

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2020)

**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 <sub>nsM</sub>
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2020					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 080			

**CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)**

**1ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um transformador monofásico tem os seguintes dados nominais:

Potência: 1,5 MVA

Tensão do lado da alta: 11 kV

Tensão do lado da baixa: 2,2 kV

Frequência: 60 Hz

Impedância equivalente:  $(0,02 + j0,08)$  p.u.

Perda no ferro: 5 kW

Perda no cobre: 10 kW

Sendo assim, determine:

- a) o valor da carga, em porcentagem do valor nominal, para a qual o rendimento desse transformador atinge o valor máximo; (2 pontos)
- b) para a carga obtida no item A, o valor do rendimento do transformador, para operação sob fator de potência igual a 0,8 indutivo; (2 pontos)
- c) para as condições do item B, o valor da tensão na carga do lado da baixa. Considere a alimentação do lado da alta com o valor de tensão nominal; e (2 pontos)
- d) a potência nominal resultante, se o transformador for conectado como autotransformador elevador, com relação de tensões 11 kV/13,2 kV. (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2020

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um alternador trifásico de ímãs permanentes, com 32 polos, é acionado por uma pequena turbina eólica em rotação variável, na faixa de 120 a 360 RPM. Operando em vazio, a tensão gerada nos seus terminais é 400 V quando a frequência produzida é 60 Hz. Nessa frequência, a impedância síncrona vale  $(0,2 + j1,2) \Omega/\text{fase}$ . A capacidade de corrente nominal do enrolamento do estator, conectado em estrela, é de 75 A.

Sendo a excitação provida por ímãs permanentes, a topologia do rotor pode ser considerada de polos lisos. A saída do gerador será retificada por ponte de diodos, de forma que o fator de potência da carga pode ser considerado igual a 0,951 indutivo em qualquer condição de operação.

Com base nas informações apresentadas, determine:

- a) as frequências geradas quando o alternador estiver operando nos limites da faixa de rotações especificada; (1 ponto)
- b) a tensão nos terminais do gerador em carga nominal, bem como as potências resultantes, quando o mesmo operar nos limites da faixa de rotações; e (4 pontos)
- c) a tensão em carga e a potência de saída, gerando em 60 Hz, para correntes de armadura com valores 50 e 100% do valor nominal e o rendimento do gerador nessas duas condições. (3 pontos)

Continuação da 2ª questão

### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor assíncrono trifásico com rotor bobinado, de 14 polos, aplicado no acionamento de um britador, tem os seguintes dados de placa:

Potência nominal: 470 kW  
Rotação em carga nominal: 507 RPM  
Tensão do estator: 440 V  
Frequência: 60 Hz  
Tensão rotórica: 620 V  
Corrente rotórica nominal: 460 A

De acordo com as informações apresentadas e sabendo que o circuito do rotor é conectado a um reostato de partida e escorregamento com variação contínua da resistência, determine:

- a) a rotação síncrona e o escorregamento nominal do motor em questão; (1 ponto)
- b) o valor ôhmico por fase do reostato rotórico para que o motor desenvolva o torque nominal na partida. Determine a potência total dissipada no reostato nessa condição; e (3 pontos)
- c) a rotação, a potência mecânica no eixo e a tensão rotórica quando o valor do reostato for ajustado para um valor ôhmico igual a 0,25 do valor ajustado na partida e a potência dissipada no reostato, considerando que a carga impõe ao motor um torque ativo constante e igual ao nominal. (4 pontos)

Continuação da 3ª questão

#### 4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um indutor é construído com núcleo toroidal sinterizado de material ferromagnético linear de permeabilidade relativa  $\mu_r = 2500$ . A perda específica desse material, medida a 1 T e 50 Hz, é de 0,23 W/kg, com predominância absoluta da componente de perda Foucault (ou perda por correntes parasitas). O toróide tem os diâmetros externo e interno com 250 e 200 mm, respectivamente, e altura igual a 25mm. A bobina, alojada ao longo de toda a circunferência do toróide, possui 300 espiras.

Dados:

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

Densidade do material do núcleo:  $\rho = 7.800$  kg/m<sup>3</sup>

De acordo com as informações apresentadas, determine:

- a) a densidade de fluxo no núcleo toroidal para alimentação da bobina em corrente contínua com magnitude de 1,2 A; (2 pontos)
- b) a indutância da bobina; (2 pontos)
- c) a tensão alternada, em valor eficaz e sob frequência de 400 Hz, necessária para impor no núcleo a mesma densidade de fluxo do item A e a corrente eficaz absorvida da fonte de alimentação; e (2 pontos)
- d) a potência de perdas no núcleo para a condição de alimentação do item C. (2 pontos)



Continuação da 4ª questão

**5ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um retificador não controlado é constituído de uma ponte de diodos de onda completa de 6 pulsos (ponte de Graetz). A alimentação é provida em tensão de linha de 440 V e 60 Hz. A carga suprida pela ponte tem elevada indutância e consome corrente de 250 A.

Sendo assim, de acordo com os dados apresentados acima, faça o que se pede nos itens a seguir:

a) esboce a configuração da ponte retificadora e a sequência de acionamento de cada diodo; (1 ponto)

b) esboce a forma da onda da tensão na carga, indicando os períodos de condução de cada diodo; e (4 pontos)

c) determine a tensão média retificada na carga e a corrente alternada eficaz absorvida da fonte, deduzindo as expressões correspondentes, indicando a frequência da ondulação de tensão na carga. (3 pontos)

**Continuação da 5ª questão**

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Levando em consideração um motor trifásico de 10 kW com fator de potência 0,8 indutivo e um outro motor, também trifásico, de 15 kVA e fator de potência 0.85 indutivo alimentados em 440 V, supondo que as fases A, B e C estão em sequência positiva com VAB de  $440 / \underline{\quad}^{\circ}$  V, determine:

- a) as correntes de cada uma das cargas e a corrente total; (4 pontos)
- b) as potências ativa, reativa, aparente e o fator de potência do conjunto; e (2 pontos)
- c) o valor do banco de capacitores ( kVAR e em  $\mu$ F), ligados em estrela, para corrigir o fator de potência do conjunto para 0,92. (2 pontos)

Continuação da 6ª questão

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Para uma carga trifásica desequilibrada ligada em triângulo, com os seguintes valores:

$$Z_{AB} = -j10\Omega, \quad Z_{BC} = 10\Omega \text{ e } Z_{CA} = 10j\Omega$$

Considerando que as fases A, B e C estão em sequência positiva com  $V_{AB}$  de  $220 / \underline{0^\circ}$  V, determine:

- a) as correntes da carga (fase e linha); (3 pontos)
- b) a medição de dois watímetros ligados na carga, um com a bobina de tensão entre as fases A e B e a de corrente na fase A, e o outro com a bobina de tensão entre as fases C e B e a de corrente na fase C; e (3 pontos)
- c) qual será o consumo anual de energia ativa se essa carga ficar ligada 8 h por dia. (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2020

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um sistema de proteção com relés de sequência zero e negativa foi alimentado com os seguintes valores de corrente:

$$I_a = 100 \angle 0^\circ \text{ A}, I_b = 120 \angle -90^\circ \text{ A} \text{ e } I_c = 20 \angle 90^\circ \text{ A}$$

Sendo assim, determine:

a) se o relé de sequência zero irá atuar para essa situação, e se ele foi calibrado para atuar com um valor acima de 10% da corrente nominal do circuito, que é de 100 A; e (4 pontos)

b) para essa mesma situação, se um relé de sequência negativa calibrado irá atuar com 20% da corrente nominal. (4 pontos)



Continuação da 8ª questão

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

Levando em consideração dois circuitos monofásico residenciais de 110 V com cargas de 1100 e 2200 VA, determine:

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

Tabela I

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

b) qual é a bitola adequada pelo critério de queda de tensão para cada circuito, consultando a tabela abaixo, sabendo que o circuito tem 10 m e a maior queda de tensão suportada é de 2%. (4 pontos)

Tabela II

Bitola cabo (mm <sup>2</sup> )	Queda de Tensão Unitária em V/(A km) - cos $\phi_i = 0,95$	
	Modo de Instalação B	
	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

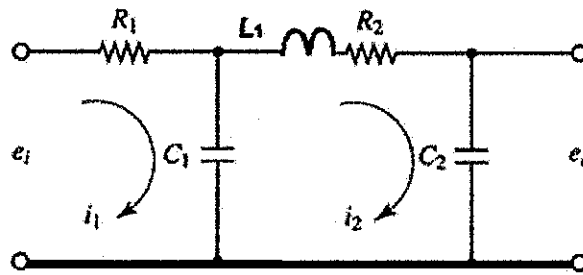
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2020

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe o circuito abaixo:



Considerando que no circuito os capacitores e indutores não foram carregados inicialmente, determine:

- qual é a função de transferência  $\frac{e_o(s)}{e_i(s)}$ ; e (6 pontos)
- quantos são os números de polos e zeros do sistema. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2020

## TABELA DE SENO E COSSENO

angulo(o)	seno	cosseño		ângulo(o)	seno	cosseño
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				