

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA
MARINHA (CP-CEM/2015)

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 em 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, RÉGUA SIMPLES E UMA TABELA.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DEnsM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO: CP-CEM/2015
NOME DO CANDIDATO:

Nº DA INSCRIÇÃO	DV	ESCALA DE	NOTA			USO DA DEnsM
			000 A 080			

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Um transformador trifásico tem potência nominal de 3 MVA e tensões nominais de 13,8kV/440V. Sua ligação é YNyn6 e apresenta a seguinte impedância de curto circuito: $z_{cc} = (0,02 + j0,07)$ p.u.

- a) Determine as correntes nominais dos lados AT (primário) e BT (secundário), em amperes. Informe qual a defasagem introduzida pelo transformador entre o primário e o secundário. (1 ponto)
- b) Determine o módulo e a fase da impedância equivalente por fase do transformador, em ohms/fase, referida ao lado da alta tensão (primário). (2 pontos)
- c) Para o transformador carregado com 75% de sua potência nominal no secundário, sob fator de potência 0,8 indutivo, calcule o módulo da tensão que deve ser aplicada ao lado primário para que a carga se mantenha sob tensão nominal. (4 pontos)
- d) Determine a regulação de tensão do transformador, em porcentagem, nas condições de carregamento do item C. (1 ponto)

Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Um turbo-gerador de 4 polos, 6 MVA; 6,6 kV; 60 Hz; $\cos\phi = 0,9$, tem disponíveis os resultados de teste apresentados a seguir:

I - Corrente de excitação requerida para gerar a tensão nominal em vazio, acionado a 1800 RPM = 80 Acc.

II - Corrente de excitação requerida para produzir uma corrente de curto circuito trifásico de 400 A, acionado a 1500 RPM = 50 Acc.

- a) Determine a reatância síncrona da máquina, em valor por unidade (p.u.). Justifique o procedimento. (2 pontos)
- b) Determine a corrente de excitação necessária para a máquina operando conectada ao sistema elétrico, fornecendo carga nominal com rede indutiva. (3 pontos)
- c) Desenhe o diagrama fasorial da máquina síncrona para a condição nominal. Calcule o ângulo de carga da máquina. (2 pontos)
- d) Determine a corrente de curto circuito permanente para falha trifásica nos terminais da máquina, a partir da condição de carga nominal. (1 ponto)

Continuação da 2ª questão

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Um motor assíncrono trifásico de anéis tem os seguintes dados nominais:

potência = 22 kW; rotação = 582 RPM; tensão = 380 V; frequência = 50 Hz; tensão secundária com rotor bloqueado = 270V; corrente rotórica em carga nominal = 48,5 A.

- a) Determine o número de polos e o escorregamento nominal do motor. (1 ponto)
- b) Calcule a perda joule no secundário e a resistência interna do rotor, por fase, para a condição de carga nominal. (2 pontos)
- c) Determine o valor por fase do reostato externo a ser inserido no circuito rotórico, de modo que o motor desenvolva o torque nominal em rotação de 250 RPM. (2 pontos)
- d) Nas condições do item C, calcule a potência mecânica disponível no eixo do motor, e a potência dissipada no reostato. (1 ponto)
- e) Se o motor for alimentado em rede de 60 Hz, com a mesma tensão original, determine a nova rotação do eixo para que seja desenvolvido o mesmo torque nominal anterior. Calcule a nova potência mecânica nessa condição. (2 pontos)

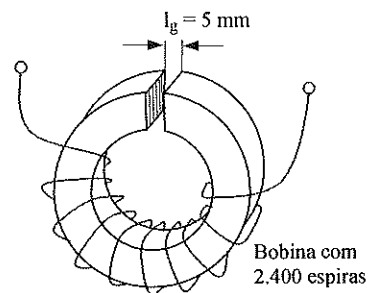
Continuação da 3ª questão

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Um reator toroidal, com núcleo de material ferromagnético laminado e dotado de entreferro, é mostrado na figura abaixo

Dados do dispositivo:

Diâmetro externo do toroide = 140 mm
Diâmetro interno do toroide = 100 mm
Espessura geométrica do núcleo = 20 mm
Entreferro = 5 mm
Fator de empilhamento das lâminas = 0,95



O material ferromagnético do núcleo tem a curva de magnetização indicada pela tabela abaixo (interpolar valores se necessário):

$B_{fe} - (Wb/m^2)$	0,40	0,60	0,80	1,0	1,2
$H_{fe} - (kA/m)$	0,45	0,90	1,27	1,98	3,05

OBS: Permeabilidade magnética do vácuo = $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ H/m. A bobina está enrolada justa em torno de todo o toroide, recobrendo inclusive o entreferro, e o reator é alimentado com 220 V; e 60 Hz.

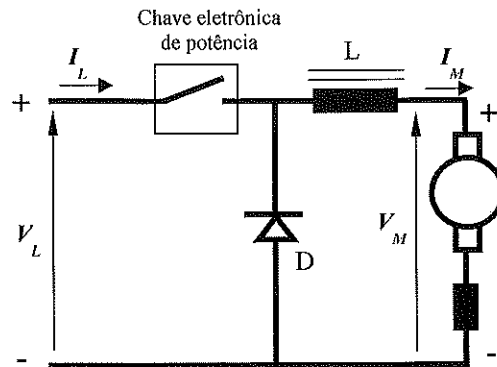
- Determine as densidades de fluxo magnético máximas no entreferro e no núcleo do reator, para a alimentação dada. (1 ponto)
- Determine a corrente de magnetização absorvida pela bobina, em valor eficaz. (2 pontos)
- Determine a indutância total do reator, e a potência reativa absorvida. (1 ponto)
- Determine a relutância magnética do entreferro, a do núcleo e a total do circuito magnético do reator. (2 pontos)
- Calcule o valor da indutância a partir das relutâncias e confronte com o valor obtido no item C. (1 ponto)
- Calcule a força mecânica nas faces do entreferro. (1 ponto)

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

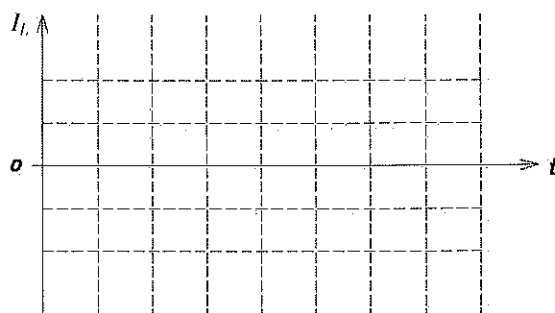
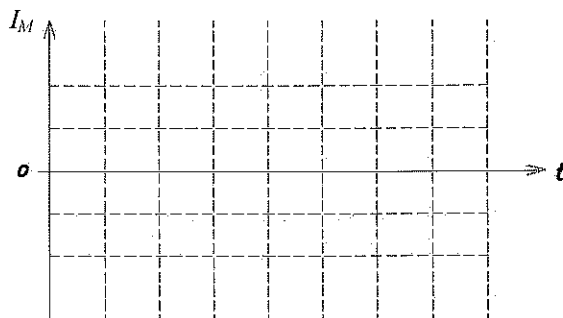
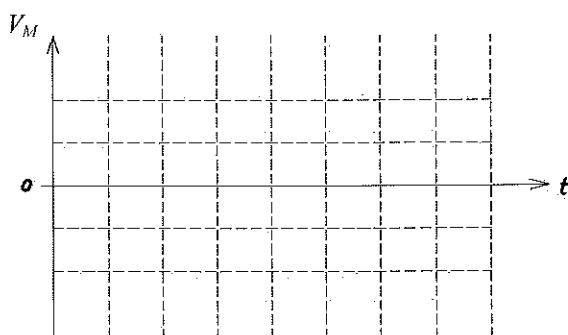
5ª QUESTÃO (8 pontos)

Um esquema de potência do recortador de tensão ("chopper"), utilizado para alimentação de motores de corrente contínua a partir de um barramento ou linha C.C., é mostrado na figura abaixo.



- Explique concisamente o funcionamento do "chopper", bem como as funções do diodo D e do indutor L na operação do mesmo. (2 pontos)
- Descreva os tipos de chaves eletrônicas utilizadas para a operação do "chopper", com suas vantagens e desvantagens. (1 ponto)
- Caracterize a variável de controle da tensão de saída do "chopper", denominada *fator de intermitência*, ou "duty-cycle". (2 pontos)
- Represente, nos gráficos abaixo, o comportamento no tempo, da tensão resultante sobre o motor, da corrente que circula por esse motor e da corrente absorvida da linha de alimentação. Considere, para tanto, um "duty-cycle" de 50%. (3 pontos)

Continuação da 5ª questão



Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Dados dois motores elétricos trifásicos de indução, alimentados em 440 V, que trabalham nas seguintes condições:

Motor 1

Potência Mecânica = 30 CV

Fator de potência = 0,8

Rendimento = 0,9

Motor 2

Potência Mecânica = 50 CV

Fator de potência = 0,85

Rendimento = 0,9

Dado: 1 CV = 736 W

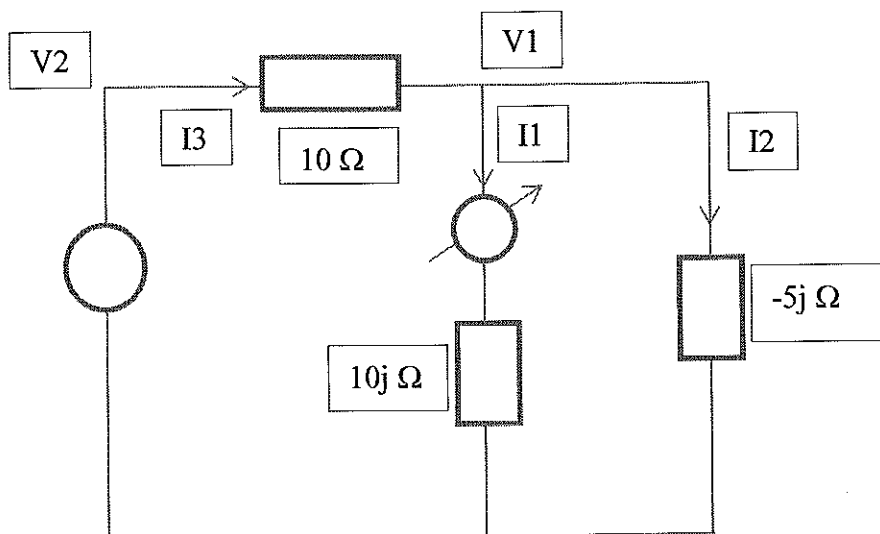
Determine:

- a) As potências ativa, reativa e aparente de cada motor. (3 pontos)
- b) As potências ativa, reativa e aparente e o fator de potência do conjunto de motores. (4 pontos)
- c) A potência reativa do banco de capacitores para corrigir o fator de potência do conjunto para 0,92. (1 ponto)

Continuação da 6ª questão

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura abaixo.



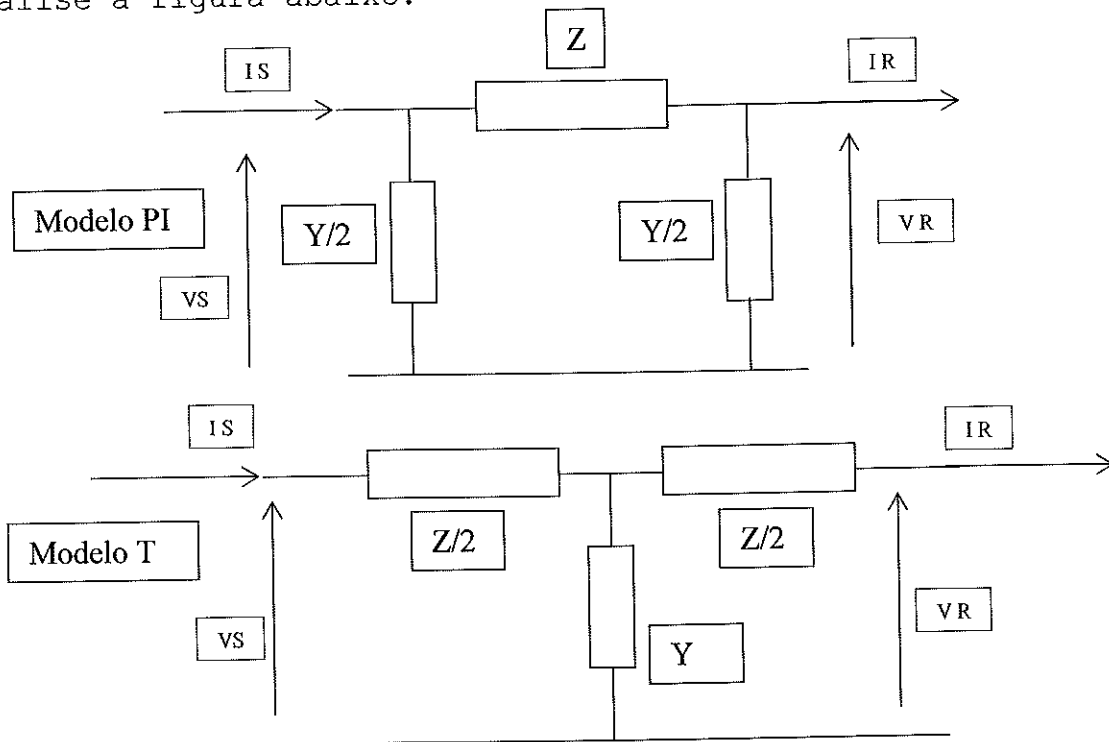
Para o circuito do diagrama apresentado na figura acima, que é alimentado por uma fonte em regime permanente senoidal em 60 Hz para as impedâncias dadas, e considerando que a corrente I_1 é de 10A, medida num amperímetro, determine:

- a) V_1 . (2 pontos)
- b) I_2 . (2 pontos)
- c) I_3 . (2 pontos)
- d) V_2 . (2 pontos)

Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise a figura abaixo.



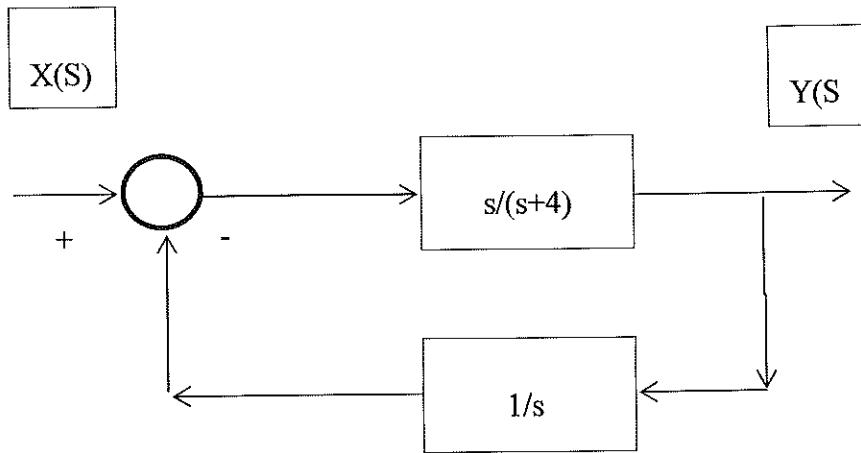
Determine os valores de A, B, C e D do modelo de quadripolos para linhas de transmissão, considerando os modelos e parâmetros (impedâncias Z e $Z/2$ e as admitâncias Y e $Y/2$) descritos nos diagramas das figuras acima.

- a) Modelo PI. (4 pontos)
- b) Modelo T. (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise figura a seguir.



Para um sistema de controle com uma função de entrada $X(s)$ e de saída $Y(s)$ representado no diagrama acima, determine:

- A função de transferência do sistema. (4 pontos)
- A resposta do sistema no domínio do tempo para uma entrada $X(s)$ de degrau unitário. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Para um motor de indução trifásico bobinado com uma partida estrela-triângulo automática, desenhe os diagramas:

- a) De força. (4 pontos)
- b) De comando. (4 pontos)

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				