

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2018)

**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 na 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 DE RÉGUA SIMPLES.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE <sub>ns</sub> M
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2018					
	NOME DO CANDIDATO:					
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA	
			000 A 100			

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

**1ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um transformador trifásico de subestação abaixadora tem os seguintes dados nominais:

Potência trifásica: 20/25 MVA  
Método de resfriamento: ONAN/ONAF  
Tensão do lado da alta: 88 kV  
Tensão do lado da baixa: 13,2 kV  
Grupo de ligação: YNd1  
Impedância equivalente: 6%/7,5%

Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Determine as correntes nominais primária e secundária, em amperes, para ambos os métodos de resfriamento. (1 ponto)
- b) Determine o módulo das correntes na linha de alta tensão, em kA, para os dois modos de resfriamento, quando há ocorrência de uma falha no lado da baixa tensão do tipo curto circuito trifásico franco. (2 pontos)
- c) Determine a tensão secundária aproximada para carga puramente indutiva aplicada ao secundário, com valor de 60% da carga nominal, quando operando no modo ONAF. Justifique por qual razão não é possível a determinação exata dessa tensão. (3 pontos)
- d) Represente o diagrama fasorial das tensões de fase e de linha primária e secundária e determine a defasagem introduzida pela ligação YNd1. Descreva sucintamente os métodos de resfriamento ONAN e ONAF com os quais esse transformador pode operar. (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

**Continuação da 1ª questão**

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um hidrogerador de PCH com 22 polos salientes opera em paralelo com a rede elétrica de 60 Hz e tem os seguintes dados nominais:

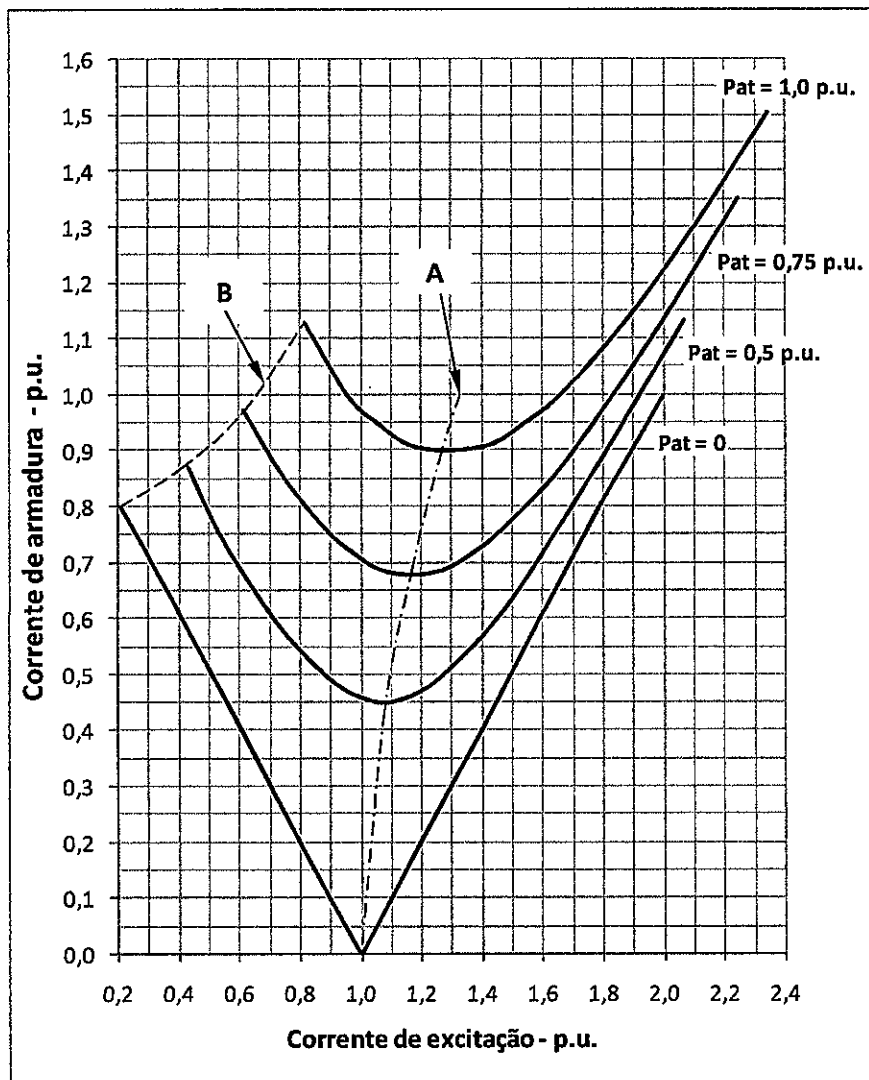
Potência: 4 MVA

Tensão: 2,3 kV - ligação Y

Fator de potência: 0,9

Corrente de excitação: 140 Acc

As curvas "V" do gerador estão apresentadas na figura a seguir. A corrente de excitação com valor igual a 1,0 p.u. corresponde à condição de flutuação do gerador na rede. A reatância síncrona de Eixo Direto vale 1,15 p.u.



a) Determine a corrente de excitação em amperes, bem como as potências aparente e reativa, na condição do limite de estabilidade estático, quando o gerador fornece 2,7 MW para a rede. (2 pontos)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2018

### Continuação da 2ª questão

- b) Determine a tensão nos terminais do gerador quando, a partir da condição nominal, há a ocorrência de uma rejeição total de carga. Considere o circuito magnético da máquina linear. (2 pontos)
- c) Determine o valor da corrente de excitação, em amperes, para o gerador operar com fator de potência unitário na condição de meia carga. (2 pontos)
- d) Determine a corrente permanente de curto circuito trifásico, para o caso de tal defeito ocorrer a partir da condição de carga nominal. Descreva o significado das linhas tracejadas A e B no gráfico das curvas "V". (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão



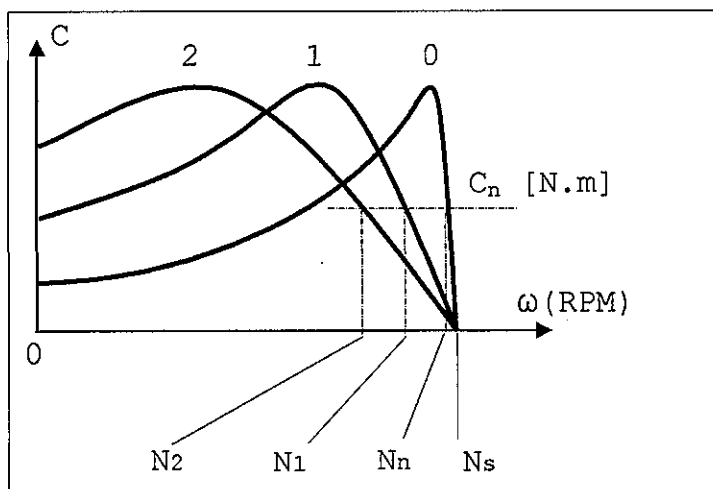
### 3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor assíncrono trifásico de rotor bobinado tem os seguintes dados de placa:

Potência = 450 kW-Nº, de polos = 14; Tensão = 440 V; Frequência = 60 Hz; e Tensão rotórica = 550 V. As perdas no estator podem ser desprezadas.

As curvas características, representadas pela figura abaixo, correspondem às seguintes situações:

Curva "0": rotor em curto circuito e resistência interna do rotor = " $R_r$ "; Curva "1": resistência rotórica externa = " $R_1$ "; e Curva "2": Resistência rotórica externa = " $R_2$ ".



Sendo assim, faça o que se pede.

- Determine as rotações  $N_s$  e  $N_n$ , em RPM, sabendo que o escorregamento nominal do motor vale 0,85%. (2 pontos)
- Calcule o torque nominal do motor, em N.m, e a corrente rotórica nominal em A. Determine a tensão do rotor na situação da curva "0". (2 pontos)
- Determine a resistência externa a ser inserida no circuito do rotor, em relação à resistência interna desse motor, de modo que a rotação  $N_1$  corresponda a um escorregamento de 15%. (2 pontos)
- Determine a frequência rotórica e a potência mecânica no eixo quando a resistência  $R_2$  é igual ao dobro de  $R_1$ . (2 pontos)

Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

#### 4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um atuador eletromecânico rotativo, construído com núcleo de material ferromagnético de elevada permeabilidade ( $\mu_{FE} \gg \mu_0$ ), é excitado em corrente contínua. A geometria do dispositivo é mostrada na figura a seguir, onde:

Nº de espiras da bobina:  $N = 900$  esp;

Raio do rotor:  $R = 50$ mm;

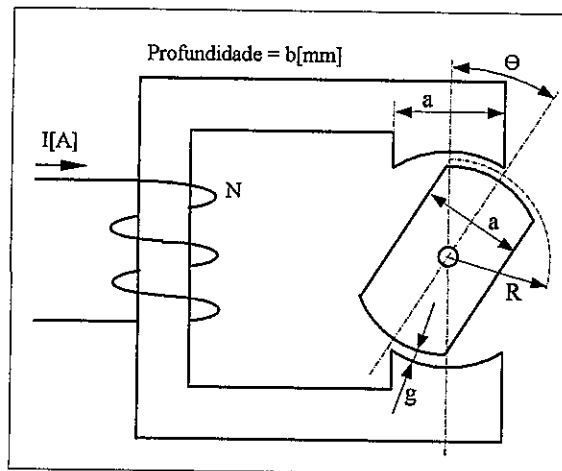
Dimensão do entreferro:  $g = 2$ mm;

Largura do núcleo:  $a = 40$  mm;

Profundidade do núcleo:  $b = 100$  mm;

Corrente de excitação:  $I$  [A]; e

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



Sendo assim, faça o que se pede.

- Deduz uma equação literal para o torque mecânico produzido pelo atuador, em função dos parâmetros geométricos e da corrente de excitação. Desconsidere qualquer espraiamento ou dispersão de fluxo magnético. (2 pontos)
- Determine a magnitude do torque mecânico, em N.m, para corrente de excitação igual a 5 A. Estabeleça a faixa de ângulos do rotor em que esse torque se manifesta. (2 pontos)
- Determine o valor da densidade de fluxo magnético no entreferro, para  $\theta = 0^\circ$  e corrente de 5 A. (2 pontos)
- Determine o valor da indutância da bobina e da energia magnética armazenada no sistema, para a condição apresentada no item anterior (c). Identifique a região do dispositivo onde essa energia fica acumulada. (2 pontos)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

### 5ª QUESTÃO (8 pontos)

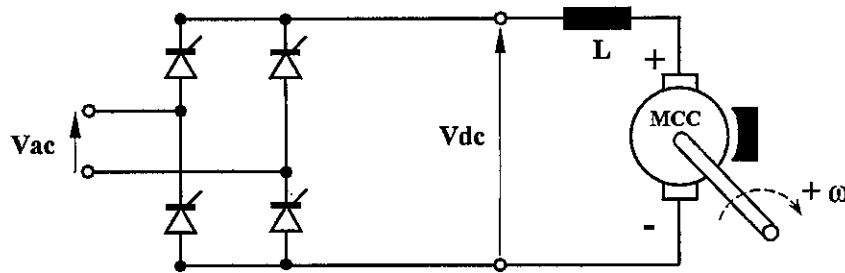
Uma máquina de corrente contínua de ímãs permanentes é conectada a um retificador monofásico controlado, composto de uma ponte de tiristores de onda completa. Considere para o sistema esquematizado na figura abaixo, os seguintes dados:

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

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

Resistência de armadura da máquina CC: 0,3  $\Omega$ .

Considere ainda que a indutância em série com a máquina garante condução contínua em qualquer situação de disparo dos tiristores e que a polaridade da tensão nos terminais da máquina está diretamente associada ao sentido de rotação de seu eixo, indicado na figura.



Sendo assim, faça o que se pede.

- Esboce a forma de onda da tensão nos terminais da máquina, considerando o ângulo de disparo dos tiristores igual a  $45^\circ$ . (2 pontos)
- Descreva os modos de operação do retificador e da máquina CC na condição apresentada no item anterior (a). Determine a rotação em vazio da máquina (eixo livre) nessa mesma condição, bem como seu sentido. (2 pontos)
- Determine o modo de operação do retificador e da máquina CC quando o ângulo de disparo dos tiristores for ajustado para  $100^\circ$ . Esboce a forma de onda da tensão nos terminais. (2 pontos)
- Na condição do item C, determine o valor e o sentido de rotação do eixo da máquina CC para que esta apresente em seu eixo um torque de 10 N.m. (2 pontos)

Continuação da 5ª questão



### 6ª QUESTÃO (8 pontos)

Um conjunto de 3 motores trifásicos é alimentado, por meio de um circuito trifásico único em 440 V, por cabos unipolares de cobre e isolação de EPR instalados em trifólio, conforme os dados da tabela a seguir.

Equipamento	Potência Mecânica (CV)	Rendimento	Fator de potência
Motor 1	50	0,9	0,85
Motor 2	100	0,9	0,85
Motor 2	150	0,9	0,85

Dados:

1 CV = 736 W;

Fator de agrupamento de circuitos = 1; e

Fator de correção térmica = 1.

As tabelas 2 e 3 a seguir se referem à capacidade de corrente dos cabos e à queda de tensão.

Sendo assim, determine:

- as correntes e as potências ativa, reativa e aparente de todos os motores e do conjunto; (4 pontos);
- a bitola do cabo pelo critério de corrente; (2 pontos)
- a bitola do cabo pelo critério de tensão para uma queda de tensão máxima de 3% sabendo que o circuito de alimentação tem 100 m. (2 pontos)

Continuação da 6ª questão

Tabela 2

TABELA - (\*) CAPACIDADES DE CONDUÇÃO DE CORRENTE, EM AMPÈRES, PARA OS MÉTODOS DE REFERÊNCIA E, F, G DA TABELA 1 CABOS ISOLADOS EM TERMOFIXO, CONDUTOR DE COBRE.

- • Cabos Voltalene, Eprotenax, Eprotenax Gsette e Afumex 0,6/1kV;
- Temperatura no condutor: 90 °C;
- Temperatura ambiente: 30 °C.

seções nominais  (mm²)	métodos de instalação definidos na tabela 1							
	cabos multipolares		cabos unipolares ou condutores isolados					
	E cabos bipolares	E cabos tripolares e tetrapolares	F 2 condutores isolados ou 2 cabos unipolares	F condutores isolados ou cabos unipolares am trifélio	F 3 cabos unipolares ou 3 condutores isolados contíguos	G espaçados horizontalmente	G espaçados verticalmente	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
0,5		13	12	13	10	10	15	12
0,75		17	15	17	13	14	19	16
1		21	18	21	16	17	23	19
1,5		26	23	27	21	22	30	25
2,5		36	32	37	29	30	41	35
4		49	42	50	40	42	56	48
6		63	54	65	53	55	73	63
10		86	75	90	74	77	101	88
16		115	100	121	101	105	137	120
25		149	127	161	135	141	182	161
35		185	158	200	169	176	226	201
50		225	192	242	207	216	275	246
70		289	246	310	268	279	353	318
95		352	298	377	328	342	430	389
120		410	346	437	383	400	500	454
150		473	399	504	444	464	577	527
185		542	456	575	510	533	661	605
240		641	538	679	607	634	781	719
300		741	621	783	703	736	902	833
400		892	745	940	823	868	1085	1008
500		1030	859	1083	946	998	1253	1169
630		1196	995	1254	1088	1151	1454	1362
800		1396	1159	1460	1252	1328	1696	1595
1000		1613	1336	1683	1420	1511	1958	1849

(\*) De acordo com a tabela 39 da NBR 5410/2004.

Tabela 3

**QUEDA DE TENSÃO**

**TABELA - QUEDA DE TENSÃO EM V/A. km  
CABO EPROTEXAX, CABO EPROTEXAX GSETTE E AFUMEX 0,6/1kV**

➤ Cabo Eprotenax, Cabo Eprotenax Gsette e Afumex 0,6/1kV.

seções nominais (mm <sup>2</sup> )	instalação ao ar livre <sup>(C)</sup>																	
	cabos unipolares <sup>(D)</sup>						cabos uni e bipolares						cabos tri e tetrapolares					
	circuito monofásico			circuito trifásico			circuito trifásico <sup>(E)</sup>		circuito monofásico <sup>(E)</sup>		circuito trifásico		circuito trifásico		circuito trifásico		circuito trifásico	
	s=10cm		s=20cm		s=2D		s=10cm		s=20cm		s=2D		FP-0,8 FP-0,95		FP-0,8 FP-0,95		FP-0,8 FP-0,95	
1,5	23,8	28,0	23,9	28,0	23,6	27,9	20,7	24,3	20,5	24,1	20,4	24,1	20,4	24,1	23,5	27,8	20,3	24,1
2,5	14,9	17,4	15,0	17,5	14,7	17,3	12,9	15,1	13,0	15,1	12,8	15,0	12,7	15,0	14,6	17,3	12,7	15,0
4	9,4	10,9	9,5	10,9	9,2	10,8	8,2	9,5	8,2	9,5	8,0	9,4	7,9	9,3	9,1	10,8	7,9	9,3
6	6,4	7,3	6,4	7,3	6,2	7,2	5,5	6,3	5,6	6,3	5,4	6,2	5,3	6,2	6,1	7,1	5,3	6,2
10	3,9	4,4	4,0	4,4	3,7	4,3	3,4	3,8	3,5	3,8	3,3	3,7	3,2	3,7	3,6	4,2	3,2	3,7
16	2,58	2,83	2,64	2,86	2,42	2,74	2,25	2,46	2,31	2,48	2,12	2,39	2,05	2,35	2,34	2,70	2,03	2,34
25	1,74	1,85	1,81	1,88	1,61	1,77	1,53	1,61	1,58	1,64	1,41	1,55	1,34	1,51	1,52	1,73	1,32	1,50
35	1,34	1,37	1,40	1,41	1,21	1,30	1,18	1,20	1,23	1,23	1,06	1,14	0,99	1,10	1,15	1,26	0,98	1,09
50	1,06	1,05	1,12	1,09	0,94	0,99	0,94	0,92	0,99	0,95	0,83	0,87	0,76	0,83	0,86	0,95	0,75	0,82
70	0,81	0,77	0,88	0,80	0,70	0,71	0,72	0,68	0,78	0,70	0,63	0,63	0,56	0,59	0,63	0,67	0,54	0,58
95	0,66	0,59	0,72	0,62	0,56	0,54	0,59	0,52	0,64	0,55	0,50	0,48	0,43	0,44	0,48	0,50	0,42	0,44
120	0,57	0,49	0,63	0,53	0,48	0,45	0,51	0,44	0,56	0,46	0,43	0,40	0,36	0,36	0,40	0,41	0,35	0,35
150	0,50	0,42	0,57	0,46	0,42	0,38	0,45	0,38	0,51	0,41	0,39	0,34	0,32	0,31	0,35	0,35	0,30	0,30
185	0,44	0,36	0,51	0,39	0,38	0,32	0,40	0,32	0,46	0,35	0,34	0,29	0,27	0,26	0,30	0,29	0,26	0,25
240	0,39	0,30	0,45	0,33	0,33	0,27	0,35	0,27	0,41	0,30	0,30	0,24	0,23	0,21	0,26	0,24	0,22	0,21
300	0,35	0,26	0,41	0,29	0,30	0,24	0,32	0,24	0,37	0,26	0,28	0,21	0,21	0,18	0,23	0,20	0,20	0,18
400	0,31	0,23	0,38	0,26	0,27	0,21	0,29	0,21	0,34	0,23	0,25	0,19	0,19	0,16	—	—	—	—
500	0,28	0,20	0,34	0,23	0,25	0,18	0,26	0,18	0,32	0,21	0,24	0,17	0,17	0,14	—	—	—	—
630	0,26	0,17	0,32	0,21	0,24	0,16	0,24	0,16	0,29	0,19	0,22	0,15	0,16	0,12	—	—	—	—
800	0,23	0,15	0,29	0,18	0,22	0,15	0,22	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,15	0,11	—	—	—	—
1000	0,21	0,14	0,27	0,17	0,21	0,14	0,21	0,13	0,25	0,16	0,20	0,13	0,14	0,10	—	—	—	—

**NOTAS:**

- A) Os valores da tabela admitem uma temperatura no condutor de 90 °C;
- B) Válido para instalação em eletroduto não-magnético e diretamente enterrado;
- C) Aplicável a fixação direta a parede ou teto, ou eletrocalha aberta, ventilada ou fechada, espaço de construção, bandeja, prateleira, suportes e sobre isoladores.

Continuação da 6ª questão

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere as correntes de um circuito a seguir.

$$I_a = 100 \text{ A}, I_b = 80 \angle -120^\circ \text{ A e } I_c = 60 \angle 120^\circ \text{ A.}$$

Dados:

$$\alpha = 1 \angle 120^\circ; \text{ e}$$

$$\alpha^2 = 1 \angle -120^\circ$$

Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Determine a corrente de sequência zero. (2 pontos)
- b) Determine a corrente de sequência negativa. (2 pontos)
- c) Um relê de sequência zero atuará se for configurado para atuar acima de 10 A? Justifique. (2 pontos)
- d) Um relê de sequência negativa atuará se for configurado para atuar acima de 20 A? Justifique. (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere um circuito trifásico, de sequência positiva em 220 V, que alimenta as cargas descritas a seguir ligadas em triângulo .

$$Z_{ab} = 100 \, \Omega, \quad Z_{bc} = 50 \, \Omega \text{ e } Z_{ca} = 100 \, \Omega$$

Sendo assim, determine:

- a) as correntes nas cargas e nas linhas; (6 pontos)
- b) as potências ativas, reativas e aparentes totais da carga. (2 pontos)

Continuação da 8ª questão



**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere um sistema de controle descrito pela equação diferencial a seguir.

$$\frac{dy^2}{dt^2} + 5\frac{dy}{dt} + 6y = \frac{dx}{dt}$$

Sendo assim, faça o que se pede.

- a) Determine a função de transferência do sistema. (4 pontos)
- b) Determine o valor dos polos e zeros e desenhe o mapa deles no plano de estado. (1 ponto)
- c) Determine se o sistema é estável ou instável. (1 ponto)
- d) Qual é a resposta no domínio do tempo para uma entrada em degrau unitário? (2 pontos)

Continuação da 9ª questão

**10ª QUESTÃO (8 pontos)**

Em uma indústria há as seguintes cargas trifásicas ligadas a um mesmo ponto de alimentação em 440 V, com dados descritos a seguir:

Motor de Indução - Potência mecânica igual a 20 CV, rendimento igual a 0,9 e fator de potência igual a 0,85.

Forno Elétrico Resistivo - Potência elétrica de 10 kW e fator de potência igual a 1.

Dado:

1 CV = 736 W

Sendo assim, determine:

- a) as potências ativa, aparente e reativa do conjunto, (3 pontos)
- b) a corrente de cada carga e a do conjunto, (3 pontos)
- c) o valor do banco de capacitores, em kVAr, para que se corrija o fator de potência do conjunto para 0,95. (2 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2018

Continuação da 10ª questão

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				