

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA MARINHA  
(CP-EngNav/2012)

**ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROVA ESCRITA DISCURSIVA  
INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de 05 horas e não será prorrogada. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal, sem desgrampear nenhuma folha;
- 2- Responda as questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas da prova;
- 3- Só comece a responder a 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) desprezar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
  - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutra 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**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	ESCALA DE	<b>NOTA</b>	<b>USO DA DEnsM</b>
	000 A 100		

CAMPOS PREENCHIDOS  
PELOS CANDIDATOS

CONCURSO PÚBLICO: CP-EngNav/2012  
NOME DO CANDIDATO:

<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>	<b>DV</b>	ESCALA DE	<b>NOTA</b>	<b>USO DA DEnsM</b>
		000 A 100		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Para uma carga trifásica ligada em estrela (neutro  $n'$ ) com impedâncias  $Z_a$ ,  $Z_b$  e  $Z_c$  nas fases, que é alimentada por uma fonte simétrica e equilibrada ligada em estrela (neutro  $n$ ) com as tensões  $V_{an}$ ,  $V_{bn}$  e  $V_{cn}$  de sequência positiva, determine:

- a) o valor da tensão ( $V_{n n'}$ ) para  $Z_a = Z_b = Z_c = 10\Omega$ . (4 pontos)
- b) o valor da tensão ( $V_{n n'}$ ) para  $Z_a = Z_b = 10\Omega$  e  $Z_c = 20\Omega$ . (4 pontos)

Dados:  $V_{an} = 127/\underline{0^\circ}$  V;  $V_{bn} = 127/\underline{-120^\circ}$  V;  $V_{cn} = 127/\underline{120^\circ}$  V.

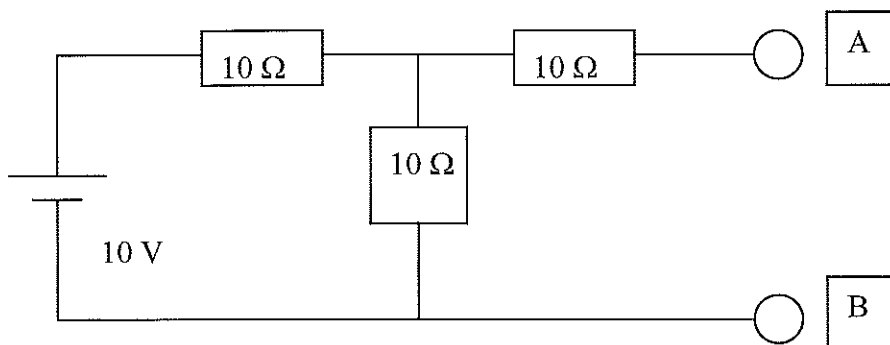
Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Analise o circuito em corrente contínua a seguir.



Entre os pontos A e B acima, determine:

- a) a impedância Thevenin. (4 pontos)
- b) a tensão Thevenin. (4 pontos)

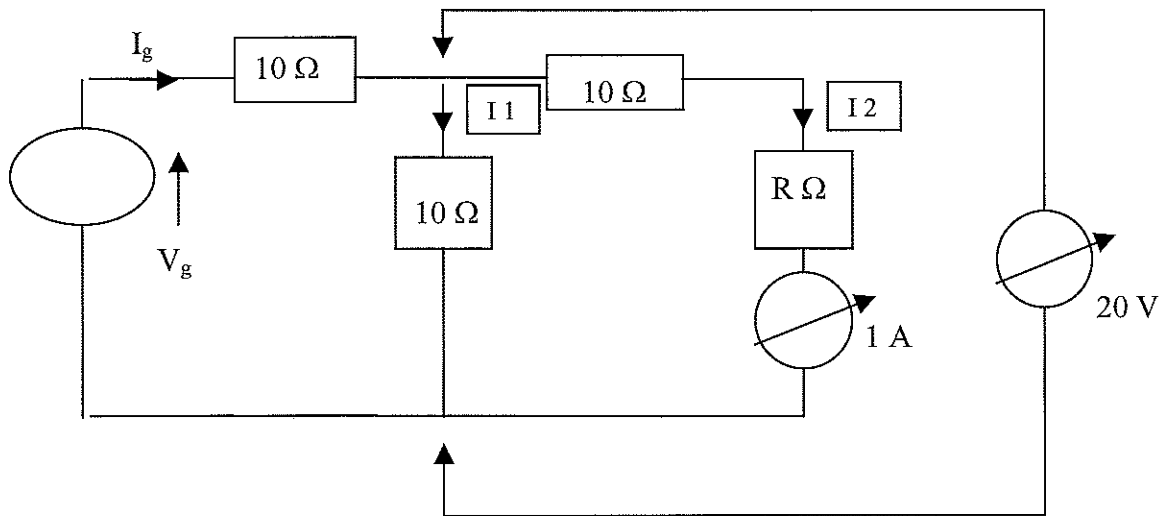
Continuação da 2ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Dado o circuito em corrente alternada em regime permanente senoidal (60Hz) composto por resistências.



Determine a partir dos dados indicados no medidor de corrente e no de tensão:

- a) o valor da resistência R. (2 pontos)
- b) a corrente  $I_g$  do gerador. (3 pontos)
- c) a tensão  $V_g$  do gerador. (3 pontos)

Continuação da 3ª questão

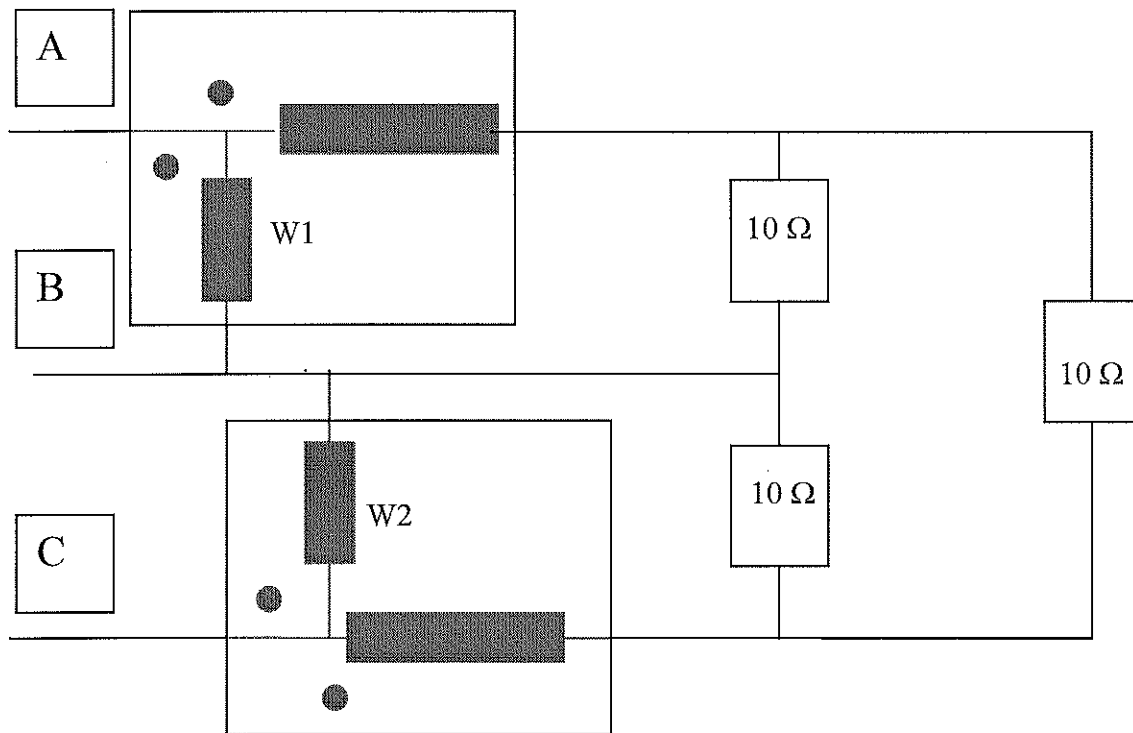
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Determine a potência medida pelos dois wattímetros W1 e W2. As bobinas de tensão e de corrente têm as polaridades indicadas no circuito representado abaixo que é alimentado pelas tensões trifásicas simétricas e equilibradas de sequência positiva.

Dados:  $V_{AB} = 220/\underline{0^\circ}$  V;  $V_{BC} = 220/\underline{-120^\circ}$  V e  $V_{CA} = 220/\underline{120^\circ}$  V





Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Três cargas trifásicas descritas a seguir estão conectadas no mesmo ponto de uma rede na tensão de 440V.

Carga 1:  $P = 10 \text{ kW}$  e  $Q = 10 \text{ kVAR}$  indutivo

Carga 2:  $P = 10 \text{ kW}$  e fator de potência = 1

Carga 3:  $Q = 10 \text{ kVAR}$  indutivo e fator de potência = 0

Nessas condições, determine:

- a) as potências ativa, reativa e aparente do conjunto. (2 pontos)
- b) a corrente total das cargas. (2 pontos)
- c) o banco de capacitores, em kVAR, para corrigir o fator de potência do conjunto para 0,95 indutivo. (4 pontos)

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um turbo gerador de 4 polos, operando conectado à rede elétrica, tem os seguintes dados:

Potência nominal: 45 MVA ; Fator de potência: 0,85

Tensão nominal: 13,8 kV ; Ligação estrela ; 60 Hz

Reatância síncrona: 0,85 p.u.

Reatância transitória: 0,35 p.u.

Reatância sub-transitória: 0,18 p.u.

- a) A partir da operação do gerador sob carga nominal, considere que o mesmo sofreu um curto circuito trifásico simétrico em seus terminais. Determine o valor eficaz da corrente de curto circuito no instante inicial do defeito. Admita que o regulador de tensão ainda não atuou, mantendo a excitação original sob carga. (4 pontos)
- b) Determine a corrente de excitação ajustada pelo regulador de tensão, em relação ao valor original sob carga, de modo que a corrente permanente de curto circuito se estabeleça no valor eficaz de 3,0 p.u. (2 pontos)
- c) Determine o máximo torque que o gerador requer em seu eixo, bem como a máxima potência ativa fornecida à rede, na condição limite de estabilidade, conservada a excitação de campo original de carga nominal. Desconsidere as perdas. (2 pontos)

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

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

Potência = 75 kW ; Rotação = 1170 RPM ; Tensão = 440 V ; 60 Hz

Rendimento = 92,5% ; Fator de potência = 0,88

Reatância de curto circuito = 0,16 p.u.

- a) Determine o escorregamento nominal do motor e a frequência resultante nas barras do rotor em operação sob carga nominal. (1 ponto)
- b) Determine a corrente nominal absorvida da linha de alimentação e a corrente de partida para sistema de ligação direta do motor na rede. (1 ponto)
- c) Com o intuito de reduzir a corrente de ligação na linha, será adotado um método de partida por chave compensadora. Esboce o esquema de ligação das chaves e dos componentes necessários para a implementação desse método. (3 pontos)
- d) Esboce as curvas características típicas de Torque - Escorregamento e Corrente de Linha - Escorregamento para o motor de indução, incorporando as curvas resultantes quando adotado o método de partida por chave compensadora. Determine a nova corrente de partida resultante na rede, para compensador de relação 0,65. Quantifique, em relação à curva normal do motor, os novos torques de partida e máximo, quando usado o compensador de partida estipulado. (3 pontos)

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12



Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

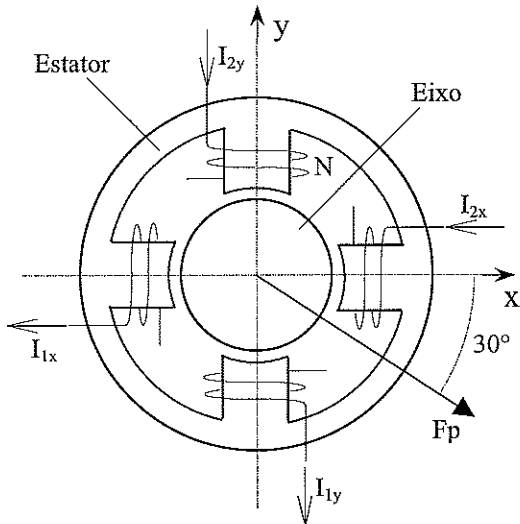
Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Um mancal magnético ativo é constituído de estator com 4 polos. O eixo é mantido centrado com o estator por um sistema de controle que alimenta as bobinas em função de sinais de posição medidos no entreferro de cada polo. Um corte esquemático do mancal, com seus parâmetros principais, é dado abaixo:



Entreferro sob cada polo:  $l_g = 2 \text{ mm}$ .

Superfície de cada polo:  
 $S_g = 1.400 \text{ mm}^2$ .

Número de espiras de cada bobina:  
 $N = 1000 \text{ espiras}$ .

Considerar a relutância magnética concentrada nos entreferros e a ação de cada pólo independente dos demais.

As bobinas são alimentadas em modo diferencial, onde a ação do controlador se dá somando ou subtraindo a mesma corrente diferencial de uma corrente de referência fixa nas bobinas de cada eixo, igual a:

$$I_{1x} = (I_{ref} - \Delta I_x); \quad I_{2x} = (I_{ref} + \Delta I_x); \quad I_{1y} = (I_{ref} - \Delta I_y); \quad I_{2y} = (I_{ref} + \Delta I_y)$$

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

- Demonstre que a força mecânica líquida desenvolvida em cada um dos eixos é dada por:  $F_{x,y} = 2 \cdot \mu_0 \cdot S_g \cdot (N/l_g)^2 \cdot I_{ref} \cdot \Delta I_{x,y}$  (4 pontos)
- Calcule a corrente nas 4 bobinas para que o eixo se mantenha centrado na presença de uma força perturbadora  $F_p = 200 \text{ N}$  orientada na direção indicada na figura. A corrente de referência nas bobinas vale  $I_{ref} = 1,2 \text{ A}$ . (4 pontos)

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

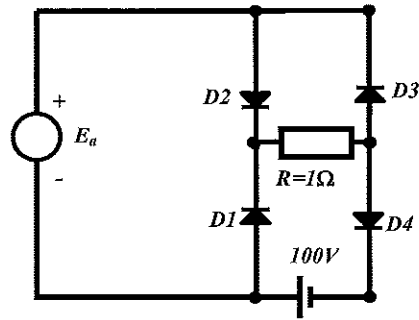
Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

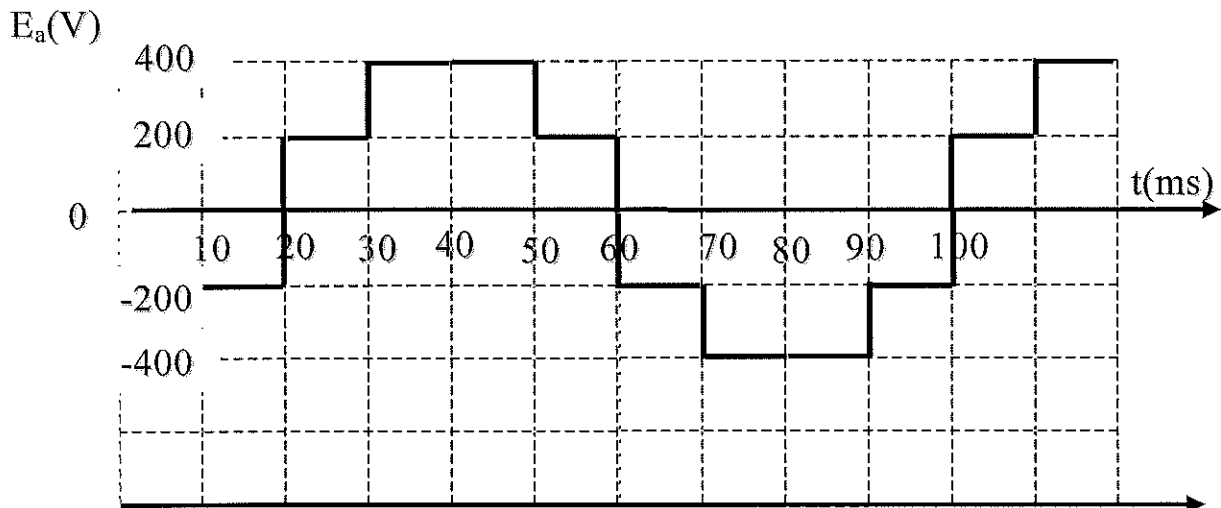
Concurso: CP-EngNav/12

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere o circuito a seguir.



Os diodos acima são ideais (perda e queda de tensão direta nulas) e as fontes de tensão têm as formas de onda indicadas a seguir e suas impedâncias internas são nulas.



Obs: O espaço em branco (abaixo das formas de onda) se destina a auxiliar a resolução e não será levado em conta na correção. Nos cálculos utilize duas casas decimais após a vírgula e arredonde a terceira convenientemente.

- Determine a potência fornecida pela fonte  $E_a$ . (2 pontos)
- Calcule o fator de potência visto pelos terminais da fonte  $E_a$ . (4 pontos)
- Determine a potência fornecida pela bateria de 100 V: (2 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12



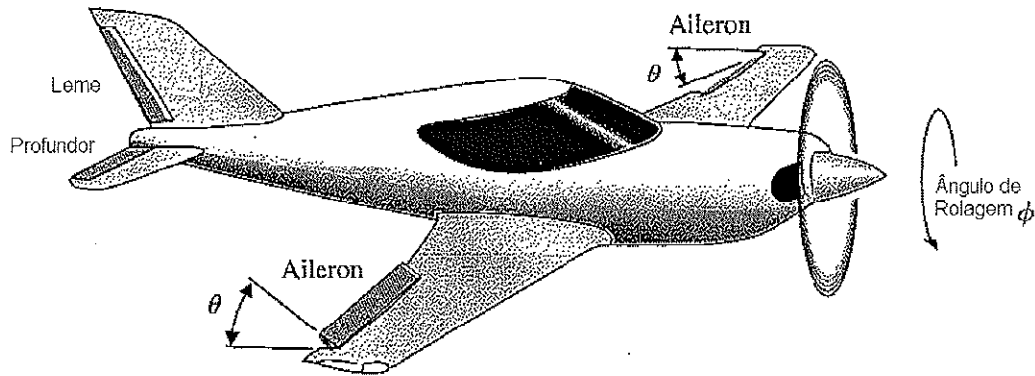
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

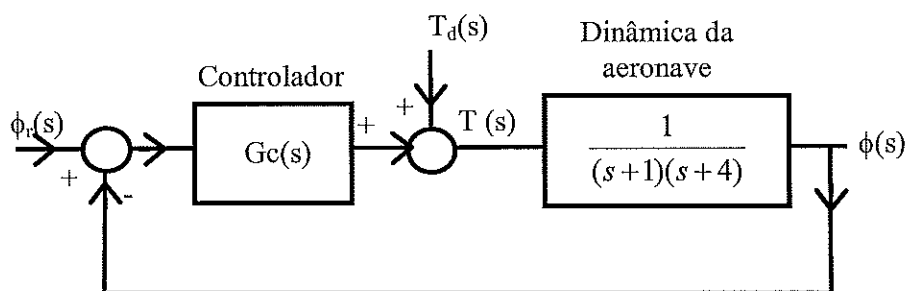
Concurso: CP-EngNav/12

10ª QUESTÃO (8 pontos)

O controle do ângulo de rolagem  $\phi$  de uma aeronave é obtido pelo torque  $T(s)$  desenvolvido pelos ailerons. Um modelo linear do sistema de controle de rolagem para uma aeronave de pequeno porte é apresentado no diagrama de blocos abaixo.



- a) Projete um controlador que elimine, em regime estacionário, perturbações de torque  $T_d(s)$  do tipo degrau. A resposta para um degrau de ângulo de rolagem deve ter um sobressinal inferior a 20% e tempo de acomodação (banda de tolerância de  $\pm 2\%$ ) inferior a 2s. (4 pontos)
- b) Projete um compensador que atenda estas especificações. Justifique a escolha. (4 pontos)



Dado:

$$\ln(0,2) = -1,609$$

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELÉTRICA

Concurso: CP-EngNav/12

ANEXO

ângulo(graus)	ângulo(rad)	seno	coseno	tangente
0	0,000	0,000	1,000	0,00
1	0,017	0,017	1,000	0,02
2	0,035	0,035	0,999	0,03
3	0,052	0,052	0,999	0,05
4	0,070	0,070	0,998	0,07
5	0,087	0,087	0,996	0,09
6	0,105	0,105	0,995	0,11
7	0,122	0,122	0,993	0,12
8	0,140	0,139	0,990	0,14
9	0,157	0,156	0,988	0,16
10	0,175	0,174	0,985	0,18
11	0,192	0,191	0,982	0,19
12	0,209	0,208	0,978	0,21
13	0,227	0,225	0,974	0,23
14	0,244	0,242	0,970	0,25
15	0,262	0,259	0,966	0,27
16	0,279	0,276	0,961	0,29
17	0,297	0,292	0,956	0,31
18	0,314	0,309	0,951	0,32
19	0,332	0,326	0,946	0,34
20	0,349	0,342	0,940	0,36
21	0,367	0,358	0,934	0,38
22	0,384	0,375	0,927	0,40
23	0,401	0,391	0,921	0,42
24	0,419	0,407	0,914	0,45
25	0,436	0,423	0,906	0,47
26	0,454	0,438	0,899	0,49
27	0,471	0,454	0,891	0,51
28	0,489	0,469	0,883	0,53
29	0,506	0,485	0,875	0,55
30	0,524	0,500	0,866	0,58
31	0,541	0,515	0,857	0,60
32	0,558	0,530	0,848	0,62
33	0,576	0,545	0,839	0,65
34	0,593	0,559	0,829	0,67

ângulo(graus)	ângulo(rad)	seno	coseno	tangente
35	0,611	0,574	0,819	0,70
36	0,628	0,588	0,809	0,73
37	0,646	0,602	0,799	0,75
38	0,663	0,616	0,788	0,78
39	0,681	0,629	0,777	0,81
40	0,698	0,643	0,766	0,84
41	0,716	0,656	0,755	0,87
42	0,733	0,669	0,743	0,90
43	0,750	0,682	0,731	0,93
44	0,768	0,695	0,719	0,97
45	0,785	0,707	0,707	1,00
46	0,803	0,719	0,695	1,04
47	0,820	0,731	0,682	1,07
48	0,838	0,743	0,669	1,11
49	0,855	0,755	0,656	1,15
50	0,873	0,766	0,643	1,19
51	0,890	0,777	0,629	1,23
52	0,908	0,788	0,616	1,28
53	0,925	0,799	0,602	1,33
54	0,942	0,809	0,588	1,38
55	0,960	0,819	0,574	1,43
56	0,977	0,829	0,559	1,48
57	0,995	0,839	0,545	1,54
58	1,012	0,848	0,530	1,60
59	1,030	0,857	0,515	1,66
60	1,047	0,866	0,500	1,73
61	1,065	0,875	0,485	1,80
62	1,082	0,883	0,469	1,88
63	1,100	0,891	0,454	1,96
64	1,117	0,899	0,438	2,05
65	1,134	0,906	0,423	2,14
66	1,152	0,914	0,407	2,25
67	1,169	0,920	0,391	2,36
68	1,187	0,927	0,375	2,47
69	1,204	0,934	0,358	2,60

ângulo(graus)	ângulo(rad)	seno	coseno	tangente
70	1,222	0,940	0,342	2,75
71	1,239	0,946	0,326	2,90
72	1,257	0,951	0,309	3,08
73	1,274	0,956	0,292	3,27
74	1,292	0,961	0,276	3,49
75	1,309	0,966	0,259	3,73
76	1,326	0,970	0,242	4,01
77	1,344	0,974	0,225	4,33
78	1,361	0,978	0,208	4,70
79	1,379	0,982	0,191	5,14
80	1,396	0,985	0,174	5,67
81	1,414	0,988	0,156	6,31
82	1,431	0,990	0,139	7,11
83	1,449	0,993	0,122	8,14
84	1,466	0,995	0,105	9,51
85	1,483	0,996	0,087	11,42
86	1,501	0,998	0,070	14,29
87	1,518	0,999	0,052	19,06
88	1,536	0,999	0,035	28,60
89	1,553	1,000	0,017	57,14
90	1,571	1,000	0,000	21585,78