

MARINHA DO BRASIL  
SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2022)

ENGENHARIA NAVAL

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 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 RÉGUA SIMPLES.

NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR

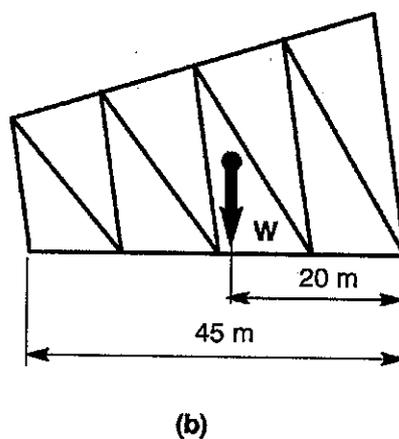
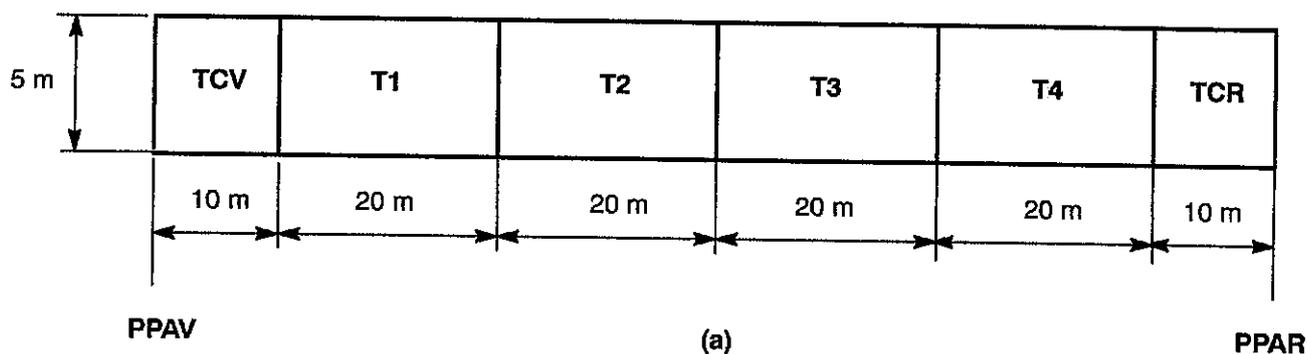
RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DO SSPM
	000 A 080				

CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS	CONCURSO: CP-CEM/2022				
	NOME DO CANDIDATO:				
	Nº DA INSCRIÇÃO		DV	ESCALA DE	NOTA
			000 A 080		

CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)

1ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma balsa para transporte de cargas especiais, ilustrada na parte (a) da figura a seguir, deverá transportar a estrutura esquematizada na parte (b) dessa figura. Entretanto, no momento do embarque da carga, o sistema de lastro da balsa sofreu uma grave avaria, o qual somente poderá ser reparado quando a embarcação chegar ao seu destino final. Desta forma, a balsa realizou o transporte da carga com os tanques de lastro completamente vazios.



(a) Ilustração esquemática de uma balsa para transporte de cargas especiais. (b) Dimensões e distribuição de carga da estrutura a ser transportada.

### Continuação da 1ª questão

Dados:

1) Boca da embarcação: 12 m; 2) Deslocamento leve: 800 tf; 2) Peso total da carga a ser transportada no convés: 1000 tf com a distribuição indicada na figura; e 3) Densidade da água:  $1.0 \text{ tf/m}^3$ .

Considerando que, nessa condição, a balsa apresenta um calado a ré de 2m e um calado a vento de 1m, determine!

- a) O valor do máximo esforço cortante agente na embarcação (4 pontos); e
- b) O valor do máximo momento fletor agente na embarcação. (4 pontos)

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 1ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

**2ª QUESTÃO (8 pontos)**

Durante o ensaio com o modelo de navio-patrolha em tanque de provas verifica-se que a embarcação se comporta como um casco de planeio para números de Froude elevados. Sendo assim, responda os itens a seguir.

- a) Qual a origem da força de sustentação capaz de elevar parte do casco sobre a superfície da água? (2 pontos)
- b) Por que existe uma velocidade crítica de planeio necessária para elevar o casco da água? (2 pontos)
- c) Por que um casco de planeio oferece baixo conforto para viagens de passageiros? (2 pontos)
- d) Por que uma embarcação munida de hidrofólios apresenta baixo arrasto hidrodinâmico, em condição de cruzeiro? (2 pontos)

Continuação da 2ª questão

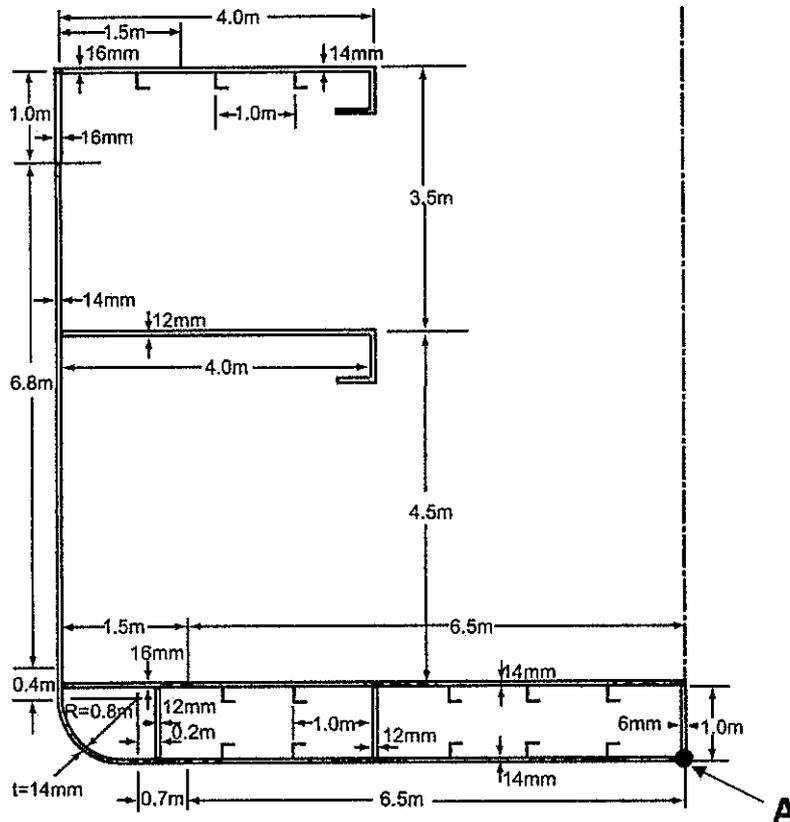
Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

**3ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um navio cargueiro, cuja secção mestra transversal é mostrada a seguir, apresenta momento fletor em tosamento e alquebramento na seção mestra de  $22500 \text{ tf} \times \text{m}$  para um calado de  $6 \text{ m}$ . A onda que provoca esses esforços possui altura igual a  $3 \text{ m}$ . O compartimento entre o duplo fundo e o convés intermediário está completamente cheio, com uma carga com densidade  $0,5 \text{ tf}/\text{m}^3$ . Nessas condições, determine o fator de segurança às tensões primárias e secundárias agentes na condição de *tosamento* na seção de *máximo momento fletor* e no ponto **A**, localizado na junção da chapa do fundo com a quilha vertical. Considere a seção mestra (onde também ocorre o máximo momento fletor), localizada no centro de um compartimento (porção de carga), sempre que possível, somente as dimensões moldadas para os cálculos das propriedades geométricas, como chapa colaborante (ou largura efetiva à flexão) da longarina do fundo, o valor de  $b_{ef} = 2630,8 \text{ mm}$ .

Continuação da 3ª questão



Seção mestra transversal de um navio de carga geral.

Dados:

Considere as seguintes informações adicionais:

- i) Altura da linha neutra da seção mestra (primária) em relação ao fundo:  $3,65\text{ m}$ ;
- ii) Momento de inércia da seção mestra (primária):  $12,93\text{ m}^4$ ;
- iii) Distância entre anteparas:  $12\text{ m}$ ;
- iv) Espaçamento entre vaus, hastilhas e cavernas:  $1200\text{ mm}$ ;
- v) Longitudinais do fundo e teto do duplo fundo: perfil L  $200 \times 10 / 75 \times 15\text{ mm}$ ; e
- vi) tensão de escoamento do aço:  $235\text{ MPa}$ .

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 3ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

O ciclo de Brayton é um ciclo termodinâmico utilizado em turbinas a gás. Sendo assim:

- a) Descreva sucintamente os principais componentes usados no ciclo de Brayton; e (4 pontos)
  
- b) Descreva sucintamente os diferentes processos pelos quais o fluido de trabalho passa no ciclo Ideal Brayton fechado. (4 pontos)

Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

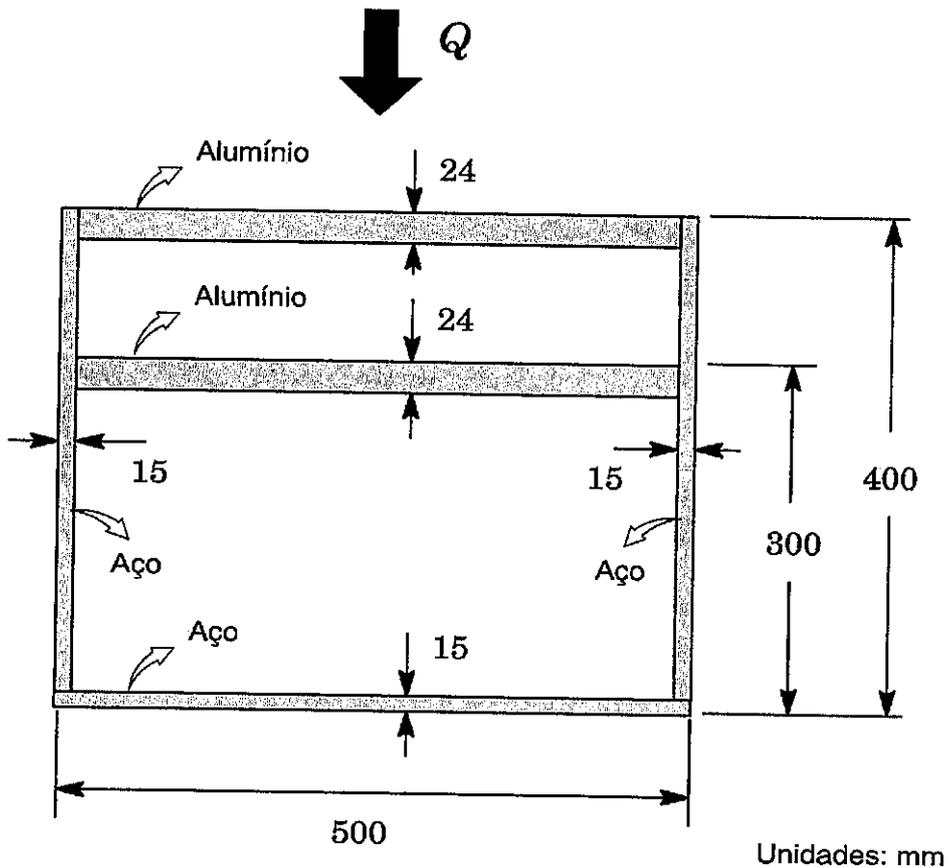
Continuação da 4ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma viga fechada tipo "caixão" (box girder) possui a configuração mostrada na figura a seguir, na qual as chapas laterais e a chapa inferior são feitas de aço e a chapa superior e intermediária são feitas de alumínio. O esforço cortante agente sobre a viga é  $Q=250\text{ kN}$ . Considerando os módulos de elasticidade longitudinal para estes materiais como  $E_{aço} = 210\text{ GPa}$  e  $E_{alumínio} = 70\text{ GPa}$ , determine o valor máximo da tensão de cisalhamento agente na viga, sabendo que a altura da linha neutra (seção transformada) em relação à face inferior da viga é  $Y_{LN} = 189,1\text{ mm}$  e o momento de inércia (seção transformada) em relação à linha neutra é  $I_{LN} = 6,566 \times 10^8\text{ mm}^4$ . Considere, também, sempre que possível, somente as dimensões moldadas para os cálculos das propriedades geométricas e que a aplicação do método da seção transformada no qual o material de referência adotado é o aço.



Viga fechada tipo "caixão" (box girder) sujeita a esforço cortante  $Q$ .

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 5ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

**6ª QUESTÃO (8 pontos)**

Uma embarcação, cuja boca mede  $B=48\text{m}$ , navega sem banda e tem deslocamento de **12.000 toneladas** quando está carregada (Fig. 1). O casco possui um flutuador instalado a bombordo, o que faz com que sua curva de estabilidade estática CEE não seja simétrica em relação à posição aprumada.

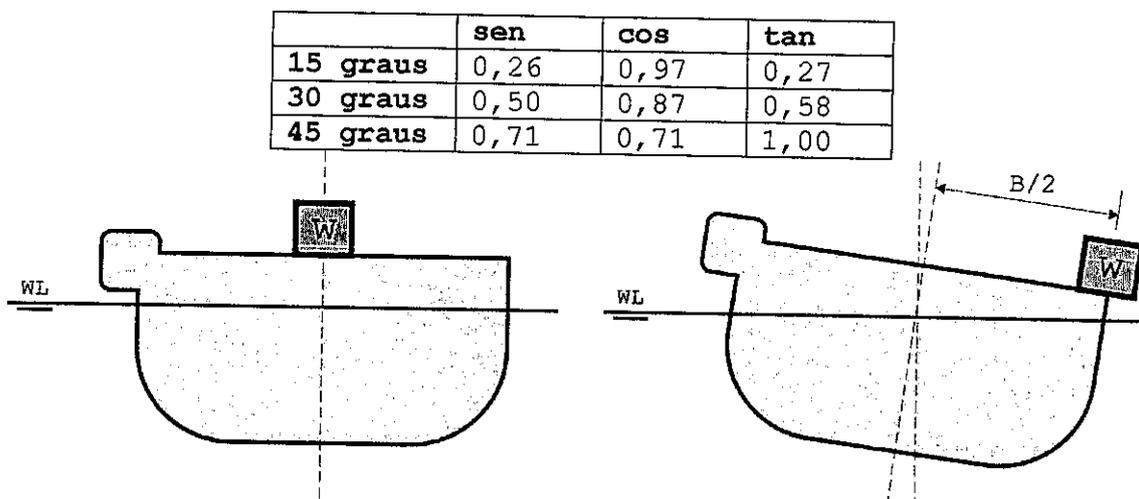


Fig. 1

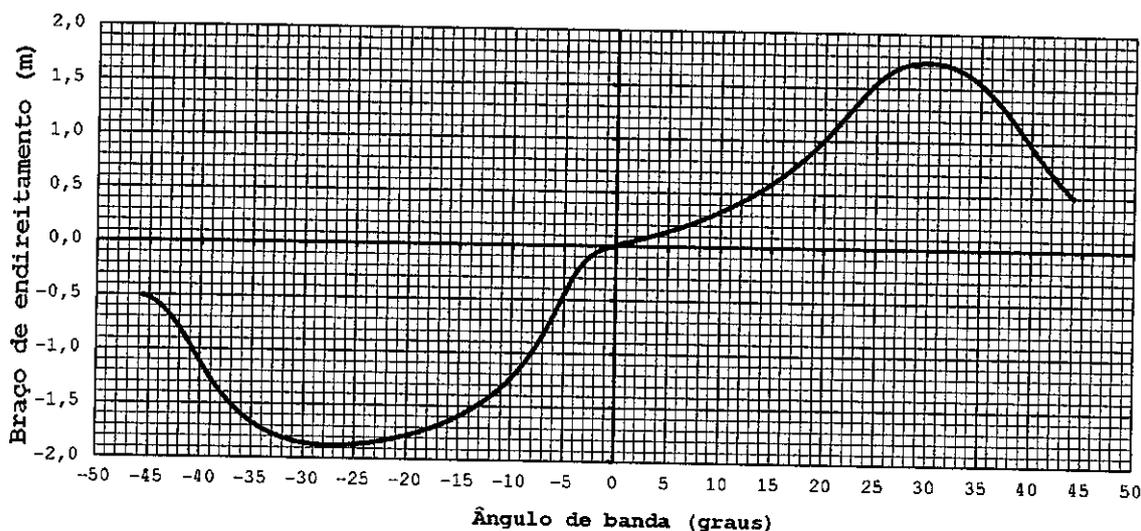


Fig. 2: Curva de estabilidade estática para um deslocamento de 12.000 toneladas.

### Continuação da 6ª questão

De acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo.

- a) De maneira quase estática, um módulo de carga pesando  $w=600\text{ton}$  se desloca no convés, a partir da linha de centro, em direção a boreste. Quando a carga chega à posição limite, a uma distância de  $B/2$  da linha de centro, a embarcação atinge seu maior ângulo de banda  $\theta$  (positivo). Utilizando a CEE apresentada na Fig. 2, determine o valor desse ângulo de banda estático. (4 pontos)
- b) De repente, a carga se desprende do convés e cai ao mar. Considerando que o peso da carga é muito menor que o deslocamento total da embarcação, estime o máximo ângulo de jogo dinâmico  $\theta_{\text{din}}$  que a embarcação deve atingir, quando oscilar em direção a bombordo (ângulo negativo). Utilize a CEE da Fig. 2 e desconsidere perdas de energia. (4 pontos)

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 6ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

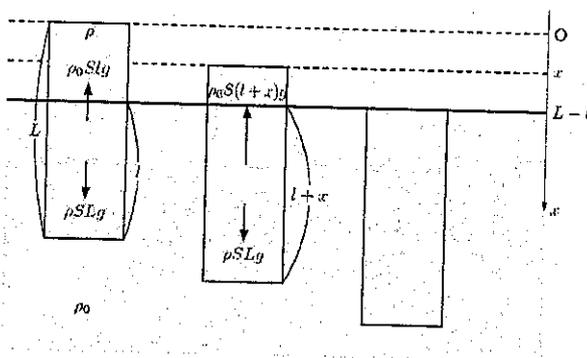
7ª QUESTÃO (8 pontos)

Considere um cilindro com seção circular, material com densidade  $\rho$ , área da seção  $S$  e comprimento  $L$  flutuando na água com densidade  $\rho_0$  (tal que  $\rho_0 > \rho$ ) e faça o que se pede nos itens a seguir.

Dado:

Adote a aceleração gravitacional =  $g$

- Calcule o calado  $l$  (parte submersa do cilindro) no estado de equilíbrio. (2 pontos)
- Ao afundar o cilindro até a superfície d'água chegar na superfície superior do cilindro e soltar calmamente, o cilindro oscilou verticalmente. Determine o período  $T$  e a amplitude  $A$  dessa oscilação. (desconsidere a massa adicional hidrodinâmica). (4 pontos)
- Determine a velocidade do cilindro ao atingir a posição inicial de equilíbrio, e o tempo  $t$  ao atingir essa posição pela primeira vez. (2 pontos)



Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 7ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um catamarã foi construído para transportar a turbina de uma usina hidrelétrica que pesa 35 toneladas. A embarcação é composta de dois cascos prismáticos com seção retangular, com dimensões  $L=15\text{m}$ ,  $B=2\text{m}$ ,  $D=2\text{m}$  e  $C=10\text{m}$  (Fig. 1). Sobre os cascos, foi montada uma plataforma para fixar a carga em seu centro. Sabe-se que o catamarã sem carga pesa 15 toneladas e flutua sem banda nem trim. Em uma primeira tentativa de carregamento, verificou-se que a embarcação apresentou um ângulo de trim de 2 graus quando, a carga foi colocada 0,5m a vante da posição central.

A carga foi então retirada e os engenheiros decidiram avaliar a estabilidade da embarcação ao adernamento, antes de fazer um novo carregamento.

Para evitar um acidente, qual deve ser a distância transversal máxima, a partir da linha de centro em direção a um dos bordos, que a carga pode ser deslocada para que o ângulo de banda seja menor que 3 graus?

Dados:

densidade da água doce:  $\rho_{doce} = 1000\text{Kg/m}^3$ ; e

se necessário, considere as aproximações trigonométricas abaixo:

	<b>sen</b>	<b>cos</b>	<b>tan</b>
<b>2 graus</b>	0,035	0,999	0,035
<b>3 graus</b>	0,052	0,998	0,052

Continuação da 8ª questão

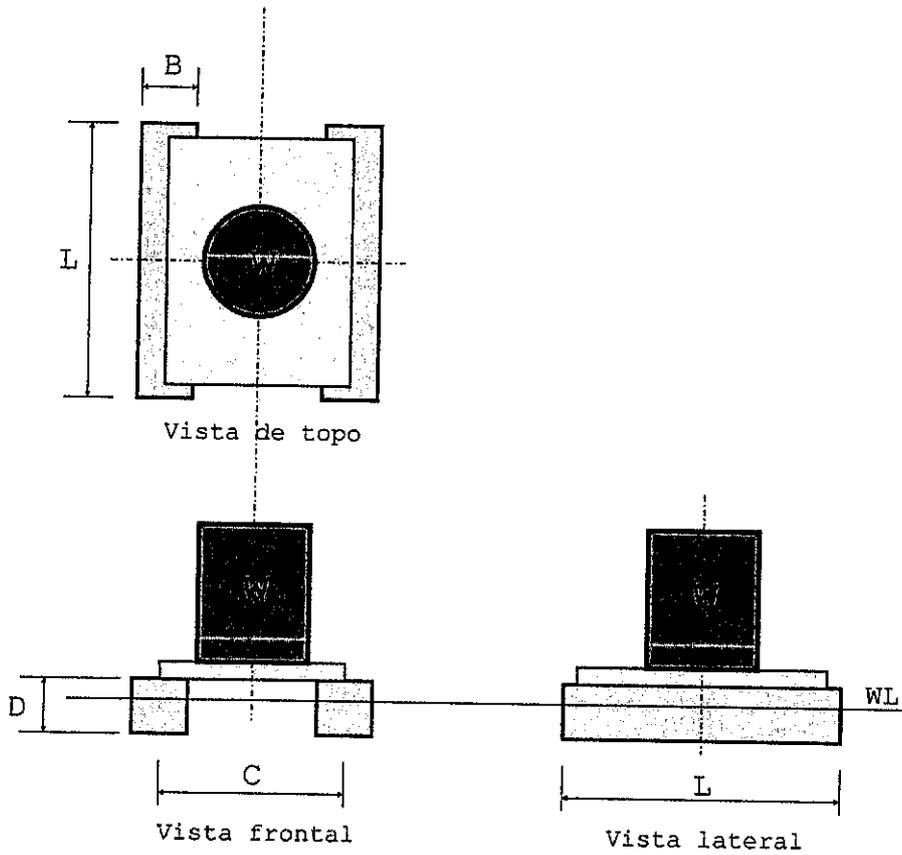


Fig. 1: Catamarã carregado com a turbina na posição central.

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 8ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere o navio e o hélice, como descrito abaixo, e faça o que se pede nos itens a seguir.

$\rho$  - Densidade da água do mar =  $1026 \text{ kg/m}^3$

$\nu_s$  - Viscosidade cinemática da água do mar =  $1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$\nu_f$  - Viscosidade cinemática da água doce =  $1,188 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$W$  - Coeficiente de esteira =  $0,135$

$D$  - Diâmetro do hélice =  $4,5 \text{ m}$

$J$  - Coeficiente de avanço (água aberta) =  $0,833$

$N$  - rpm do hélice =  $3$

$K_T$  - Coeficiente de empuxo =  $0,1594$

$V_s$  - Velocidade navio =  $13 \text{ m/s}$

$\eta_R$  - Eficiência rotativa relativa =  $0,95$

$\eta_o$  - Eficiência em água aberta =  $0,684$

- a) Calcule o coeficiente de redução de empuxo  $t$  do navio, sabendo que a resistência do navio em velocidade de avanço de projeto é igual a  $580 \text{ kN}$ , e que o navio tem velocidade constante. (2 pontos)
- b) Estime a eficiência propulsiva  $\eta_D$ . (2 pontos)
- c) Para um modelo reduzido de  $1:16$  o coeficiente de esteira  $w = 0,19$  foi medido em tanque de provas. Assim calcule o rpm do hélice no modelo correspondente à velocidade de projeto em escala real. (2 pontos)
- d) Compare o número de Reynolds na posição  $0,7R$  ( $R$ =raio do hélice) do modelo e na escala real, sabendo que o comprimento da corda  $c$  na posição  $r/R=0,7$  do hélice na escala real é igual a  $2 \text{ m}$ . (2 pontos)

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

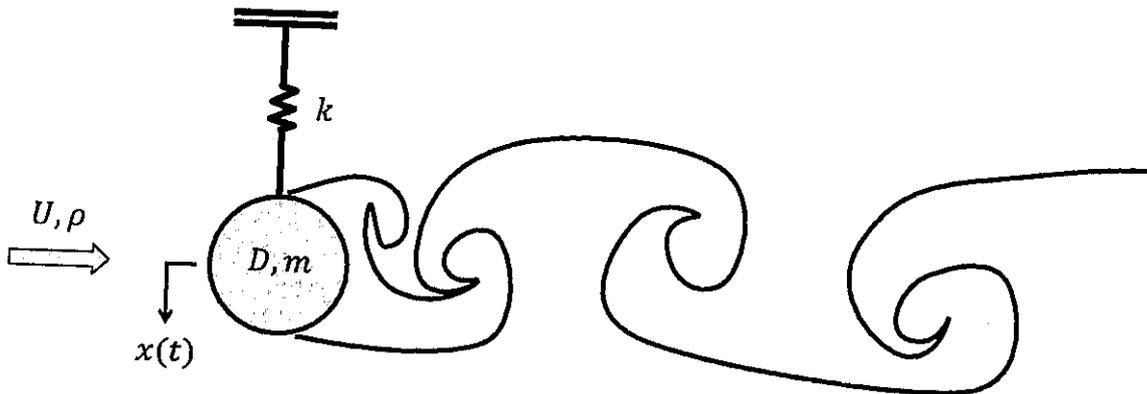
Continuação da 9ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Uma barra maciça de alumínio (de massa específica  $\rho_c$ ), longa e de seção transversal circular com diâmetro  $D = 10\text{cm}$ , é exposta ao escoamento transversal de ar (de massa específica  $\rho$  e viscosidade cinemática  $\mu$ ) com velocidade  $U = 50\text{m/s}$ , como indicado na figura.



A barra desenvolverá vibrações induzidas por vórtices com movimento  $x(t)$  transversal ao escoamento incidente. O sistema pode ser modelado como um sistema dinâmico não amortecido de um grau de liberdade com massa  $m = 10\text{kg}$  e rigidez representada pela constante de mola  $k$ . Sabendo que o número de Strouhal é igual a 0,2 para um cilindro nessa faixa de número de Reynolds, faça o que se pede nos itens abaixo.

- Determine a frequência (em Hz) da emissão de vórtices na esteira do cilindro que excita o movimento transversal do cilindro. (3 pontos)
- Nas condições especificadas no enunciado e considerando  $\rho_c \gg \rho$ , determine o valor de  $k$ , para que a amplitude da resposta transversal  $x(t)$  do cilindro seja máxima. (5 pontos)

Continuação da 10ª questão

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA NAVAL

Concurso: CP-CEM/2022









