

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2019)

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.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA	USO DA DE _{ns} M
	000 A 080		

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2019									
	NOME DO CANDIDATO:									
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE _{ns} M		
			000 A 080							

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Três transformadores monofásicos compõem um banco trifásico em subestação abaixadora, com os seguintes dados nominais:

Potência: 13,5 MVA

Tensões dos lados da alta / baixa: 88 kV / 19,1 kV

Frequência: 50 Hz

Grupo de ligação: Dy11

Impedância equivalente: $(0,01+j0,06)$ p.u.

Perda no ferro: 204 kW (as parcelas por histerese e por correntes parasitas estão na proporção 60% e 40% respectivamente)

Esses três transformadores serão reinstalados em outra subestação, em linha de 60 Hz, e tensões de 110 kV / 13,8 kV. Com base nessa informação, determine.

- a) os dados nominais (potência, tensões e correntes) bem como as perdas no ferro de cada transformador individual, componente do banco trifásico original em 50 Hz. (1 ponto)
- b) o novo grupo de ligação trifásica, bem como a nova potência nominal do banco na instalação de 60 Hz. (2 pontos)
- c) a perda no ferro de cada transformador na nova condição de operação sob 60 Hz. (3 pontos)
- d) a nova impedância equivalente do conjunto na instalação de 60 Hz, em valor por unidade (p.u.). (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma máquina síncrona de potência nominal 5 MVA com 6 polos lisos, instalada em uma pequena usina reversível, é acoplada a uma máquina hidráulica que pode operar nos modos bomba ou turbina. A linha elétrica de conexão tem tensão nominal de 4,16 kV em 60 Hz. Alguns dados adicionais são disponíveis:

- Potência nominal da máquina hidráulica no modo turbina: 4,5 MW
- Potência nominal da máquina hidráulica no modo bomba: 3,7 MW
- Reatância síncrona da máquina elétrica: 2,2 p.u.
- Corrente de excitação da máquina síncrona para o procedimento de sincronismo com a rede: 20 Acc
- Hipóteses: admitir circuito magnético linear e desprezar todas as perdas do sistema

Com base nos dados, faça o que se pede.

- a) Determine a corrente de excitação da máquina síncrona, para operação do sistema no modo de geração elétrica com potência nominal das máquinas elétrica e hidráulica. Considere a potência elétrica reativa emitida para a linha de conexão. (2 pontos)
- b) Conservada a corrente de excitação do modo gerador, o sistema passa a operar no modo de bombeamento com potência nominal. Determine a corrente drenada da linha de conexão e o fator de potência apresentado a essa linha, com o seu valor e natureza. (2 pontos)
- c) Determine a corrente de excitação necessária da máquina síncrona, para que o fator de potência apresentado à rede de conexão seja unitário quando estiver operando no modo bombeamento com potência nominal. Determine também a corrente drenada da linha. (2 pontos)
- d) Apresente os diagramas de fasores da máquina síncrona para operação conforme os modos dos três itens anteriores. (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor assíncrono trifásico com rotor em gaiola, aplicado na elevação de uma ponte rolante de grande porte, tem os seguintes dados de placa:

Potência nominal: 550 kW

Rotação em carga nominal: 394 RPM

Tensão: 440 V

Frequência: 60 Hz

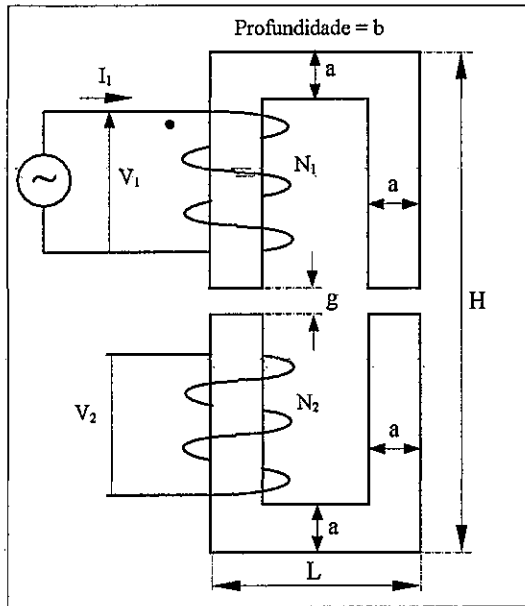
Sabendo que o motor é acionado a partir de um conversor de frequência variável estático, com controle escalar, e com base nos dados, determine:

- a) o número de polos e o escorregamento nominal do motor em questão. (1 ponto)
- b) a frequência e a tensão de alimentação requeridas, para elevação da carga nominal com rotação de 200 RPM. (3 pontos)
- c) a frequência e a tensão de alimentação necessárias, para o abaixamento da carga nominal com rotação de 150RPM, sabendo que para essa condição a máquina opera no modo gerador assíncrono. (3 pontos)
- d) as potências mecânicas disponíveis no eixo do motor nas condições dos itens B e C anteriores. (1 ponto)

Continuação da 3ª questão

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um reator de núcleo bipartido, feito com material ferromagnético linear de permeabilidade relativa $\mu_{FE} = 600 \cdot \mu_0$, possui duas bobinas de excitação. A alimentação é provida por uma fonte de tensão alternada senoidal, com valor eficaz $V_1 = 220 \text{ V}$ e frequência 60 Hz. A geometria do dispositivo é mostrada na figura, abaixo.



Dados:

Nº de espiras da bobina 1: $N_1 = 400$ esp.

Nº de espiras da bobina 2: $N_2 = 600$ esp.

Dimensão do entreferro: $g = 2 \text{ mm}$

Espessura do núcleo: $a = 30 \text{ mm}$

Profundidade do núcleo: $b = 60 \text{ mm}$

Altura do núcleo: $H = 200 \text{ mm}$

Largura do núcleo: $L = 100 \text{ mm}$

Permeabilidade do ar: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$

Desprezar todos os espraamentos e dispersões de fluxo.

Continuação da 4ª questão

Com base na figura acima e nos dados, determine:

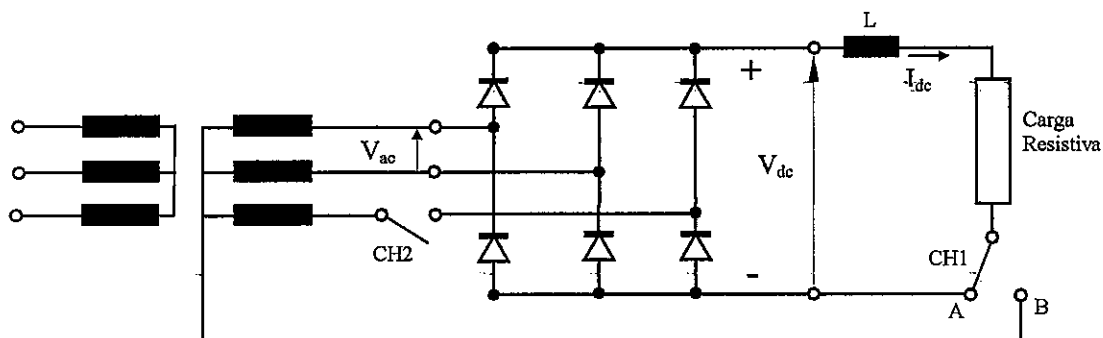
- a) a corrente de excitação absorvida da fonte, I_1 , em valor eficaz, considerando apenas a bobina N_1 alimentada. (2 pontos)
- b) a indutância própria da bobina N_1 e a máxima densidade de fluxo magnético no entreferro. (2 pontos)
- c) a mútua indutância entre as bobinas N_1 e N_2 e identifique na figura a posição do ponto de polaridade da bobina N_2 tendo a polaridade da bobina N_1 como referência. (1 ponto)
- d) a nova corrente de excitação, agora com as duas bobinas em associação série aditiva (polaridades concordantes), e represente o esquema da conexão. (1 ponto)
- e) a força mecânica média que atua sobre as duas partes do núcleo magnético para as bobinas associadas em série conforme o item D. (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma carga resistiva é alimentada a partir de uma ponte de diodos de diversas formas diferentes, pelo acionamento de chaves adequadas conforme o sistema esquematizado na figura abaixo.



Dados:

- Tensão da linha no secundário do transformador: $440V_{ac} - 60 \text{ Hz}$
- Resistência ôhmica da carga: $2,35 \Omega$

A indutância L , de resistência desprezível, garante condução contínua em qualquer condição de alimentação da carga. As situações das chaves podem ser as seguintes:

- Situação "1": CH2 aberta, e CH1 na posição "B"
- Situação "2": CH2 aberta, e CH1 na posição "A"
- Situação "3": CH2 fechada, e CH1 na posição "B"
- Situação "4": CH2 fechada, e CH1 na posição "A"

Com base nas informações, determine:

- a) a tensão, a corrente e a potência desenvolvida na carga para as chaves na situação "1". Esboce a forma de onda da tensão e a frequência da ondulação de tensão. (2 pontos)
- b) a tensão, a corrente e a potência desenvolvida na carga para as chaves na situação "2". Esboce a forma de onda da tensão e a frequência da ondulação de tensão. (2 pontos)
- c) a tensão, a corrente e a potência desenvolvida na carga para as chaves na situação "3". Esboce a forma de onda da tensão e a frequência da ondulação de tensão. (2 pontos)
- d) a tensão, a corrente e a potência desenvolvida na carga para as chaves na situação "4". Esboce a forma de onda da tensão e a frequência da ondulação de tensão. (2 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

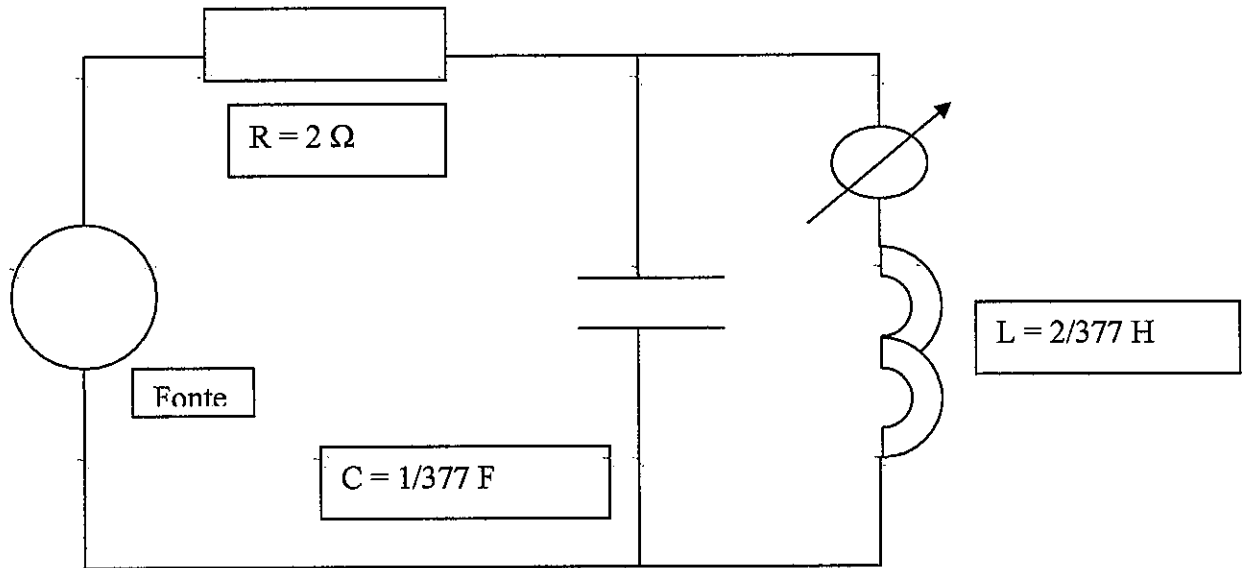
Concurso: CP-CEM/2019

Continuação da 5ª questão

Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Com um valor da medição de 4 A no amperímetro em série com o capacitor mostrado no diagrama do circuito de corrente alternada senoidal de 60 Hz a seguir, determine:



- a) a tensão no indutor. (2 pontos)
- b) a corrente no resistor (2 pontos)
- c) a tensão da fonte. (2 pontos)
- d) a corrente da fonte. (2 pontos)

Continuação da 6ª questão

Continuação da 6ª questão

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Para um circuito monofásico residencial que alimenta duas tomadas de 110 V com cargas de 1300 e 900 VA, consulte a tabela de referência para cada item e determine:

- a) o cabo mais adequado pelo critério de corrente supondo que o cabo é de Cobre com cobertura de PVC, e a temperatura ambiente é de 30° C e o fator de correção de agrupamento é 0,8. (4 pontos)

Tabela I

Capacidade de Condução de Corrente (A)		
Modo B de instalação		
Bitola cabo (mm ²)	2 condutores	3 condutores
1,5	17,5	15,5
2,5	24	21
4,0	32	28

- b) a bitola mais adequada, sabendo que o circuito tem 10m e a maior queda de tensão suportada é de 2% consultado a tabela a abaixo. (4 pontos)

Tabela II

Queda de Tensão Unitária em V/(A km) – cos ϕ =0,95		
Modo de Instalação B		
Bitola cabo (mm ²)	2 condutores	3 condutores
1,5	27,6	23,9
2,5	16,9	14,7
4,0	10,6	9,15
6,0	7,07	6,14

Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o circuito RC ($R = 1 \Omega$ e $C = 2 \text{ mF}$) série alimentado por uma fonte de corrente continua de E de 20 V , determinar:

- a) a corrente quando esse circuito é ligado por uma chave no instante zero. (4 pontos)
- b) a tensão no capacitor. (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Para um circuito com uma fonte que alimenta uma carga trifásica ligada em delta com potência total de 3000 W e fator de potência 0,8 indutivo numa tensão de 220 V, determine :

- a) as potências reativa e aparente. (2 pontos)
- b) a corrente. (2 pontos)
- c) a impedância. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Dada a equação diferencial do sistema de controle com entrada x e saída y abaixo, determine:

$$\frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt}$$

- a) a função de transferência. (4 pontos)
- b) os polos e zeros desta função. (2 pontos)
- c) se o sistema é estável ou instável. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Anexo

TABELA DE SENO E COSENO

angulo(o)	seno	coseno		ângulo(o)	seno	coseno
0	0,000	1,000		46	0,719	0,695
1	0,017	1,000		47	0,731	0,682
2	0,035	0,999		48	0,743	0,669
3	0,052	0,999		49	0,755	0,656
4	0,070	0,998		50	0,766	0,643
5	0,087	0,996		51	0,777	0,629
6	0,105	0,995		52	0,788	0,616
7	0,122	0,993		53	0,799	0,602
8	0,139	0,990		54	0,809	0,588
9	0,156	0,988		55	0,819	0,574
10	0,174	0,985		56	0,829	0,559
11	0,191	0,982		57	0,839	0,545
12	0,208	0,978		58	0,848	0,530
13	0,225	0,974		59	0,857	0,515
14	0,242	0,970		60	0,866	0,500
15	0,259	0,966		61	0,875	0,485
16	0,276	0,961		62	0,883	0,469
17	0,292	0,956		63	0,891	0,454
18	0,309	0,951		64	0,899	0,438
19	0,326	0,946		65	0,906	0,423
20	0,342	0,940		66	0,914	0,407
21	0,358	0,934		67	0,920	0,391
22	0,375	0,927		68	0,927	0,375
23	0,391	0,921		69	0,934	0,358
24	0,407	0,914		70	0,940	0,342
25	0,423	0,906		71	0,946	0,326
26	0,438	0,899		72	0,951	0,309
27	0,454	0,891		73	0,956	0,292
28	0,469	0,883		74	0,961	0,276
29	0,485	0,875		75	0,966	0,259
30	0,500	0,866		76	0,970	0,242
31	0,515	0,857		77	0,974	0,225
32	0,530	0,848		78	0,978	0,208
33	0,545	0,839		79	0,982	0,191
34	0,559	0,829		80	0,985	0,174
35	0,574	0,819		81	0,988	0,156
36	0,588	0,809		82	0,990	0,139
37	0,602	0,799		83	0,993	0,122
38	0,616	0,788		84	0,995	0,105
39	0,629	0,777		85	0,996	0,087
40	0,643	0,766		86	0,998	0,070
41	0,656	0,755		87	0,999	0,052
42	0,669	0,743		88	0,999	0,035
43	0,682	0,731		89	1,000	0,017
44	0,695	0,719		90	1,000	0,000
45	0,707	0,707				