

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2014)

ENGENHARIA ELÉTRICA

PROVA ESCRITA DISCURSIVA
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 PERMITIDO O USO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

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

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO: CP-CEM/2014
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA			USO DA DE _{EnsM}
				000 A 080			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um transformador monofásico de distribuição, com potência nominal de 150kVA e tensões nominais de 13,8kV/220V, apresenta as seguintes características:

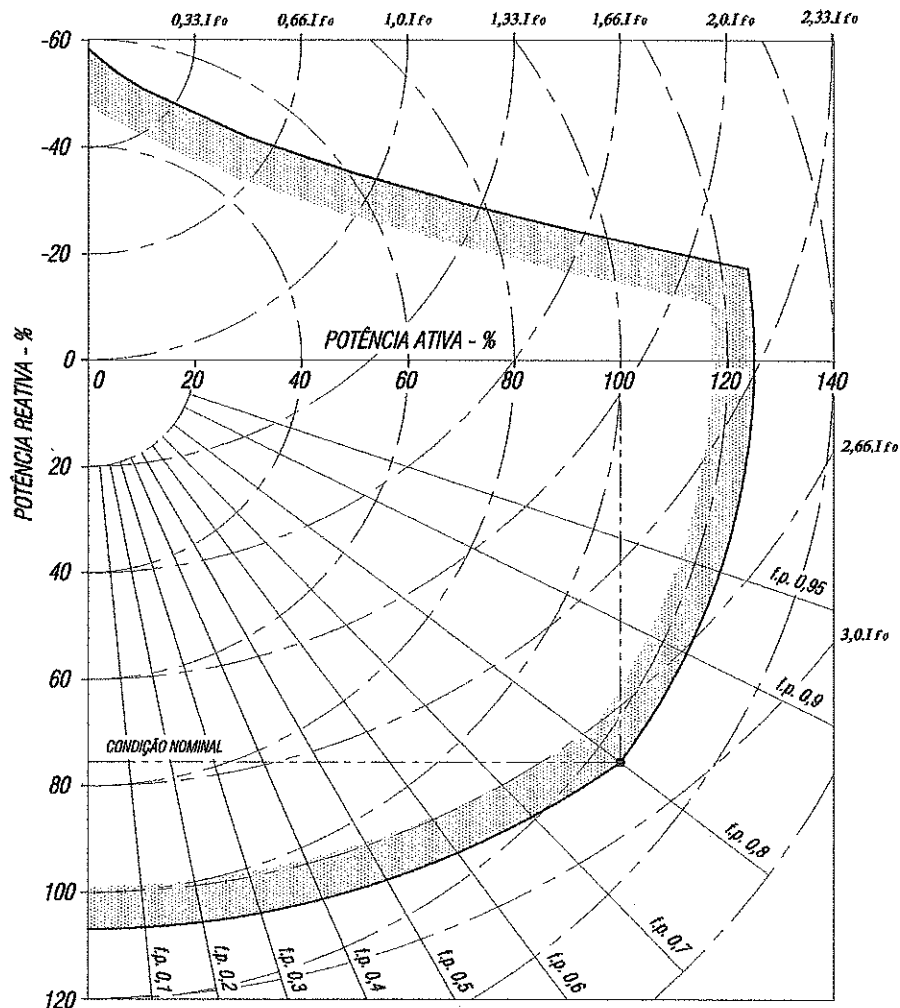
- regulação de tensão de 4% e rendimento de 97%, quando operando em carga nominal sob fator de potência 0,8 indutivo; e
 - perdas em vazio de 1% e fator de potência em vazio igual a 0,22.
- A) Determine a impedância equivalente complexa do transformador, em valor por unidade. (2 pontos)
- B) Determine a reatância de magnetização do referido transformador, em valor por unidade. (2 pontos)
- C) Calcule o valor numérico das impedâncias dos itens A e B, em ohms, com os valores referidos à baixa e à alta tensão. (2 pontos)
- D) Suponha que dois transformadores iguais ao do enunciado são ligados a uma linha trifásica na conexão Triângulo Aberto ou Delta Aberto, alimentando uma carga trifásica equilibrada. Sendo assim, calcule a máxima potência de carga que pode ser alimentada com essa montagem. (2 pontos)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe o gráfico a seguir.



Um turbo-gerador de 2 polos, 30 MVA, 17 kV - $\cos\phi = 0,8$, tem seu diagrama de capacidade apresentado acima, na qual a grandeza I_{fo} é a corrente de excitação requerida para gerar, no estator, a tensão nominal em vazio. Sendo assim:

- elabore o circuito equivalente por fase para a máquina síncrona. (2 pontos)
- indique, no diagrama de capacidade, os limites de operação da máquina síncrona e explique o seu significado. (2 pontos)
- desenhe o diagrama fasorial da máquina síncrona superposto ao seu diagrama de capacidade. (2 pontos)
- determine a reatância síncrona do gerador (em p.u.) e o ângulo de carga. Interpole os valores necessários no diagrama. (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor de indução trifásico com rotor de gaiola tem os seguintes dados nominais:

potência = 370 kW;

rotação = 890 RPM;

tensão = 690 V;

frequência = 60 Hz;

razão entre o torque máximo e o torque nominal, $T_{max}/T_{nom} = 2,2$.

Tal motor é alimentado através de um conversor de frequência estático, com controle escalar, podendo trabalhar nos modos de operação a torque constante e à potência constantes.

- a) Determine o número de polos, a rotação síncrona e o escorregamento nominal do motor para alimentação sob 60 Hz. Calcule a frequência no circuito do rotor na condição de carga nominal. (1 ponto)
- b) Determine os limites de tensão e frequência de alimentação que caracterizam os modos de operação a torque constante e à potência constante. Indique como é a relação entre essas grandezas de alimentação nas duas faixas operacionais. Calcule a máxima frequência de operação desse motor no modo à potência constante. Esquematize em um gráfico os comportamentos da tensão, da corrente absorvida pelo estator, do torque no eixo e da potência mecânica em função da frequência. (3 pontos)
- c) Determine a frequência e a tensão de alimentação, bem como a potência mecânica disponível quando o motor operar com rotação no eixo de 400 RPM. (2 pontos)
- d) Determine a frequência e a tensão de alimentação, bem como a potência mecânica disponível quando o motor operar com rotação no eixo de 1300 RPM. (2 pontos)

Continuação da 3ª questão

Continuação da 3ª questão

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Duas barras de cobre paralelas, com diâmetro de 25mm e comprimento de 10m, afastadas entre si por 20cm, conduzem alimentação para uma célula de eletrólise, a partir de um retificador com tensão nominal 100Vcc. A corrente nominal de operação do sistema é de 2,5kA.

Dados adicionais:

Resistência interna do retificador = $1200\mu\Omega$

Resistividade do cobre = $1,72 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot m$

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

- a) Determine a densidade de corrente e as perdas por condução nas barras, na condição de operação normal. (1 ponto)
- b) Determine a corrente de curto-circuito resultante no caso de falha interna na célula de eletrólise. (1 ponto)
- c) Determine a força mecânica, por metro de comprimento, a que ficam submetidas as barras de cobre no curto circuito. Indique se essa força provoca atração ou repulsão entre as barras. (2 pontos)
- d) Esboce a distribuição de campo magnético que se estabelece no espaço do entorno das barras. (2 pontos)
- e) Calcule a magnitude do campo magnético resultante num ponto localizado no plano das barras, na posição central entre elas, quando da ocorrência do curto circuito. (2 pontos)

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor de corrente contínua de excitação independente tem os seguintes dados nominais:

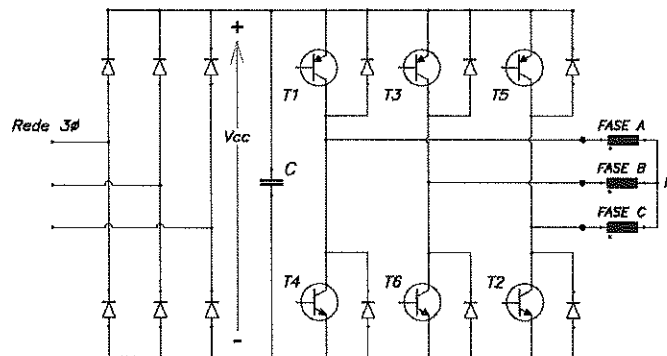
potência útil nominal no eixo = 50 kW
rotação nominal em carga = 1500 RPM
tensão nominal de armadura = 400 Vcc
corrente nominal em carga = 140 A
resistência de armadura: $R_a = 0,18 \text{ Ohm}$
perdas rotacionais em vazio = 2,5 kW

- a) Determine, em RPM, a velocidade em vazio do motor (com o eixo livre) para alimentação da armadura com tensão de 400 Vcc e corrente de excitação plena. (2 pontos)
- b) Determine a constante de força eletromotriz real, em unidades do Sistema Internacional. (1,5 pontos)
- c) Determine a constante de torque real, em unidades do S.I., Compare com o valor do item B e justifique. (1,5 pontos)
- d) Considerando uma redução da corrente de excitação para metade do valor original, e admitindo o circuito magnético do motor como linear, calcule a nova rotação nominal em carga. Determine o novo torque de carga admissível nessa situação. (3 pontos)

Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

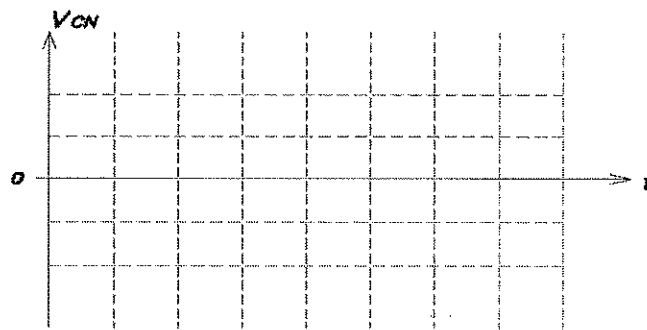
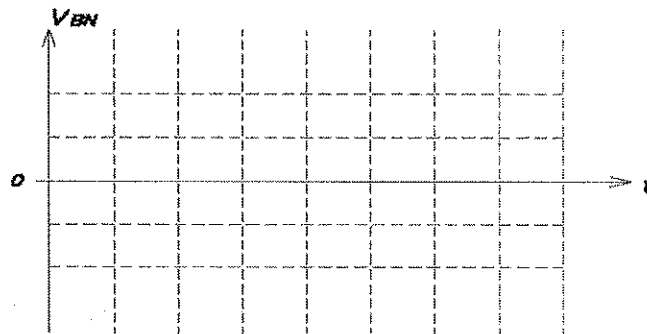
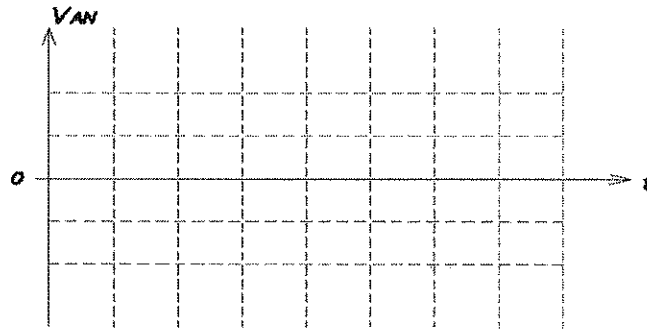
Observe a figura a seguir.



O esquema de potência de um conversor estático de frequência para alimentação de um motor de indução é apresentado na figura acima. A tensão da linha de alimentação trifásica tem valor eficaz de 220V e 60 Hz. Sendo assim:

- Qual é a função do capacitor no elo C.C. e a função dos diodos em paralelo com os transistores no estágio inversor? (2 pontos)
- Calcule o valor da tensão retificada no elo C.C. (1 ponto)
- Descreva quais chaves (transistores T1 a T6) conduzem simultaneamente, em cada intervalo de condução, de modo a sintetizar uma tensão alternada trifásica nos terminais do motor. (2 pontos)
- Represente, nos gráficos a seguir, a forma de onda das tensões de fase sintetizadas pelo inversor, ao longo dos intervalos de condução das chaves. Considerando cada intervalo de condução com duração de 4,2 ms, determine a frequência da tensão sintetizada pelo inversor. Calcule o valor de pico da tensão de fase gerada. (3 pontos)

Continuação da 6ª questão

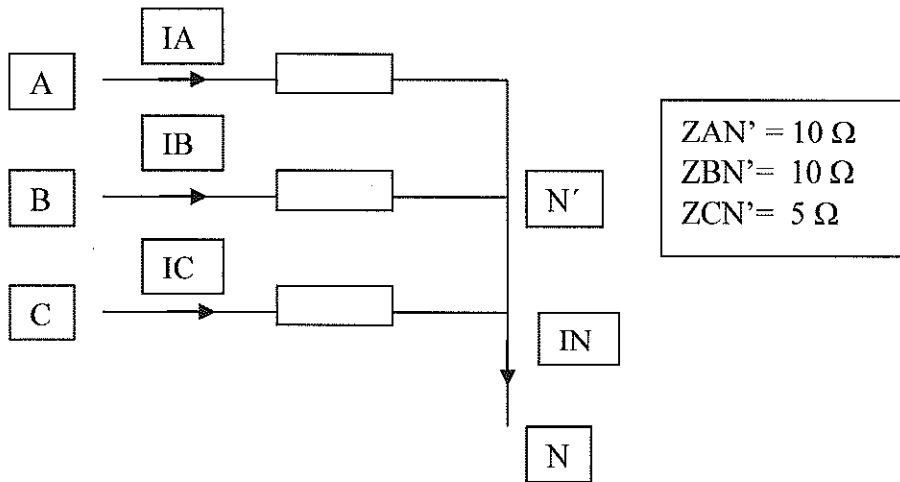


Continuação da 6ª questão

7ª QUESTÃO (8 pontos)

No circuito da figura abaixo, aplica-se uma tensão trifásica simétrica e equilibrada de sequência positiva, com $V_{AN} = 100/0^\circ$ V.

- a) Determine as correntes I_A , I_B e I_C . (3 pontos)
- b) Determine a corrente I_N . (2 pontos)
- c) Determine as potências aparente, ativa e reativa totais da carga. (3 pontos)



Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um cabo de cobre, com isolante de EPR, modo C de instalação e com condutores isolados em trifólio. Considere ainda que um circuito tem 30 m de comprimento e alimenta uma carga trifásica de 50 kW, com fator de potência 0,9 e alimentado em 440 V. Sendo assim, utilizando as tabelas abaixo, determine:

- a corrente de carga. (2 pontos)
- a seção do cabo adequada para atender aos critérios de corrente (fator de agrupamento igual a 1 e temperatura ambiente de 30° C). (2 pontos)
- a seção do cabo adequada para atender ao critério de queda máxima de tensão de 2% (cabo Cu, EPR, modo C de instalação, condutores isolados em trifólio) e também o critério de corrente. (4 pontos)

Seção (mm ²)	Queda de Tensão Unitária(V / A km)	
	Trifásico – 3 condutores isolados em trifólio	
	Fator de potência 0,8	Fator de potência 0,95
6	5,25	6,14
10	3,17	3,67
16	2,03	2,33
25	1,33	1,49

Seção (mm ²)	Capacidade de Corrente (A)	
	Modo de Instalação C	
	2 condutores	3 condutores
6	58	52
10	80	71
16	107	96
25	138	119

Continuação da 8ª questão

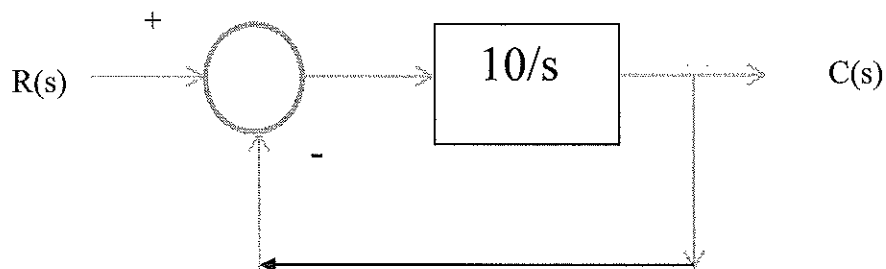
9ª QUESTÃO (8 pontos)

Desenhe os diagramas de comando e de força de um conjunto de 3 motores que acionam uma ponte rolante nos seus seis movimentos básicos, de modo que essa ponte seja comandada por uma botoeira com 6 botões, sem contatos de selo, não sendo permitido o funcionamento simultâneo dos motores.

Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o sistema de controle representado pela figura abaixo:



Determine:

- a função de transferência do sistema. (4 pontos)
- a resposta do sistema para uma entrada de degrau unitário. (4 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-CEM/2014

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				