**Modelo Relatório Atividade 05**

Título: **Integração Casco-Hélice**

Grupo:

Autores: Nome: XXX XXXX; No. USP: XXXX

1. **Introdução**

TEXTO

*Resumo simplificado dos principais resultados das fases/atividades anteriores.*

* 1. Requisitos de Projeto

TEXTO / TABELA

*Introduzir sempre requisitos de projeto;*

* 1. Características gerais do navio em projeto

TEXTO / TABELA /FIGURAS

*Principais resultados das atividades anteriores (****dimensões principais, adimensionais, deslo-camento na condição de projeto,*** *etc.);*

***Observação****: As informações devem ser restritas àquelas que se usarão e são fundamentais para o desenvolvimento da atividade;*

1. **Resistência ao avanço – NavCad**

TEXTO

*Breve introdução da atividade a ser desenvolvida no item;*

*Descrição resumida dos resultados obtidos pela série sistemática (resistência e potência efetiva – sem/com CMCM);*

*Observação: Série usualmente utiliza LPP, enquanto programa NavCad emprega LWL;*

* 1. Introdução ao programa

TEXTO

*Introduzir e explicar as principais variáveis do problema, ou seja,* ***condições de análise*** *(aqui as dimensões do navio são importantes, outras variáveis mais específicas não precisam ser introduzidas);*

*Deixar claro, com pequena descrição, “scope” da análise, ou seja, qual o conceito envolvido com o procedimento ITTC-78;*

*Não é necessário mostrar janelas com informações básicas (sistema SI é consideração padrão, densidade, gravidade e outras). Ao meu ver, bastaria citar/definir;*

* 1. Características do casco (/navio) em projeto

TEXTO / FIGURAS

*Apresentar dimensões principais, deslocamento, etc. Coeficientes adimensionais, comentar quais valores estão sendo utilizados (idealmente aqueles obtidos do desenho em CAD no navio em projeto) e discutir/apresentar/comparar, caso empregado, as estimativas fornecidas pelo programa (por exemplo, superfície molhada e LCB);*

*Idealmente, não deve existir trim na condição de projeto (LCB =LCG), o estudo dependendo tanto da distribuição do espaço (LCG), como do desenho do casco (LCB);*

* 1. Características específicas do navio (apêndices), condições ambientais e margem

TEXTO / FIGURAS

*Comentar se o projeto inclui algum apêndice no estudo. Em estudos mais avançados poderia ser incluído o “bilge keel” e, em navios mais modernos, bow thrusters(definition = component);*

*Com relação ao comportamento em ondas (“seas”), esta parcela está incluída na parcela definida como CMCM (condições médias de casco e mar) e que inclui dos efeitos: estado de limpeza do casco (“Fouling”) e estado de mar. Apesar do item “margin” incluir uma margem de projeto em função da fase de projeto, sugere-se utilizar este item para introduzir as CMCM;*

* 1. Estimativa de resistência

TEXTO / TABELA /FIGURAS

*Escolher a regressão que melhor representa o navio em projeto (independente da série adotada para estimativa manual);*

*Com relação à estimativa da parcela viscosa, a seleção “standard” é definida em função das recomendações da ITTC-78, enquanto que a definição “custom’ caracteriza um conhecimento do projetista;*

*Os itens “hull form factor” e “correlation allowance” podem ser definidos pelo usuário ou selecionados pelos diferentes modelos propostos, comentar procedimento utilizado;*

*Item “speed correction” não se aplica (comentários manual);*

*Apresentar GRÁFICOS e TABELAS obtidas;*

1. **Conclusão/análise comparativa da estimativa resistência ao avanço: Série sistemática vs. NavCad**

TEXTO

* 1. Apresentação resultados série sistemática

*TABELA*

*Apresentar claramente os coeficientes de resistência utilizados pela série sistemática, incluindo estimativa da superfície molhada, CA, etc.;*

*Exemplo - Protótipo (Navio)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Velocidade (nós)** | **Fr** | **Rn** | **Cf**  **(x 10-3)** | **Cr**  **(x 10-3)** | **Ca**  **(x 10-3)** | **Ct**  **(x 10-3)** | **Resistência (kN)** | **RCMCM**  **(kN)** |
| XX,X | X,XX | X,XXXE+XX | X,XXX | X,XXX | X,XXX | X,XXX | X,XX | X,XX |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* 1. Apresentação resultados procedimento NavCad

*TABELA*

*Apresentar claramente os coeficientes de resistência utilizados pela série sistemática, incluindo estimativa da superfície molhada, CA, etc.;*

Exemplo



* 1. Comparação, análise e conclusão

*Na comparação dos dois procedimentos é importante notar que as tabelas possuem coeficientes diferentes decorrentes dos diferentes processos de estimativa (usualmente a série sistemática emprega o método tradicional de Froude, ou seja, a separação em componente de atrito e residual). Considerações análogas podem ser colocadas em relação ao valor de CA, assim como da estimativa da superfície molhada;*

*Muitas vezes, a diferença observada entre resultados não decorre da precisão/erro de um método ou de outro, mas simplesmente devido ao processo de extrapolação modelo-protótipo;*

*GRÁFICO COMPARATIVO (RESISTÊNCIA E POTÊNCIA EFETIVA)*



*A definição (/conclusão) do valor de resistência/potência efetiva a ser emprego na integração casco-hélice depende de uma análise das tabelas, da adequação da série/regressão adotada, do expertise do projetista. Geralmente, em fases iniciais de projeto, as estimativas adotadas são conservadoras.*

1. **Integração casco-hélice**

TEXTO

*Descrever sucintamente os objetivos e o processo de interação casco-hélice (definir o ponto de operação do hélice que satisfaça a condição de resistência do navio para a velocidade de serviço especificada);*

*É extremamente importante deixar claro nessa seção as condições iniciais do procedimento de integração casco-hélice, ou seja, o resultado da estimativa de resistência (atividade 04) em condições médias de casco e mar (CMCM);*

* 1. Definições e caracterizações iniciais
     1. Seleção diâmetro do hélice

*Apresentar e discutir a seleção do diâmetro do* ***hélice INICIAL*** *considerando: Diâmetro máximo, maior eficiência; grandes diâmetros, baixas rotações, incompatibilidade com motores; limites construtivos; folgas necessárias/sugeridas na região de popa; navios semelhantes;*

* + 1. Cavitação

*Apresentar e interpretar o* ***critério de Keller*** *(esse critério pode ser usado no estudo de análise de sensibilidade aplicado aos propulsores, pois caracteriza razão AE/A0 mínimo de cavitação);*

*Apresentar e discutir/comentar o* ***critério de Burrill*** *(esse critério caracterizou níveis de cavitação no dorso/na face da pá do hélice e é usualmente empregado para verificação inicial do nível de cavitação;*

* 1. Integração casco-hélice manual

*Apresentar sucintamente as condições do estudo (calado, tipo/gráfico do hélice, critério/condição de cavitação, imersão do hélice, etc.);*

***Observação****: O objetivo desse item é entender o* ***processo de acoplamento*** *entre os requisitos do casco e a capacidade de empuxo do hélice e adquirir uma* ***sensibilidade inicial das ordens de grandeza*** *das diferentes variáveis;*

* + 1. Definição coeficientes hidrodinâmicos

*Apresentar a metodologia de estimativa dos coeficientes hidrodinâmicos, ou seja, coeficiente de esteira (****w****), coeficiente de redução da força propulsora (****t****), eficiência relativa rotativa (****ηrr****);*

*Solicita-se que esses coeficientes sejam obtidos por duas estimativas independentes, obrigatória- mente, pela série sistemática e por outra estimativa encontrada na literatura. Sugere-se, uma comparação e seleção de um valor consistente;*

* + 1. Desenvolvimento integração casco-hélice (curvas KT-KQ-J)

*GRÁFICO/TABELA*

*Desenvolver a definição da curva KTCasco; realizar graficamente a integração das curvas KTCasco e KTHélice, caracterizar a seleção do hélice de maior eficiência e apresentar os resultados em tabela (parâmetros geométricos do hélice, adimensionais, eficiência, rotação (RPM), etc.);*

* + 1. Definição da potência de freio, PB (potência requerida na saída do motor)

*TABELA*

*Descrever* ***sucintamente*** *a metodologia utilizada para a obtenção da potência de freio (potência requerida do motor), apresentando/discutindo as diversas eficiências componentes e a composição final para a definição da potência;*

*Utilizar dois processos:*

*- Através da definição de empuxo (ponto de interseção das curvas KTs);*

*- Através da definição do torque (curva KQHélice);*

*(Observação: Os resultados deverão ser aproximadamente iguais);*

* + 1. Verificação do critério de cavitação de Burrrill

*GRÁFICO*

*Introduzir os principais parâmetros do critério (atenção especial aos parâmetros de imersão do propulsor), indicar no gráfico o ponto de operação e discutir o resultado;*

* 1. Integração NavCad

*Desenvolver para a* ***mesma condição do processo manual****, o estudo de integração casco-hélice através do software NavCad;*

*Indicar claramente os dados de entrada adotados com relação aos parâmetros gerais (coeficientes hidrodinâmicos), parâmetros do hélice, sistema de transmissão e correções. Comentar e discutir os as diferenças entre os métodos;*

*Observações: 1)Sendo o* ***passo do hélice*** *um dado de entrada, recomenda-se desenvolver o estudo para* ***três valores*** *em torno do resultado da solução manual; 2) A integração casco-hélice deve ser desenvolvida* ***somente*** *para a* ***velocidade de projeto****, uma vez que o interesse é especificar a potência de freio de projeto (Não é necessário, mesmo sem sentido, desenvolver o estudo para uma faixa de velocidades);*

* + 1. Resultados, análise comparativa e conclusões

*TABELAS*

*Apresentar os resultados do estudo, ou seja, prediction results e propeller performance;*

1. **Estudo de sensibilidade para a seleção do propulsor (/hélice)**

*Descrever resumidamente a metodologia do estudo de sensibilidade do desempenho (eficiência, η0 e cavi-tação) do hélice em função da variação dos parâmetros geométricos característicos do propulsor (diâmetro, número de pás, razão passo-diâmetro, razão área expandida);*

*Definir nível de cavitação desejado (usualmente ≤ 5% ou ≤ 2,5%), AE/A0 ≥ mínimo estabelecido pelo critério de Keller, deixar claro em cada condição de análise o que varia, o que é mantido constante;*

*Sugestão:*

* *Variação do* ***número de pás*** *mantendo diâmetro e AE/A0 constantes; escolhendo-se a razão P/D considerando eficiência, nível de cavitação e rotação do propulsor;*

ANÁLISE / TABELAS / GRÁFICOS

* *Variação do* ***diâmetro*** *(para faixa de valores realista, comentada), número de pás constante (4 e/ou 5 pás), AE/A0 constante, variando P/D. Analisar em função da eficiência, nível de cavitação e rotação;*

ANÁLISE / TABELAS / GRÁFICOS

* *Para o número de pás e diâmetro selecionados, avaliar o efeito da* ***razão de área expandida****, AE/A0  no desempenho do propulsor (eficiência e cavitação) em função do P/D,*

ANÁLISE / TABELAS / GRÁFICOS

*Observação: A variação do diâmetro e, consequentemente, seu posicionamento em relação à linha de base (keel line) do navio, afeta a imersão do propulsor e, portanto, a cavitação;*

* 1. Estudo da variação sistemática dos parâmetros do hélice, análise de sensibilidade (eficiência, cavitação e rotação);
     1. Efeito número de pás;

ANÁLISE / TABELAS / GRÁFICOS

* + 1. Efeito variação do diâmetro;

ANÁLISE / TABELAS / GRÁFICOS

* + 1. Efeito variação *AE/A0*

ANÁLISE / TABELAS / GRÁFICOS

 

Exemplo de gráfico/análise



Exemplo de gráfico/análise

* + 1. Conclusão
  1. Definição da potência de freio, PB (potência requerida na saída do motor)

*TABELA*

*Após a análise de sensibilidade, selecionado o propulsor de melhor desempenho, apresentar os resultados finais do processo de caracterização da potência de freio do motor;*

*Verificar/avaliar a consistência/expectativa (ordem de grandeza) dos resultados (potência e rotação) em relação às estimativas iniciais (e/ou semelhantes);*

1. **Conclusões e recomendações gerais**

TEXTO

1. **Referências**

**Apêndices**