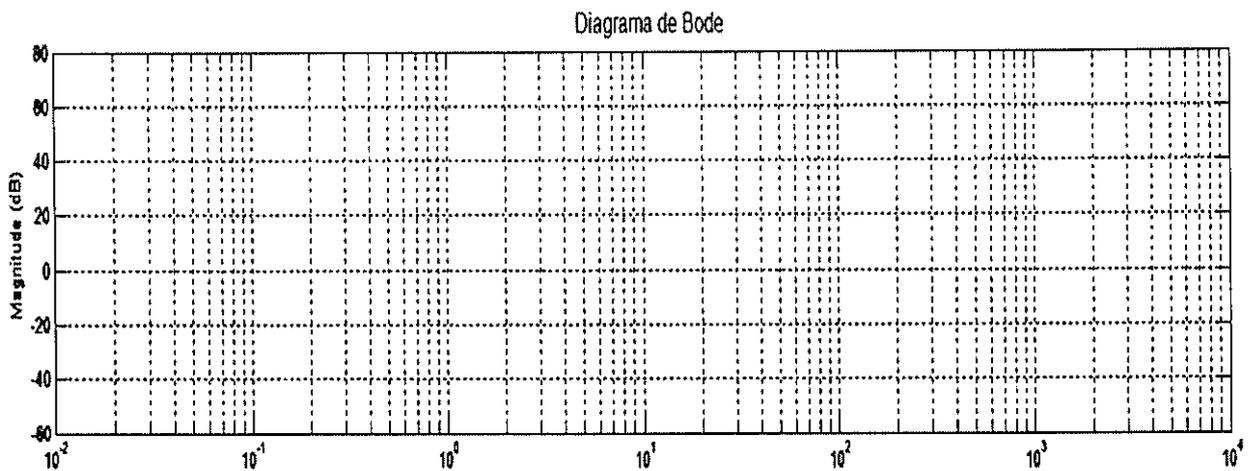
Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Dada a função de transferência a seguir, determine:

$$G(s) = \frac{100(s+1)}{(s+10)(s+100)}$$

- a) os polos e zeros e desenhe no diagrama polar; e (2 pontos)
- b) o diagrama de bode da magnitude da função da transferência com os pontos notáveis identificados. (6 pontos)



Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2021

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	-



