

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Entrega atividade: 24/10/2023

Acompanhamento preliminar: 07/11/2023

Entrega inicial relatório: 12/11/2023

Acompanhamento & discussão relatório: 14/11/2023

Entrega final relatório: 16/11/2023

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Na atividade anterior foi feita estimativa de resistência ao avanço através do uso de séries sistemáticas

Cada grupo escolheu a série sistemática mais adequada e explicitaram as hipóteses e o procedimento de cálculo proposta pela série

Foi levantada a curva resistência versus velocidade (gráfico/tabela), discriminando as diversas componentes

Nessa atividade indicou-se que a estimativa da resistência também seria feita utilizando o programa NAVCAD

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Como primeiro item da atividade 5 será utilizado programa NAVCAD para a estimativa de resistência ao avanço

Os grupos devem explicar claramente o significado dos diversos parâmetros e variáveis empregadas no programa

Devem também analisar os resultados finais e apresentar as curvas de resistência e potência efetiva

Os resultados obtidos (incluindo as componentes de resistência) devem ser comparados com os resultados obtidos da série sistemática, com explicação técnica das diferenças observadas

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

O item seguinte da atividade 05 consiste em realizar a integração casco-hélice tanto analítica (manual), como através do software NAVCAD.

Admitindo que o diâmetro máximo do propulsor seja conhecido (referências e/ou navios semelhantes), deve-se selecionar e analisar o propulsor de maior eficiência dentro das seguintes restrições:

- níveis aceitáveis de vibração e cavitação
- rotação mínima aceitável aos motores.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Para a integração casco-hélice é fundamental a estimativa dos coeficientes de esteira e de redução da força propulsora adequados à forma de popa adotada

Na estimativa desses coeficientes (modelo e navio) devem ser avaliados, comparados e analisados mais de um método/ procedimento de estimativa desses coeficientes

Um dos métodos é **necessariamente** aquele recomendado pela serie sistemática.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

A integração manual casco-hélice (incluindo análise de cavitação) deverá ser feita para pelo menos um hélice

Deve ser descrito o procedimento, apresentados os cálculos e feitas as análises

Depois do procedimento manual a integração casco-hélice deve ser realizada através do emprego do programa NAVCAD

Na aplicação do procedimento deve ser **verificada a consistência entre os resultados**

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Inicialmente, deve ser **verificada a consistência entre os resultados do procedimento manual e computacional**

Em seguida deve ser desenvolvido um estudo de sensibilidade que possibilite a interpretação dos efeitos de parâmetros característicos do hélice (diâmetro (D), números de pás (Z), razão P/D e razão AE/A0) na variação da eficiência do hélice, no nível de cavitação e na rotação requerida

No estudo de sensibilidade devem ser claramente indicadas as hipóteses adotadas e as variáveis empregadas.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Finalmente, após selecionado o melhor hélice (inclusive considerando rotação motores existentes), deverá ser desenvolvida e apresentada a estimativa da potência de freio do motor considerando os diferentes termos de eficiência

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Observações Importantes

- a) Integração casco/hélice: A estimativa deverá incluir o fator de rugosidade e de extrapolação (“Allowance coefficient” - CA) e indicar claramente e conceitualmente as condições médias de casco e mar adotadas;

- b) **NAVCAD vs. Manual**: O grupo deverá realizar **explicitamente** uma avaliação com o software NAVCAD para as mesmas condições do estudo manual, ou seja, mesmo hélice

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Observações Importantes

c) **NAVCAD**: O uso do programa deverá incluir avaliação das séries (qual a série sugerida / mais adequada; existem outros métodos de estimativa?; etc.); explicação dos dados de entrada/saída do programa (“transom”, bulbo, LCB, área molhada, etc.); a avaliação e análise de hélices com diferentes números de pás (4, 5 e 6), diferentes AE/A0, etc.;

d) A análise de sensibilidade deverá incluir uma breve descrição do efeito dos parâmetros do hélice no seu desempenho (ver referência [7], itens 6.1-6.4; 7.1; 9.1-9.5). Adicionalmente, os gráficos de análise elaborados (eficiência águas abertas, cavitação e rotação) devem deixar claro quais parâmetros são constantes e quais variam;

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

- c) NAVCAD:** O uso do programa deverá incluir avaliação das séries (qual a série sugerida / mais adequada; existem outros métodos de estimativa?; etc.); explicação dos dados de entrada/saída do programa (“transom”, bulbo, LCB, área molhada, etc.); a avaliação e análise de hélices com diferentes números de pás (4, 5 e 6), diferentes AE/A0, etc.;
- d) A análise de sensibilidade deverá incluir uma breve descrição do efeito dos parâmetros do hélice no seu desempenho
Devem ser apresentados gráficos de análise elaborados (eficiência águas abertas, cavitação e rotação) devem deixar claro quais parâmetros são constantes e quais variam;

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Observações Adicionais:

1. Sugestão do processo de integração casco-propulsor [10]

To determine an optimum rotational speed N (RPM) for a propeller when absorbing certain delivered power P_D and a propeller diameter D in association with the ship speed V_S .

I. Propeller type is chosen depending on the ship type, maximum efficiency, noise reduction, ease of manoeuvrability, initial installation cost, running cost, maintenance requirements;

II. Number of blades is determined by the need to avoid harmful resonant frequencies of the ship structure and the machinery;

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Observações Adicionais:

1. Sugestão do processo de integração casco-propulsor [10]
- III. BAR (Blade Area Ratio) is chosen to avoid cavitation on the propeller blades. Larger the BAR results in less cavitation susceptibility but increase in section drag and hence a loss in the efficiency of the propeller. BAR is initially determined;
- IV. First it is necessary to determine a mean design Taylor wake fraction (w_T) from experience, published data or model test results;
- V. Advance propeller speed V_A can be determined as $V_A = (1 - w_T)V_S$;

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Observações Adicionais:

1. Sugestão do processo de integração casco-propulsor [10]

VI. Diameters of behind hull and open water are calculated as D_{max} is assumed to be usually percentage of the draught

$$D_{Max} = DB = a \cdot T$$

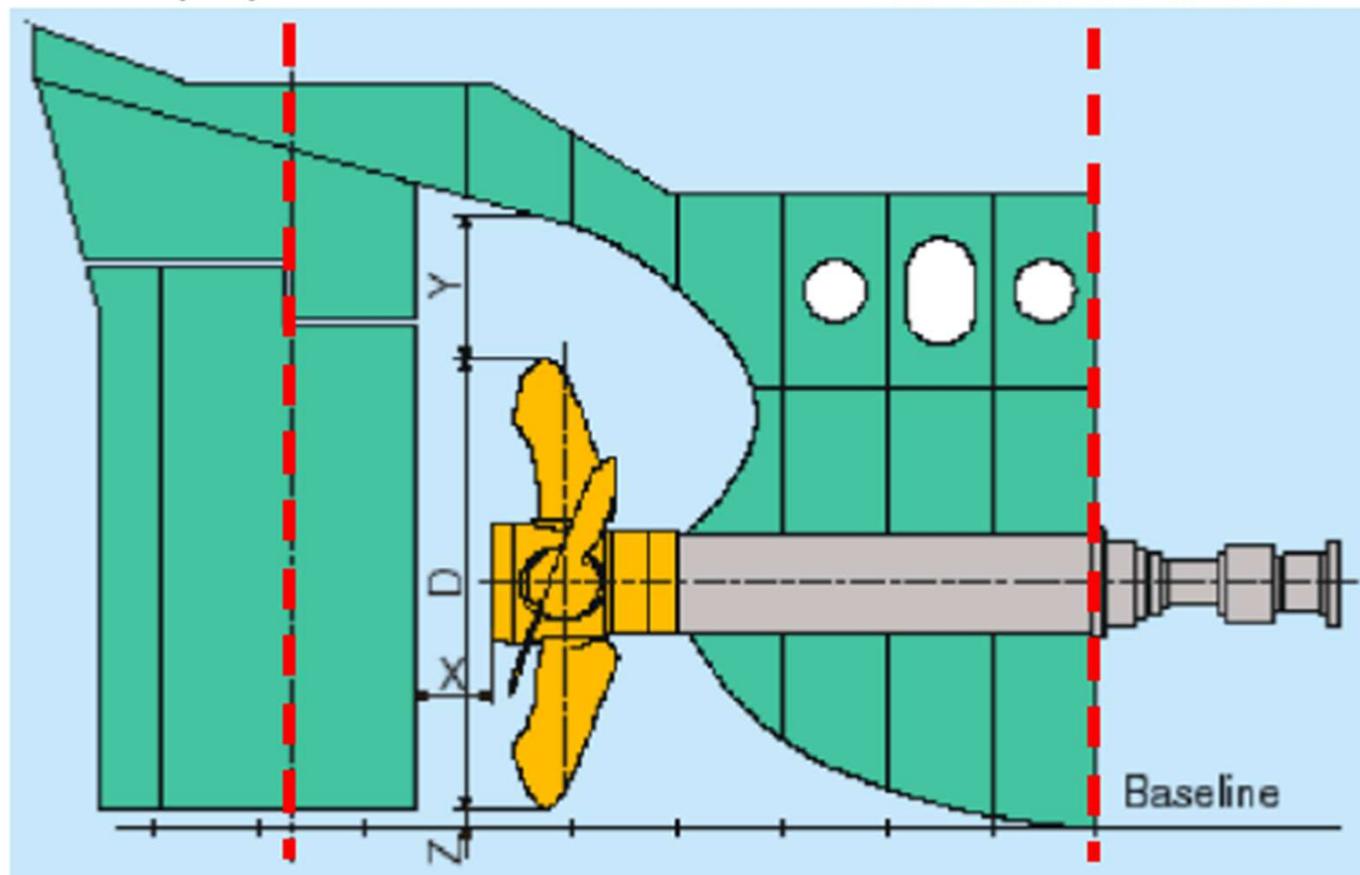
$a < 0.65$ for bulk carriers and tankers

$a < 0.74$ for container ships

where DB and T are the behind hull diameter and draught of the ship, respectively.

Aft perpendicular

Aft collision bulkhead



DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE 5

Integração Casco-Propulsor

Observações Adicionais:

When the diameter is determined the diameter should be as large as the stern of hull can accommodate, to obtain the maximum propeller efficiency. The typical figures of the clearances of propeller-hull, propeller-rudder and propeller-baseline should be:

X - 5% to 10% of D,

Y - 15% to 25% of D,

Z - up to 5% of D,

this DB should not exceed the limits of propeller-hull clearance

INTEGRAÇÃO CASCO - HÉLICE

REVISÃO DE CONCEITOS DE PNV3416

Determinação do hélice de maior eficiência que fornece o empuxo requerido para vencer a resistência ao avanço

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

Considerando as condições de regime permanente

Considerando também que $\bar{R}_T = R_T / (1 - t)$

$$\text{Resulta: } T = R_T / (1 - t) \quad (1)$$

$$Q_m \times e_t = Q_p \quad (2)$$

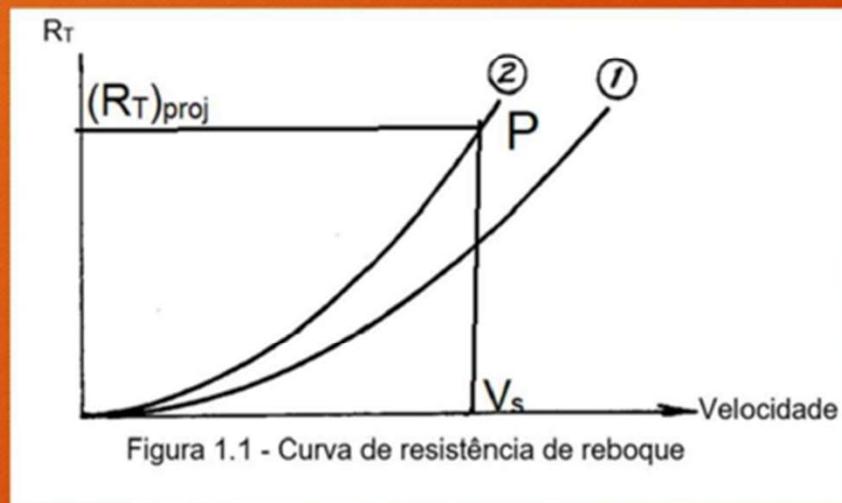
Na primeira equação aparece uma característica do casco e outra do hélice
A Característica do casco pode ser representada graficamente em função da velocidade – Veja Figura 1.1

A curva 1 representa condições de prova de mar

A curva 2 representa condições de projeto

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA



A curva 1 representa condições de casco limpo e mar calmo

A curva 2 representa condições médias de casco e mar

P é o ponto de projeto para a seleção do hélice

Para obtenção de P aplica-se uma margem de resistência ao valor obtido em ensaio

MR = 15 a 25 %

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

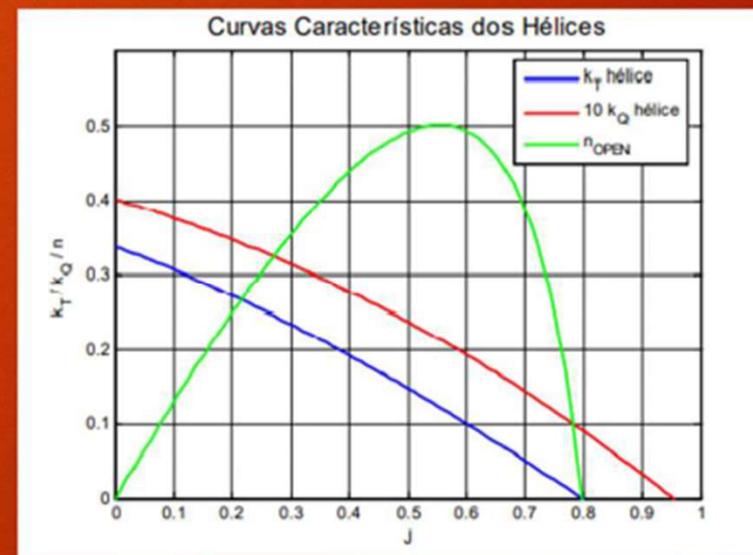
As características do hélice são apresentadas em diagramas de série sistemática

ADIMENSIONAIS

$$K_T = T / \rho N^2 D^4$$

$$K_Q = Q / \rho N^2 D^5$$

$$J = V_a / N D = V(1-w) / N D$$



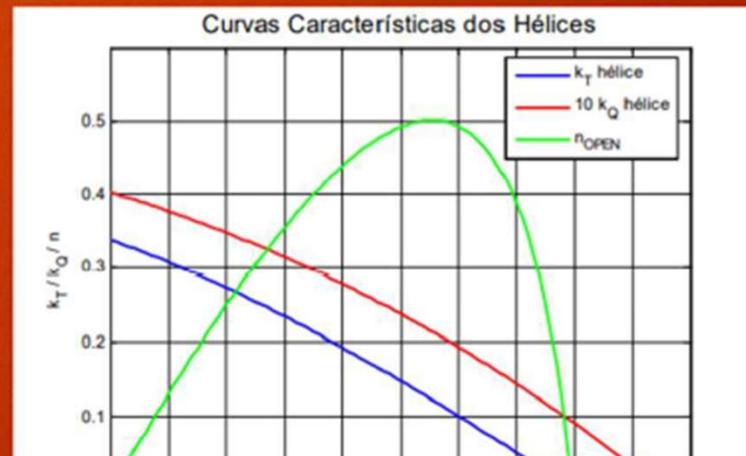
PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

Para resolução da equação (1) precisa-se do empuxo do hélice T

Como trabalhar com esta informação?

Adimensionalizar a equação (1)
dividindo os 2 membros por:
 $\rho N^2 D^4$



PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

Adimensionalizando a equação (1) resulta:

$$\frac{T}{\rho N^2 D^4} = \frac{R_T/(1-t)}{\rho N^2 D^4} \quad (3)$$

O segundo termo é definido como $(K_T)_{casco}$

$$(K_T)_{casco} = \frac{R_T/(1-t)}{\rho N^2 D^4}$$

Pode-se resolver graficamente a equação (3) colocando a curva de $(K_T)_{casco}$ no diagrama de série sistemática do hélice

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

Antes de colocar a curva de $(K_T)_{\text{casco}}$ no diagrama do hélice vamos lembrar o objetivo do projeto:

Queremos selecionar o hélice de maior eficiência em água aberta

Para isto devemos adotar o diâmetro máximo permitido para o hélice

a) Assim, na função $(K_T)_{\text{casco}}$ substituímos D por D_{max}

b) Como D está fixo deve-se a rotação torna-se a variável independente

$$N = V_a / J D = V(1 - w) / J D$$

c) Fixa - se o valor: $V = V_s$

e adota -se condições médias de casco e mar, ou seja

$$(R_T)_{\text{CMCM}} = (1 + MR) R_T$$

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

Obtém-se então

$$(K_T)_{\text{casco}} = (1 + MR) R_T / [(1 - t) V_s^2 (1 - w)^2 D_{\text{max}}^2] J^2$$

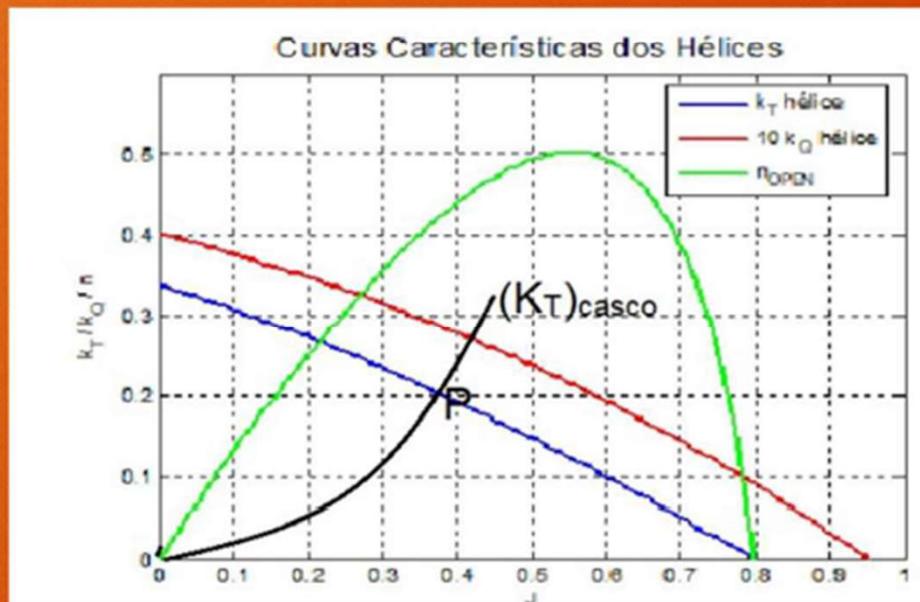
Representando a curva no diagrama do hélice encontra-se o ponto de operação do hélice: P que fornece o valor do coeficiente de avanço para a condição de projeto J_{proj}

Obtém-se o valor da rotação: $N_{\text{proj}} = V_s(1 - w) / J_{\text{proj}} D_{\text{max}}$

Pode se determinar as demais variáveis do diagrama

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA



RESULTADOS IMPORTANTES

- Eficiência em água aberta de projeto
 η_{p0}
- $(K_Q)_{proj}$

PROJETO DE INSTALAÇÕES PROPULSORAS

PROJETO DA INSTALAÇÃO PROPULSORA

PRIMEIRO RESULTADO IMPORTANTE:

- Eficiência em água aberta de projeto - η_{p0}
- Cada diagrama corresponde a um número de pás e uma razão de área expandida
- Foi representada uma curva de K_T para uma dada relação passo/diâmetro (p/D)
- Pode-se desenhar curvas para outros valores de (p/D)
- Obtém-se para cada valor de p/D o correspondente η_{p0}
- Deve ser selecionada a razão passo-diâmetro que fornece o maior valor de η_{p0}
- Aplica-se o mesmo procedimento para os demais diagramas com valores distintos de número de pás e razão de área expandida

SUGESTÃO:

Preparar uma tabela, indicando para valor de P/D os correspondentes valores de eficiência do propulsor em água aberta, rotação do hélice e nível de cavitação