

MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

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

ENGENHARIA NAVAL

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 noutra 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 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/2015
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)

Explique a aplicação da Lei de Semelhança de Froude para a determinação de resistência do navio, apresentando os cálculos necessários.

Continuação da 1ª questão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

Descreva o efeito de instalação de bulbo de proa em navio sob o ponto de vista de resistência ao avanço do navio.

Continuação da 2ª questão

3ª QUESTÃO (8 pontos)

Explique o procedimento geral para escolha de uma instalação propulsora descrevendo esse processo.

Continuação da 3ª questão

4ª QUESTÃO (8 pontos)

Responda às seguintes perguntas, justifique suas respostas.

- a) Para que são usadas as curvas hidrostáticas do navio? Como são determinados o centro vertical (KB) e longitudinal (LCB) de flutuação e os coeficientes de forma CB, Cx, Cp, CWL do navio? (2 pontos)
- b) Qual é o objetivo de um teste de inclinação? Explique como é feito o teste. (3 pontos)
- c) Quais são os efeitos da superfície livre na estabilidade do navio? (3 pontos)

Continuação da 4ª questão

5ª QUESTÃO (8 pontos)

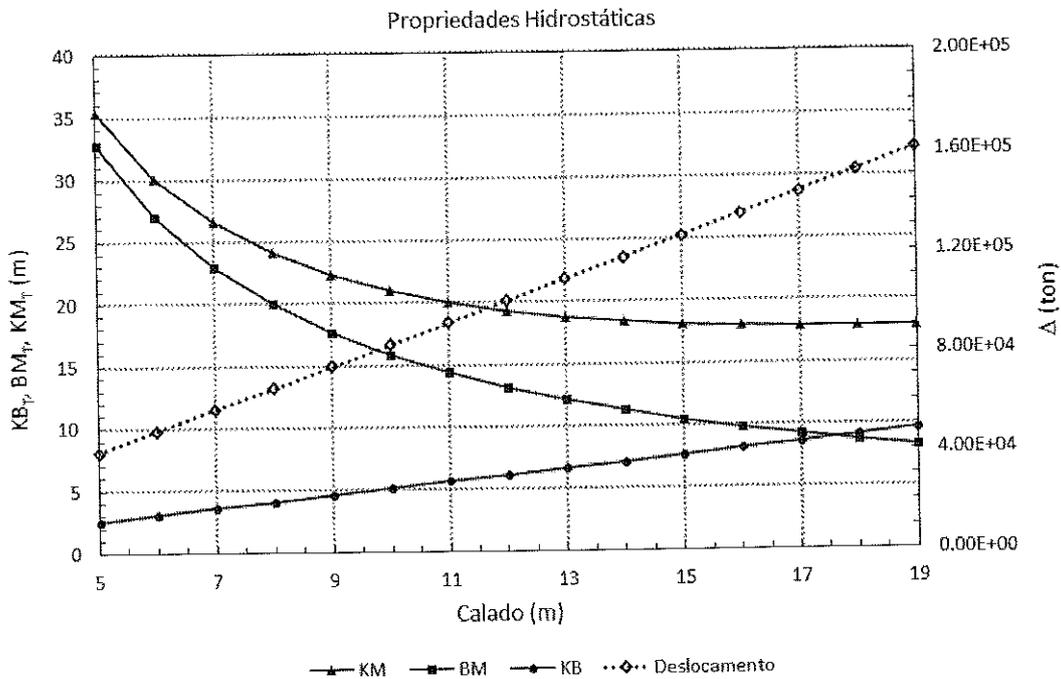
Responda às seguintes perguntas, justificando as suas respostas.

- a) O que representa o espectro da onda? Quais informações podem ser obtidas do espectro da onda? (4 pontos)
- b) Cite 3 fatores que influenciam a altura do sistema de ondas. Explique como cada fator afeta o sistema de ondas. (4 pontos)

Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Um navio de 200 m de comprimento (L), 42.3 m de boca (B) e 21.5 m de pontal (D) flutua com um calado $T = 17$ m e com uma banda (θ) de 5° a boreste. Algumas propriedades hidrostáticas do navio são mostradas na figura abaixo. Sabe-se que o KG do navio é 16.75 m medido na linha de centro do navio. É necessário carregar 2000 tons de carga (W) no convés, cujo centro de gravidade vertical pode ser aproximadamente igual a 17.5 m. Existe espaço disponível 5 m a boreste e 10 m bombordo medidos desde a linha de centro para acomodar a carga. Considere essas distâncias como o centroide onde será colocada a carga. Calcule a quantidade de carga a ser colocada em cada espaço para aprumar o navio, isto é, retirar a banda do navio ($\theta = 0^\circ$).



Continuação da 6ª questão

7ª QUESTÃO (8 pontos)

As coordenadas do braço de endireitamento GZ de um navio, obtidas das curvas cruzadas de estabilidade com um KG = 8 m e $\Delta = 20550$ tons, são mostradas na tabela 1. Antes de partir do porto o navio possui um deslocamento (Δ) e um KG de 20550 tons e 9.52 m, respectivamente.

$\theta(^{\circ})$	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
GZ (m)	0	1.10	2.22	2.60	2.21	1.25	0.36

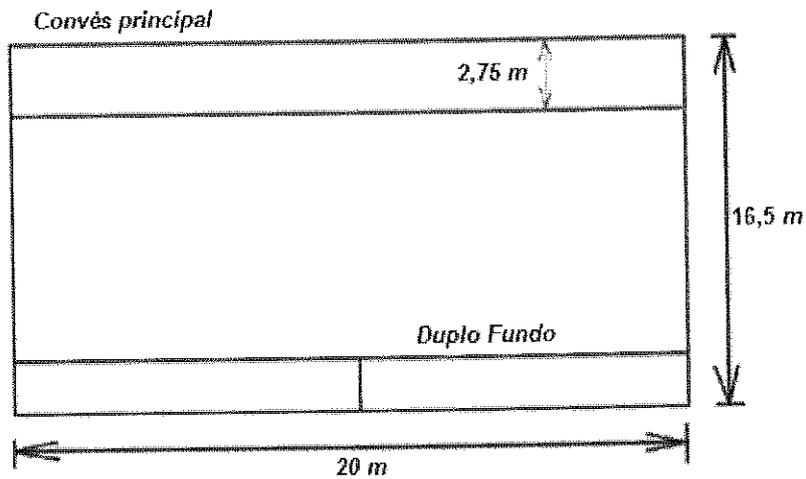
Tabela 1: Braços de endireitamento para KG = 8 e $\Delta = 20550$ tons.

- Calcule os reais valores dos braços de endireitamento GZ do navio na condição de carga no instante que o navio deixa o porto. (2 pontos)
- Verifique se a área até 30° satisfaz o critério da IMO (não menor que 0.055 m-rad). (3 pontos)
- Estime o valor do GM. (3 pontos)

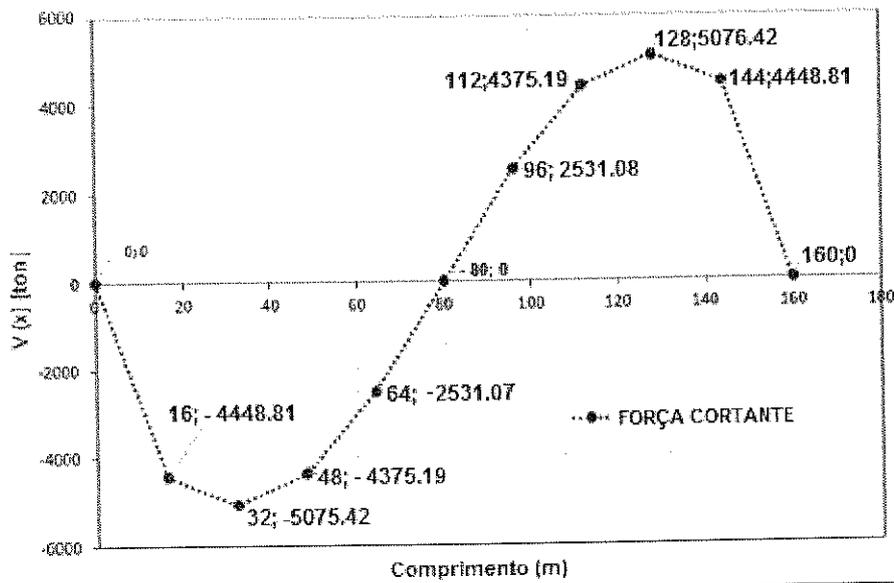
Continuação da 7ª questão

8ª QUESTÃO (8 pontos)

A seção mestra de um navio pode ser assumida como retangular com largura de 20 m, altura de 16.5 m. Existe um segundo convés 2.75 m abaixo do convés principal, um duplo fundo a uma altura de 1.5 m e a quilha central conforme a figura abaixo. Considere que todos os elementos mostrados na figura "a" são contínuos ao longo do comprimento do navio. Todo o chapeamento pode ser considerado de 25.0 mm de espessura, com exceção do segundo convés e o duplo fundo, que possuem 15 mm de espessura. Usando um software comercial, foi determinado o diagrama de força cortante ilustrado na figura "b" para uma dada condição de carregamento. Sendo assim determine a distribuição das tensões longitudinais na seção mestra do navio (meia-nau).



(a)



(b)

Continuação da 8ª questão

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere que é necessário realizar o dimensionamento estrutural preliminar de um navio petroleiro de 229 m de comprimento (L), 40 m de boca (B), 21.3 m de pontal (D) e 16 m de calado (T) de projeto. O deslocamento do navio na condição de projeto é 121500 tons no mar. Considere que a espessura requerida da chapa do fundo de um navio possa ser determinada pela seguinte formula fornecida pela IACS:

$$t(mm) = \frac{b}{508} \left[\frac{T}{D} (L - 62.5) \right]^{0.5} + 2.5mm$$

Onde T é o calado do navio em m, L é o comprimento do navio em m, D é o pontal do navio em m e b é o espaçamento entre reforçadores longitudinais, em mm. Considerando uma unidade de chapeamento do fundo do navio, determine o espaçamento máximo entre reforços longitudinais de tal forma que a tensão cisalhante octaédrica (von Mises), na direção do lado curto no centro do lado longo, não seja superior a 46 MPa.

OBS: Objetive minimizar a quantidade de reforços longitudinais leves e assuma cavernamento longitudinal.

Dados:

Espaçamento entre cavernas transversais: $a = L/500 + 0.48$ (m)

- Para o navio em questões aproxime $\left[\frac{T}{D} (L - 62.5) \right]^{0.5} \approx 11.2$

$$- \sigma = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}$$

$$- \sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$- \gamma = 1.00 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$- 10 \text{ kN} = 1 \text{ ton}$$

$$- \nu = 0.3$$

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2015

Continuação da 9ª questão

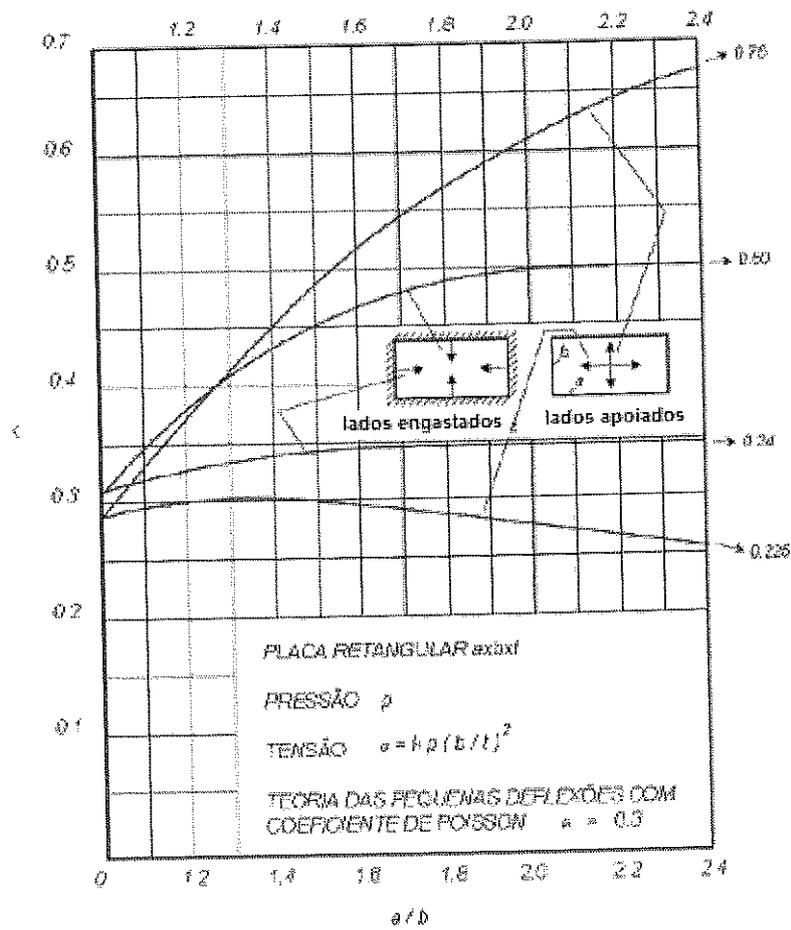


Figura - Variação do coeficiente K para o cálculo das tensões em placas retangulares sob pressão uniforme.

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2015

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Suponha que um engenheiro é o responsável pela correta operação e manutenção de um tanque cilíndrico pressurizado a bordo do navio. O tanque de aço possui uma solda em espiral ilustrada na Figura. Esse engenheiro descobre que o manômetro do tanque (dispositivo para medição de pressão) está avariado e decide instalar uma roseta de extensômetros a 60° fixada no ponto M (localizado na superfície externa do tubo). Desta forma, essa roseta de extensômetros será utilizada para monitoramento da pressão p. O tanque possui diâmetro interno, $D_i = 600\text{mm}$ e espessura de parede $t = 10\text{mm}$. Aplica-se uma pressão interna no tanque e a roseta fornece os seguintes valores de deformação: $\epsilon_x = 379 \times 10^{-6}$, $\epsilon_{120^\circ} = 513 \times 10^{-6}$ e $\epsilon_{60^\circ} = 629 \times 10^{-6}$. Considere ainda o ângulo da costura espiral de solda, $\alpha = 50^\circ$. Adote $E = 206\text{GPa}$ e $\nu = 0,3$.

Sabendo que o extensômetro A está alinhado em relação ao eixo longitudinal do tanque, determine:

- O valor da pressão interna aplicada. (4 pontos)
- As tensões normais e de cisalhamento atuantes sobre o cordão da solda. (4 pontos)

Dados:

• Lei de Hooke 3D:

$$\begin{bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yx} \\ \gamma_{xz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \end{bmatrix}$$

• $\epsilon_\theta = \frac{\epsilon_x + \epsilon_y}{2} + \frac{\epsilon_x - \epsilon_y}{2} \cos 2\theta + \frac{\gamma_{xy}}{2} \sin 2\theta$

• Tensão longitudinal: $\sigma_x = \frac{pR}{t}$

• Tensão circunferencial: $\sigma_y = \frac{pR}{t}$

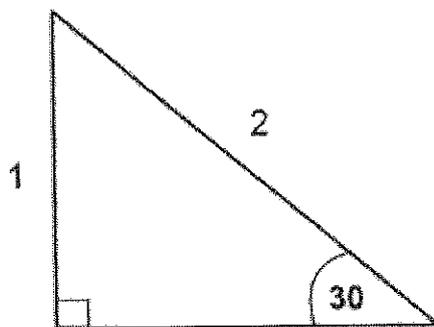


Figura 1

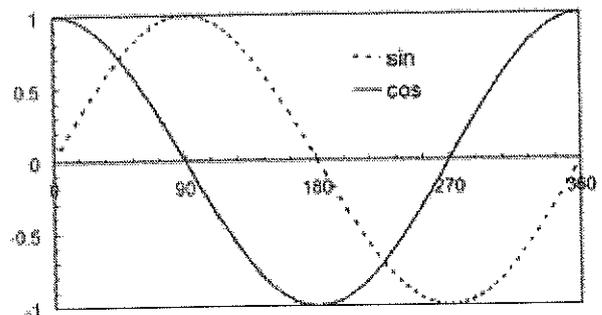


Figura 2

Continuação da 10ª questão

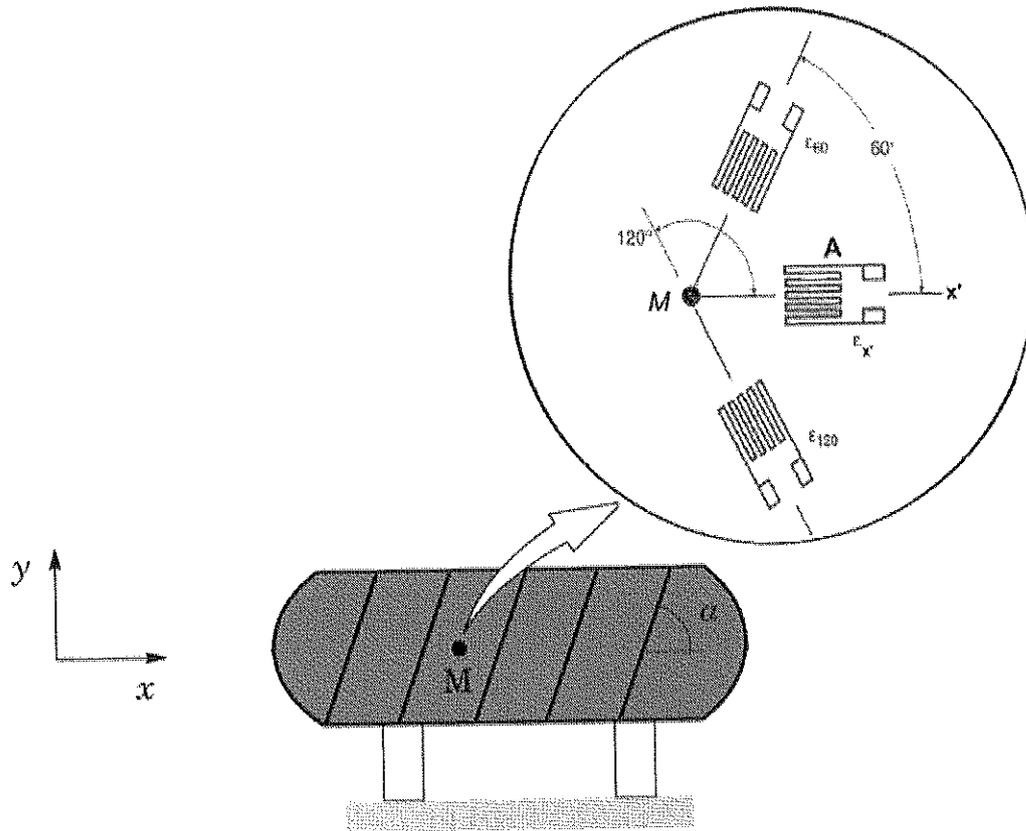


Figura 3. Equipamento com solda em espiral

Continuação da 10ª questão