

JOÃO MORO

Engº Naval, Escola Politécnica da USP, 1975

MODELO DE SÍNTESE DE PROPULSÃO

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da USP para a obtenção
do Título de Mestre em Engenharia.

W
Orientador: Prof. Dr. *HERNANI LUIZ BRINATI*
Professor Assistente Doutor do Departamento
de Engenharia Naval da E.P.U.S.P.

São Paulo, 1979

FD 289

A minha esposa

Helena Chiguemi Yamamoto Moro

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Professor *HERNANI LUIZ BRINATI* pela orientação e valiosas sugestões ao longo da pesquisa.

A *FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*, que apoiou o Plano de Pesquisa.

Ao Sr. *MANOEL ROBLES* pelos trabalhos de ilustração.

A Srta. *JANE RODRIGUES VIEIRA* pelo ótimo trabalho de datilografia e edição.

R E S U M O

Neste estudo é analisado o problema da determinação de um modelo que permita a sintetização e análise de desempenho de um grande número de instalações propulsoras Diesel alternativas e conseqüente escolha da solução ótima no menor tempo possível.

O modelo é formulado para atender os objetivos: estima de resistência a propulsão; escolha da instalação propulsora ótima (com ou sem engrenagem redutora) para um casco dado e escolha do hélice de máximo rendimento para um conjunto casco-motor disponível.

Para a formulação do modelo é empregado um método de busca direta (busca exaustiva), com aplicação de restrições adequadas, e sistematizado para minimizar o tempo de processamento. São desenvolvidas, pela ordem, as soluções para instalação propulsora com acoplamento direto e com redução. Em seguida, é apresentada a solução para a escolha do hélice para um conjunto casco-motor. Finalmente é formado um procedimento, para análise do desempenho do sistema propulsor para diferentes condições de operação.

São mostrados e analisados alguns exemplos que ilustram a aplicação do modelo de síntese nas diferentes situações possíveis. São apresentadas as principais conclusões do trabalho.

A B S T R A C T

This study is concerned with the formulation of a procedure which permits the synthesis of a large number of alternative Diesel power plants and the selection of the best solution in the shortest-time as possible.

The synthesis model (procedure) is developed in order to meet the following purposes: evaluation of ship resistance, choice of the best propulsion system (either with or without reduction gears) for a given ship hull, and selection of the most efficient screw for a given engine-hull combination.

In the model formulation it is made use of a direct searching method, with the application of appropriate constants; and designed to minimize the computer processing time. It is then developed in sequence the solution for low speed diesel engines (direct coupling) and medium speed diesel engines (with reduction gear) plants. It is presented next the solution of the best propeller for a given hull engine combination. At the end, it is developed a method for propulsion system performance analysis for different operation conditions.

A set of examples are shown in order to illustrate the procedure application. The results are analysed and the main conclusions are presented.

I N D I C E

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Índice	iv
CAPÍTULO 1 - IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	
1.1 Introdução	1.1
1.2 Resumo Bibliográfico	1.3
1.3 Objetivos	1.4
1.4 Linhas Gerais do Trabalho	1.5
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS	
2.1 Introdução	2.1
2.2 Cálculo de Resistência a Propulsão	2.1
2.3 Série Sistemática B-Troost para Cálculo de Hélices	2.3
2.4 Interação do Sistema Casco-Hélice-Motor	2.5
2.4.1 Considerações gerais	2.5
2.4.2 Curvas características do casco	2.6
2.4.3 Curvas do propulsor	2.7
2.4.4 Curvas características do motor	2.8
2.4.5 Equações do Movimento.	2.9
2.4.6 Determinação de um conjunto hélice-motor.	2.10
CAPÍTULO 3 - MÉTODOS DE RESOLUÇÃO	
3.1 Introdução	3.1
3.2 Função do Mérito	3.2
3.3 Solução para Acoplamento Direto	3.3
3.3.1 Considerações gerais	3.3
3.3.2 Ampliação do catálogo de motores	3.4
3.3.3 Método de resolução	3.4

- 3.3.4 Descrição do método 3.5
 - 3.3.4.1 Hélice de máximo rendimento 3.5
 - 3.3.4.2 Busca de motores compatíveis. 3.8
 - 3.3.4.3 Busca de motores admissíveis 3.9
 - 3.3.4.4 Projeto de novo hélice 3.11
- 3.4 Solução para Acoplamento com Redução 3.12
 - 3.4.1 Considerações gerais. 3.12
 - 3.4.2 Método de resolução 3.13
 - 3.4.3 Descrição do método 3.13
 - 3.4.3.1 Hélice de máximo rendimento 3.13
 - 3.4.3.2 Escolha do sistema motor-redutor 3.14
- 3.5 Escolha do Melhor Sistema 3.15
- 3.6 Cálculo de Hélice para o Sistema Casco-Motor 3.16
 - 3.6.1 Considerações gerais 3.16
 - 3.6.2 Descrição do método 3.16
- 3.7 Análise do Desempenho do Sistema 3.17

CAPÍTULO 4 - COMENTÁRIOS E RESULTADOS

- 4.1 Introdução 4.1
- 4.2 Exemplo 1 4.1
- 4.3 Exemplo 2 4.4
- 4.4 Exemplo 3 4.6
- 4.5 Exemplo 4 4.6

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

APÊNDICE A - CÁLCULO DE RESISTÊNCIA A PROPULSÃO PELA SÉRIE BSRA

APÊNDICE B - COMENTÁRIOS E DIAGRAMA DE BLOCOS DO PROGRAMA

APÊNDICE C - LISTAGEM DO PROGRAMA

BIBLIOGRAFIA

CAPÍTULO 1

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

1.1 · *Introdução*

Uma das características mais marcantes do projeto do navio é seu caráter eminentemente reiterativo, onde as soluções obtidas em estágios anteriores são analisadas, alteradas e refinadas, a fim de que se consiga obter o sistema ótimo, em função dos critérios, técnicos e econômicos adotados.

Dentro desse processo, algumas das mais importantes tarefas são a estima de resistência a propulsão e o cálculo do hélice. Estas tarefas, que não passado já eram da mais alta relevância, hoje são mais importantes uma vez que a crise energética por que passamos torna imperativo a escolha do sistema mais eficiente, isto é, o de menor consumo de combustível. O problema de minimização do consumo de combustível se converte em uma maximização de coeficiente propulsivo, uma vez que o consumo específico dos motores atuais é praticamente igual.

Do quadro exposto acima é que se realça a necessidade de criação de modelos, que permitam a sintetização e análise de um grande número de instalações propulsoras Diesel alternativas e conseqüente escolha da solução ótima no menor tem

po possível.

O problema a ser resolvido está ilustrado nas figuras 1.1a e 1.1b, que mostram duas condições diferentes da utilização do modelo.

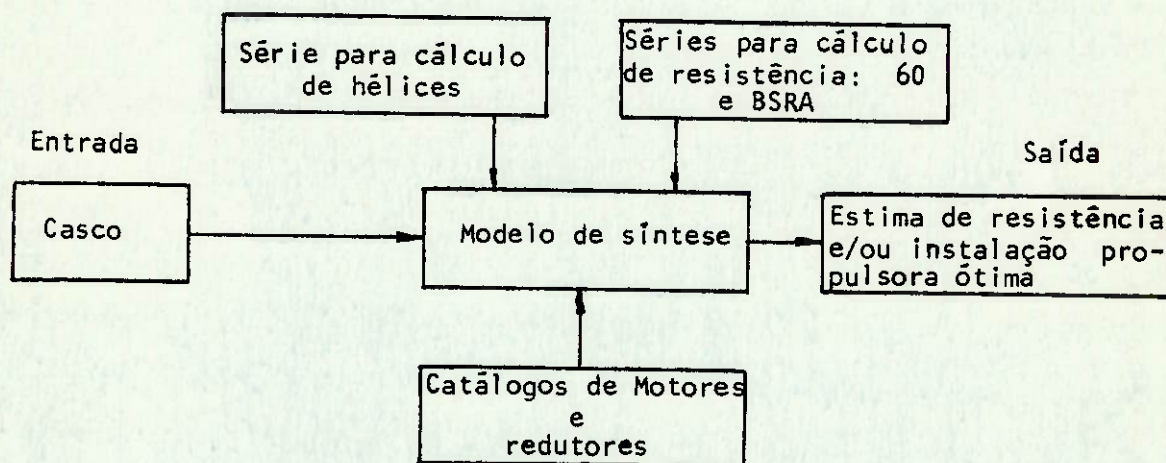


Fig.1.1a - Representação esquemática do problema a ser resolvido

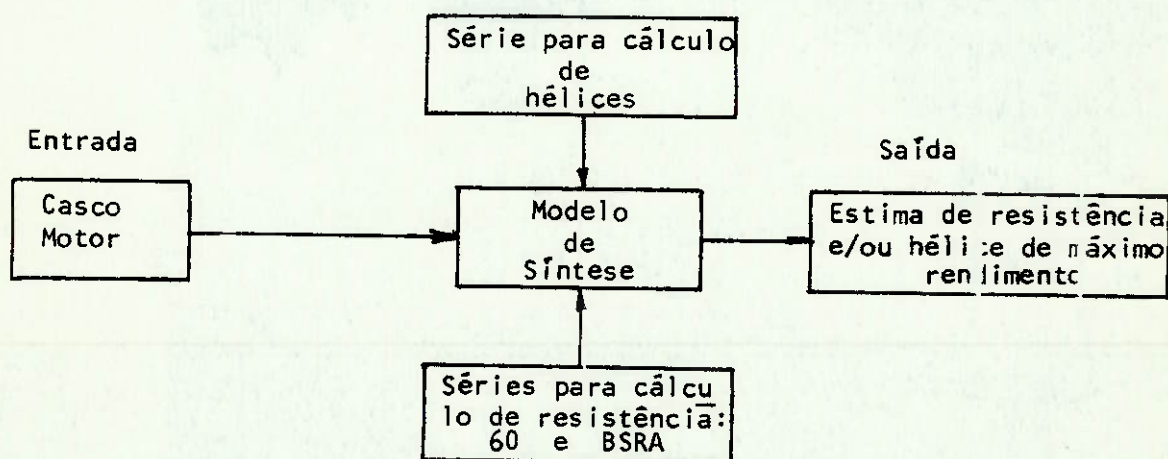


Fig.1.1b - Representação esquemática do problema a ser resolvido

A utilização do modelo exige o conhecimento de um conjunto de informações. Em primeiro lugar é preciso conhecer a velocidade de projeto do navio e a rota (fator de serviço). É necessário o fornecimento de características geométricas do casco, deslocamento e posição da praça de máquinas (estima da eficiência de transmissão). São necessários os seguintes dados referentes ao hélice: número de pás; diâmetro máximo; imersão do eixo e restrições aos limites de cavitação. No caso de se dispor do motor é preciso conhecer as potências e rotações para serviço contínuo e máximo contínuo.

Na resolução o modelo admite que a resistência a propulsão seja fornecida ou possa ser calculada por uma das séries (60 ou BSRA); que o hélice pertença a série conhecida B-Troost e que no caso da figura 1.1a o motor e o redutor se enquadrem nos catálogos que o modelo utiliza.

1.2 *Resumo bibliográfico*

A utilização do computador como ferramenta de auxílio em projetos de engenharia naval já vem de alguns anos, principalmente na análise de comportamento estrutural do navio, síntese de seções estruturais, análise de vibrações e programas que eliminam cálculos lentos e repetitivos no programa preliminar. Todavia, sua utilização na síntese de instalações propulsoras é bem recente, sendo poucos os trabalhos até hoje desenvolvidos neste sentido.

Entre estes últimos podemos destacar o trabalho de

Holtrop (8), onde o autor procura definir uma diretriz para a escolha da instalação propulsora no projeto integrado do navio. Já nos trabalhos de Szajnbok (2), (7) e (10) a preocupação maior é em se determinar, a partir das características de resistência a propulsão da embarcação, o sistema propulsor para acoplamento direto, definindo o par hélice-motor que se adapta ao casco em estudo. Nos trabalhos de Szajnbok (2), (10) o problema é resolvido, mas a solução nem sempre é otimizada. De fato, quando o modelo não encontra um motor compatível para o casco em estudo, ele seleciona um hélice que absorva a potência nominal do motor admissível a rotação nominal para a velocidade de projeto (v_g) do navio, e não o hélice que absorva a mínima potência do motor para garantir que o navio desloque na velocidade de projeto. Em alguns casos, inclusive, o procedimento não encontra solução (2).

1.3 *Objetivos*

O objetivo primordial deste trabalho é o de elaborar um programa de computador que permita definir, de uma maneira rápida e sistemática, a instalação propulsora ótima, de acordo com um dado critério, utilizando motores diesel de baixa rotação (acoplamento direto) ou de média rotação (acoplamento com redução). Os motores de alta rotação não estão sendo considerados, pois as potências das embarcações consideradas são relativamente altas.

O modelo desenvolvido para síntese do sistema pro-

pulsor é suficientemente genérico de modo a tornar viável sua utilização em uma larga faixa de aplicações. A flexibilidade do programa permite seu emprego em diversas fases do projeto, como mostrado a seguir:

- a) Em uma fase inicial do projeto preliminar, quando o casco ainda não está perfeitamente definido. Neste caso, o programa efetua uma estimativa da resistência a propulsão, através de séries sistemáticas e calcula o hélice e o motor (necesário para cálculo de pesos do navio).
- b) Em uma fase mais adiantada do projeto, quando se dispõe da curva de resistência (mediante realização de ensaios) e se quer estimar o melhor sistema propulsor.
- c) Em uma terceira situação, quando já se dispõe de um casco e de um motor e se deseja determinar o hélice de máximo rendimento para este sistema, tal que o casco se desloque à velocidade de projeto.

1.4 *Linhas gerais do trabalho*

Esta dissertação apresenta o procedimento utilizado para formulação do modelo de síntese, de propulsão que atende os objetivos estabelecidos para secção anterior.

Os fundamentos teóricos são apresentados no capítulo 2. O capítulo 3 mostra os métodos utilizados para a resolução do problema. O capítulo 4 mostra exemplos de aplicação do mo-

delo com análise dos resultados. No capítulo 5 são apresentadas conclusões e recomendações para continuação do trabalho . No Apêndice 1 é mostrado o método para estima da potência efetiva para cascos da série BSRA. No Apêndice 2 são apresentados os comentários e o diagrama de blocos do programa, e finalmente no Apêndice 3 é fornecida a listagem de computador do programa.

CAPITULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Introdução

São apresentados neste capítulo os fundamentos teóricos do procedimento empregado para síntese do sistema propulsor. Para cálculo do hélice é necessário conhecer a curva de resistência a propulsão do casco. Se esta curva ainda não é conhecida, ela pode ser determinada mediante o emprego de séries sistemáticas. Para esta finalidade o modelo de síntese incorpora duas séries sistemáticas para estima de resistência a propulsão que são usadas alternativamente, dependendo das características do casco: série 60 e série BSRA. É apresentado neste capítulo a formulação da série 60, enquanto que a série BSRA é descrita no Apêndice 1. São apresentados a seguir, neste capítulo, as noções básicas da série B-Troost que foi escolhida para projeto do hélice. Finalmente são apresentados algumas noções básicas para a interação do sistema casco-hélice-motor.

2.2 Cálculo de resistência a propulsão

Em estágios iniciais do projeto preliminar do navio não se dispõe de resultados de ensaios com modelos para de

terminação da resistência a propulsão do casco. O modelo de síntese desenvolvido permite calcular, nesta situação, a curva resistência do casco. Para tanto, ele faz uso dos resultados de séries sistemáticas. Uma das séries incorporadas no modelo é a série 60, cuja formulação é descrita a seguir.

O procedimento de cálculo de resistência é representado no modelo por uma subrotina. Esta destina-se ao cálculo da resistência total (R_T) e da potência efetiva (EHP) requeridos pelo navio para cada valor do vetor velocidade fornecido. A subrotina aproveita parte de um programa disponível no Núcleo de Desenvolvimento e Pesquisa do Navio, que é uma adaptação do programa proposto em (1). A estrutura da subrotina esta representada na figura 2.1 abaixo.

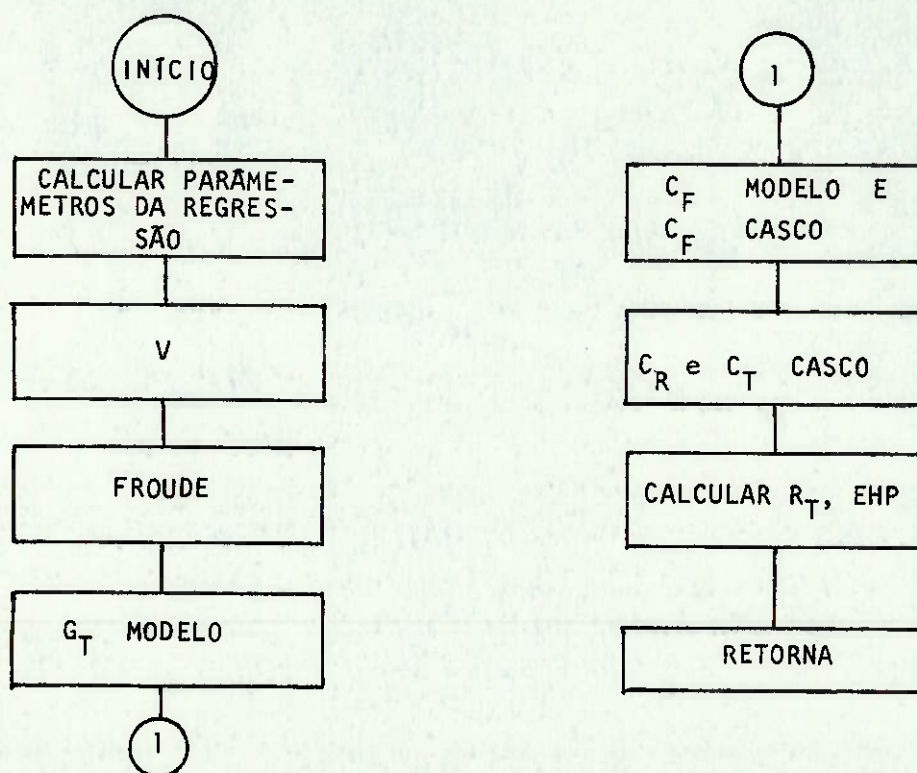


Fig.2.1 - Estrutura da subrotina para cálculo de resistência

Os parâmetros da regressão, citados na figura 2.1, são os coeficientes das equações que representam os gráficos da série 60 (3). Estas equações se destinam ao cálculo do coeficiente de resistência total (C_{T_M}) de um modelo de 400 pés de comprimento. Os parâmetros da regressão são calculados em função das características (comprimento (L), calado (H), boca (B) e deslocamento (Δ)) do casco em questão. Calculados os parâmetros e o número de Froude para cada valor do vetor velocidade fornecido, determina-se o correspondente valor de C_{T_M} .

O cálculo dos coeficientes de resistência de atrito, C_{F_M} para o modelo e C_{F_C} para o casco, é feito por um processo reiterativo, utilizando-se a formulação de Schoenherr(5). As estimativas iniciais baseiam-se nos valores propostos pela ITTC-1957.

Para o cálculo de resistência a propulsão emprega-se a hipótese de Froude que consiste em se admitir que o coeficiente de resistência residual, seja o mesmo para o modelo e o casco, ou seja, $C_{R_M} = C_{R_C} = C_R$. O coeficiente C_R é obtido da igualdade $C_R = C_{T_M} - C_{F_M}$. Assim, pode-se determinar o coeficiente de resistência total do casco através de $C_{T_C} = C_R + C_{F_R}$. Com os valores de C_{T_C} calculado para cada valor do vetor velocidade os valores de R_T e EHP são calculados.

2.3 *Série sistemática B-Troost para cálculo de hélices*

O cálculo de hélices pode ser efetuado através de séries sistemáticas ou pela teoria da circulação.

O modelo de síntese desenvolvido permite calcular hélices pela série sistemática B-Troost. Para esta série foram obtidos, através de uma série de ensaios no tanque de provas de Wageningen (4), as curvas do coeficiente de empuxo (KTH); do coeficiente de torque (KQH) e do rendimento do hélice em água aberta (η) contra o coeficiente de avanço (J). Estas curvas são mostradas na figura 2.2 para uma razão passo diâmetro (P/D).

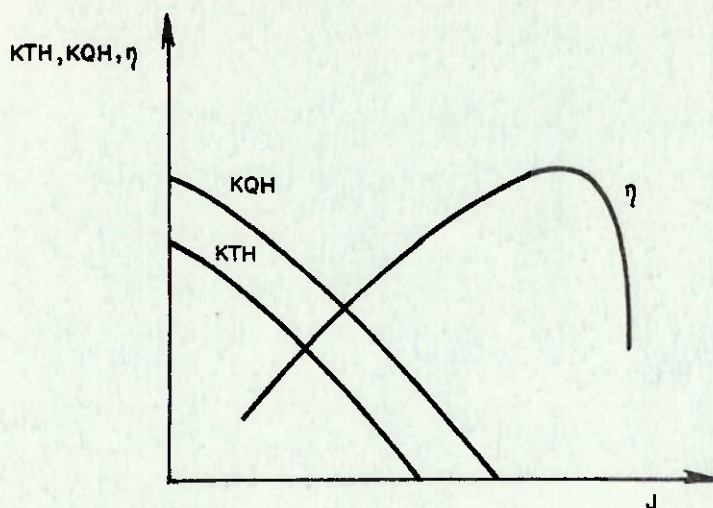


Fig.2.2 - Curvas dos coeficientes KTH, KQH e de η contra J

onde:

$$KTH = \frac{T}{\rho N^2 D^4} \quad \text{coeficiente de empuxo do hélice;}$$

$$KQN = \frac{Q}{\rho N^2 D^5} \quad \text{coeficiente de torque do hélice;}$$

e

$$J = \frac{v_a}{ND} \quad \text{coeficiente de avanço do hélice;}$$

T é o empuxo fornecido pelo hélice;
 ρ é a densidade da água na qual se move o hélice;
 N é a rotação do hélice;
 D é o diâmetro do hélice;
 Q é o torque (conjugado) absorvido pelo hélice;
 $v_a = v(1-w)$ é a velocidade de avanço do hélice em relação a água;
 v é a velocidade do navio;
 w é o coeficiente de esteira.

Estas curvas foram ajustadas por meio de polinômios. Estes são representados no modelo de síntese por funções como descritas a seguir:

$$KTH = \sum_{i,j,k,\ell} C_{ijkl} \cdot J^i \cdot (P/D)^j \cdot (Ae/Ao)^k \cdot Z^\ell \quad (2.1)$$

$$KQH = \sum_{m,n,o,p} F_{mnop} \cdot J^m \cdot (P/D)^n \cdot (Ae/Ao)^o \cdot Z^p \quad (2.2)$$

onde:

Z - é o número de pás do hélice;

C_{ijkl} , F_{mnop} - constantes obtidas da referência (4)

i,j,k,ℓ,m,n,o,p, - números inteiros obtidos da referência (4)

2.4 Interação do sistema casco-hélice-motor

2.4.1 Considerações gerais

Para que se consiga determinar os diversos pontos

possíveis de operação do sistema casco-hélice-motor é necessário que se disponha de um conjunto de características dos três elementos que estão envolvidos neste problema (11). Uma breve descrição das curvas características desses elementos é apresentada a seguir.

2.4.2 . Curva característica do casco

A curva característica do casco é a curva de resistência contra a velocidade que é função do calado do navio e das condições de casco e mar. Na figura 2.3 é mostrada esta curva para condições de projeto, ou seja, calado de projeto e condições de serviço. Entende-se como condições de serviço, as condições médias de casco e mar que o navio enfrentará na maior parte de sua vida útil.

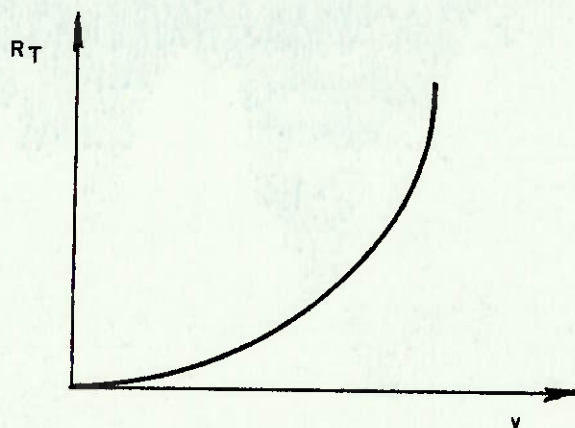


Fig.2.3 - Curva característica do casco

2.4.3 Curvas do propulsor

Em determinadas situações é conveniente que as curvas de hélice sejam apresentadas em forma dimensional. Realmente, para efeitos de interação com casco e motor é mais prático dispor respectivamente das curvas de empuxo e potência em função da velocidade de avanço, paramétricas em rotação, isto é:

$$T = T(v_a)_{N=cte} \quad (2.3)$$

$$PHP = PHP(v_a)_{N=cte} \quad (2.4)$$

A relação (2.3) pode ser obtida a partir da curva KTH $v_s J$. De fato, fixado o diâmetro de hélice, D , e a densidade da água, ρ , aquela curva expressa uma função entre T/N^2 e v_a/N . Ou, fixado N , tem-se T como função de v_a . Pode-se mostrar que as curvas $T(v_a)_{N=cte}$ (11) tem a forma indicada na figura 2.4.

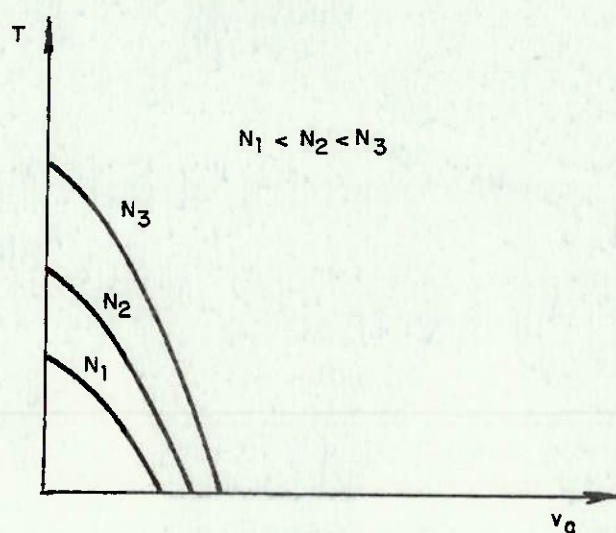


Fig.2.4 - Curvas de empuxo paramétricas em N

A relação (2.4) pode ser obtida a partir da curva KQH vs J . De fato, fixado o diâmetro do hêlice, D , e a densidade da água, ρ , aquela curva expressa uma função entre Q/N^2 e v_a/N . Ou, fixado N , tem-se Q como função de v_a . Pode-se mostrar que as curvas $PHP(v_a)_{N=cte}$ (11) tem a forma indicada na figura 2.5.

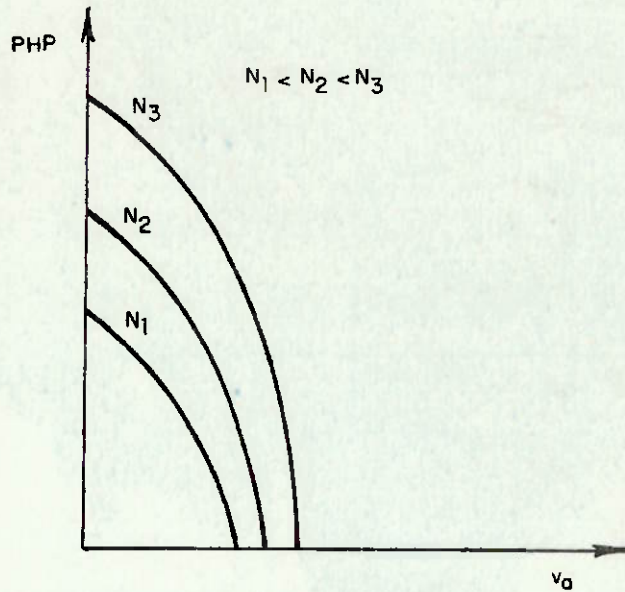


Fig.2.5 - Curvas da potência absorvida pela hélice paramétrica em N

2.4.4 Curvas características do motor

Para um motor de propulsão marítima são especificados dois níveis de potência: (nível 1; potência de serviço contínua ou normal e rotação de serviço contínua ou normal) e nível 2: máxima potência contínua e máxima rotação contínua). Neste trabalho será usada a notação potência nominal (BHPM) para a potência de serviço contínuo e rotação nominal (ROTM) para rotação de serviço contínuo.

rotação de serviço contínua.

As curvas de potência no freio (b.h.p.) correspondem cada uma, a um dado valor da quantidade de combustível injetada por ciclo (certa posição da bomba injetora). Essas curvas seriam retas se a pressão média efetiva (ou torque) para uma dada regulagem de injeção fosse constante com a rotação. Será admitida a linearidade das curvas, sendo que a curva denominada bhp serviço contínuo, para a qual o sistema deve ser projetado, é restrita pelo nível 1 e a curva denominada bhp máximo contínuo é restrita pelo nível 2. Estas duas curvas podem ser vistas na figura 2.6, onde os pontos A e B correspondem respectivamente aos níveis 1 e 2.

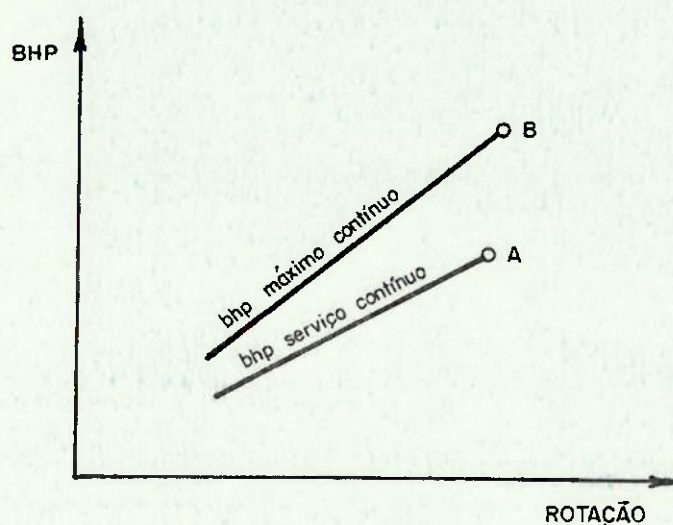


Fig.2.6 - Curvas características do motor

2.4.5 Equações do movimento

Para o movimento do navio em linha reta, aplican -

do-se as leis de Newton obtêm-se as equações:

$$m \frac{dv}{dt} = T(1-t) - R_T \quad (2.5)$$

$$I \frac{dN}{dt} = \frac{1}{2\pi} (Q_M \cdot e_T - Q) \quad (2.6)$$

onde:

m - massa total do sistema

I - momento de inércia total do sistema

t - coeficiente de correção da força propulsora

Q_M - conjugado motor

e_T - eficiência mecânica de transmissão

Os valores de m e I são tomados levando em conta os efeitos de massa hidrodinâmica.

2.4.6 Determinação de um conjunto hélice-motor

Será exemplificado o caso em que um determinado casco deva ser propelido a velocidade de projeto (v_s). Deseja-se determinar o ponto de operação do hélice das figuras 2.2, 2.4, e 2.5 e escolher-se um motor.

Resolução: O sistema propulsor é projetado para a velocidade de projeto e para condições de projeto.

Para velocidade constante, $dV/dt=0$, da equação (2.6) resulta $T(1-t)=R_T$ e o coeficiente de empuxo do navio pode ser escrita na forma:

$$KTN = \frac{R_T / (1-t) \cdot v_a^2}{\rho v_a^2 D^2 N^2 D^2} = \alpha \cdot J^2$$

pois,

$$\frac{R_T/(1-t)}{\rho v_a^2 D^2} = \alpha = \text{constante}$$

Colocando-se na figura 2.2 os pontos de KTN contra J vem

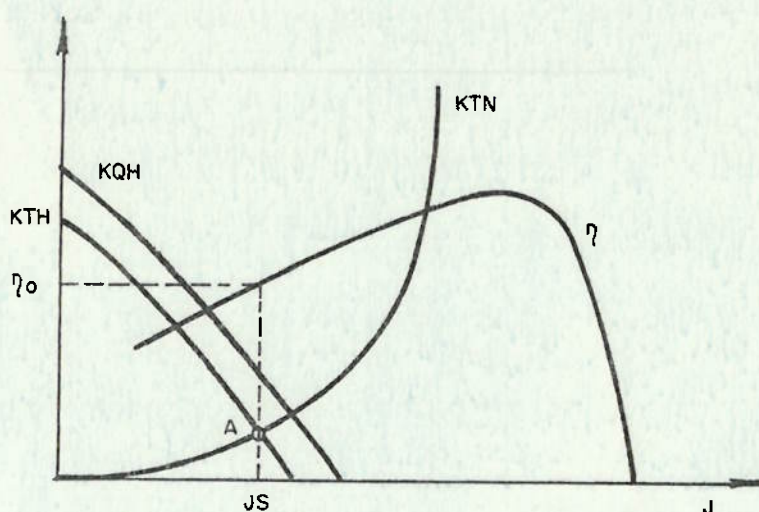


Fig.2.7 - Interação casco-hélice

O ponto A, onde $J=J_S$ e $KTN=KTH$ é o ponto de operação para a velocidade v_s . De $J_S = \frac{v_s (1-w)}{N_s D}$ resulta a rotação N_s , valor que o hélice deve trabalhar para que o casco seja propelido a velocidade v_s .

Uma conclusão importante da análise da figura 2.7 é que, existe uma correspondência unívoca entre uma dada velocidade do navio e uma certa rotação do hélice, ou seja, só existe uma rotação do hélice que assegura que o navio se destaqu a uma velocidade v . É claro que a velocidade de projeto

só é obtida se o motor fornecer a potência requerida (BHPH). A potência requerida é obtida pela expressão $BHPH = EHP/CP$, onde C_p é o coeficiente propulsivo. Determinando-se através do procedimento descrito, os pontos de operação para diversos valores de velocidade, resulta a curva de potência requerida versus velocidade como mostrado na figura 2.8.

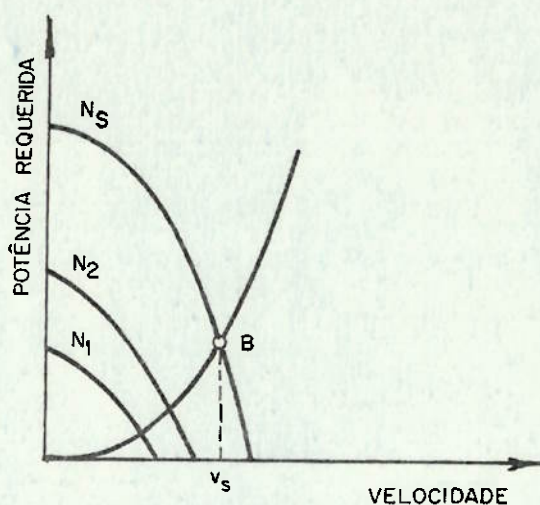


Fig.2.8 - Curva de potência requerida contra velocidade

Encontrando-se um motor cujo ponto nominal de operação coincida ou esteja suficientemente próximo de B, segundo um dado critério, o problema está resolvido.

O procedimento descrito não é o único que se serve para análise da interação casco-hélice-motor. Outros procedimentos também são adotados na elaboração do modelo, dependendo do problema tratado.

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE RESOLUÇÃO

3.1 Introdução

Neste capítulo serão apresentados os métodos utilizados para formulação do modelo de síntese conforme descrito na seção 1.1. O modelo é formulado de modo a atingir cada um dos objetivos definidos na seção 1.3. Inicialmente, será discutida a função de mérito escolhida para otimização da solução. Nas seções seguintes são descritas as soluções para cada um dos casos possíveis:

- conjunto motor hélice para instalação propulsora com acoplamento direto.
- conjunto-motor-reductor-hélice para instalação propulsora com redução mecânica.
- hélice para conjunto casco-motor.

Em resumo, o modelo desenvolvido por Szajnbok (2) será ampliado e aperfeiçoado. Assim:

- a) motores de média rotação e redutores são considerados.
- b) as subrotinas do modelo (2), utilizadas neste trabalho, são otimizadas para diminuir o tempo de processamento.
- c) quando não se encontra motor compatível, é selecionado

um hélice de rendimento máximo para a condição de projeto, que possa ainda absorver a potência nominal do motor admissível à rotação nominal.

3.2 Função de mérito

A escolha de uma instalação propulsora é influenciada por diversos fatores, tais como custo inicial, peso, espaço ocupado, confiabilidade, tipo de combustível, consumo específico de combustível, etc. Para levar em consideração todas essas variáveis seria necessário recorrer a um critério misto que ponderasse tanto os fatores econômicos como os fatores técnicos. Como este critério requer o conhecimento de uma série de informações, nem sempre disponíveis, ele não será utilizado.

Um critério mais simples de escolha seria o de minimizar o consumo de combustível, que depende da potência instalada e do consumo específico de combustível.

Consumo específico de combustível é a quantidade de combustível necessária para produzir uma unidade de potência por unidade de tempo.

A potência (BHPH) requerida para satisfazer os requisitos de projeto, está relacionada com a potência efetiva (EHP) através do coeficiente propulsivo (C_p) pela fórmula $C_p = EHP/BHPH$,

onde:

$$C_p = \eta \cdot e_h \cdot e_t \cdot e_r \cdot e_{rr}$$

- eficiência do hélice em água aberta;
- e_h - eficiência do casco;
- e_t - eficiência de transmissão mecânica; não incluindo perdas no redutor, quando for o caso;
- e_r - eficiência do redutor;
- e_{rr} - eficiência relativa rotativa;

Em vista de não se dispor do mapa de consumo de combustível para toda região de operação dos motores, mas sabendo-se que o consumo específico dos motores atuais é praticamente igual, no presente caso a seleção do sistema propulsor obedecerá a um critério mais simples baseado na mínima potência de máquina necessária para satisfazer os requisitos de projeto.

Alguns fatores citados no primeiro parágrafo, embora não incluídos no critério, são utilizados como restrições para a escolha do sistema pelo modelo.

3.3 Solução para acoplamento direto

3.3.1 Considerações gerais

Será tratado aqui o caso em que se deseja escolher o melhor sistema hélice-motor para o casco dado.

O modelo de síntese se baseia na existência de um conjunto de motores, doravante denominado por "Catálogo de Motores".

3.3.2 *Ampliação do catálogo de motores*

No "Catálogo de Motores" existente (2), constam apenas motores fabricados por algumas empresas: motores M.A.N. , modelos KZ 57/80F, KZ 60/105E, KZ 70/120E, KSZ 70/125, KSZ 78/155, KZ 86/160 F, KSZ 90/160, KZ 93/170 E e KSZ 105/180 fabricados pela Mecânica Pesada e os motores B & W, modelos K62 EF, K 74 EF, K 84 EF, K67 GF, K 80 GF, K 90 GF e K 98 GF fabricados pela Indústrias Villares. Foram acrescentados os motores Sulzer de baixa rotação, modelos RND 105, RND 90, RND 76 e RND 68 fabricados pela ISHIBRAS aumentando em 30% o banco de dados.

Introduziu-se uma codificação mais adequada aos motores a fim de se obter um acesso mais rápido através do computador.

Os motores de média e alta rotação não são utilizados para esta solução.

3.3.3 *Método de resolução*

Inicialmente, calcula-se o hélice de rendimento máximo que satisfaz o requisito de velocidade de projeto em condições de projeto. Como definido em 2.4.2, as condições de projeto representam as condições médias de casco e mar para o navio com calado de projeto.

A escolha de um motor deve ser feita de forma que sejam satisfeitos os requisitos de projeto do navio, com a me

nor potência instalada. Como no acoplamento do motor ao hêlice deve ser respeitada a compatibilidade de rotação, esta variável também é importante na escolha do motor. Levando em consideração a proximidade entre a potência requerida, BHPH, a uma certa rotação, ROTH, e a potência nominal do motor, BHPM, a rotação nominal, ROTM, são definidas as classes dos motores compatíveis e admissíveis. Essas definições são apresentadas mais adiante neste capítulo. Em resumo, um motor é compatível se: os valores de BHPM e ROTM estão bem próximos de BHPH e ROTH e se $ROTM \geq ROTH$. Para um motor admissível aceita-se uma maior distância entre os pontos (BHPM, ROTM) e (BHPH, ROTH).

Após calculado o hêlice de máximo rendimento que satisfaz as condições de projeto é feita a escolha de motores no "Catálogo de Motores".

Existindo motor compatível o problema está resolvido. Não encontrando-se motor compatível, busca-se admissíveis e um novo hêlice é projetado.

3.3.4 *Descrição do método*

3.3.4.1 *Hêlice de máximo rendimento*

Foi otimizado o procedimento desenvolvido por Szajn**ok** (2). O método de busca utilizado em (2) para calcular o hêlice de máximo rendimento é o de busca exaustiva com o campo de definição das variáveis dado por:

$$0,7 \text{ DRMAX} \leq D \leq \text{DRMAX}$$

$$0,4 \leq Ae/Ao \leq 1,0$$

$$0,5 \text{ DRMAX} \leq P \leq 1,4 \text{ DRMAX}$$

onde:

D - diâmetro do hélice

P - passo do hélice

Ae/Ao - razão de área expandida

DRMAX - máximo valor do diâmetro (estabelecido pelas folgas existentes na popa do casco).

São ainda aplicadas restrições relativas aos limites de cavitação; à razão passo diâmetro (P/D), $0,5 \leq P/D \leq 1,4$ e a rotação, (N), (levando em consideração a faixa de rotação dos motores contidos, no "Catálogo de Motores"), $1,4 \text{ rps} \leq N \leq 5,0 \text{ rps}$. Com o campo de variação de D, Ae/Ao e P e com a precisão ($5,6 \cdot 10^{-6}$) utilizados no processo de busca, o número total de hélices calculados é de 2572.

Uma análise dos procedimento, mostrou que podia se limitar o número de hélices calculados, reduzindo, assim, o tempo de processamento. Os seguintes aspectos foram levados em consideração.

a) efeito do diâmetro sobre o rendimento

A figura 3.1 mostra curvas de eficiência do hélice em função da rotação e do diâmetro do hélice. As curvas foram obtidas através do seguinte procedimento: Todos os hélices são

calculados para satisfazer o par (EHP, v_s) . Cada curva é obtida fixando-se o diâmetro e variando-se a razão de área expandida, A_e/A_o , e o passo.

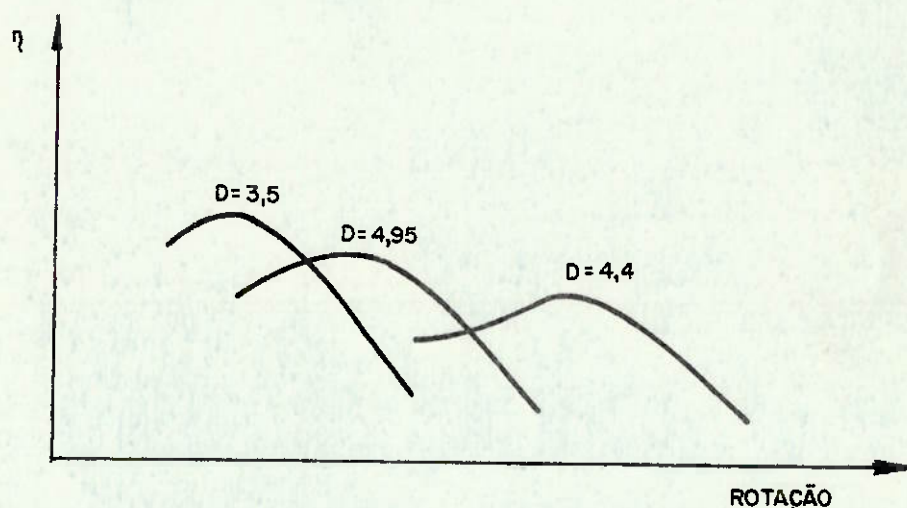


Fig.3.1- Curvas do rendimento de hélice (η) contra a rotação (N) do hélice paramétricas no diâmetro

A análise destas curvas indica que o rendimento de cresce com o diâmetro. Assim, foi imposto ao procedimento a seguinte restrição: quando o hélice de máximo rendimento calculado para $D = D_2 = 0,97DR_{MAX}$ tiver rendimento menor que aquele do hélice de máximo rendimento calculado para $D = DR_{MAX}$ não se calcula hélices para $D < D_2$. De fato, o hélice com diâmetro igual a $0,97DR_{MAX}$ só terá eficiência mais alta se a restrição em rotação impedir que se trabalhe com hélice de diâmetro máximo.

b) efeito do passo sobre o diâmetro

Efetuando-se cálculos semelhantes aos descritos em

de cavitação. Para ilustrar esta afirmação é incluída a figura 3.3 que é uma representação gráfica do critério de Brasil. Seja o ponto A representativo de um hélice de diâmetro D , razão A_e/A_o e Passo P_1 . De acordo com a figura este hélice apresenta problema de cavitação. Um outro hélice com mesmo diâmetro e razão A_e/A_o com passo P_2 ($P_2 > P_1$) seria indicado pelo ponto B.

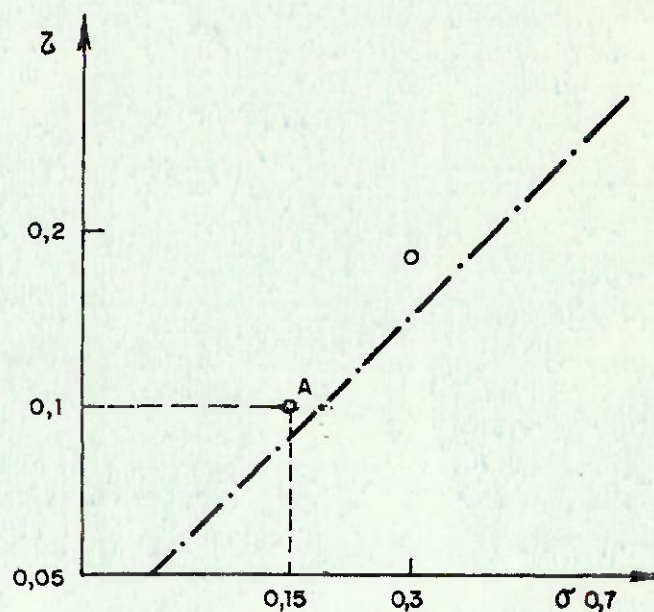


Fig.3.3 - Representação gráfica do critério de Burril

3.3.4.2 Busca de motores compatíveis

Com o hélice determinado em 3.3.4.1 tem-se o coeficiente C_p máximo e R_{OTH} . Com o valor de EHP, para a velocidade v_s determina-se BHPH pela relação $BHPH = EHP / C_p$.

A classe de motores compatíveis é definida como aquela cujos motores são capazes de fornecer a potência BHPH à rotação ROTH num regime entre 95% a 100% da plena carga e numa rotação entre 95% a 100% da rotação nominal; ou seja, motores compatíveis são aqueles que satisfazem os requisitos:

$$a) \text{ BHPM/ROTM} \geq \text{BHPH/ROTH} \geq 0,95 \text{ BHPM/ROTM}$$

$$b) 0,95 \leq \text{ROTH/ROTM} \leq 1,0$$

Se para um dado problema existem diversos motores compatíveis, o modelo de síntese dispõe de um critério para selecionar o(s) melhor(es). Entende-se como melhor(es) aqueles que além de trabalharem em maior regime de carga, tiverem menor rotação (rotação nominal mais próxima da rotação do hélice).

Com o(s) motor(es) selecionado(s), o problema está solucionado, pois a instalação propulsiva de máximo rendimento foi encontrada.

3.3.4.3 *Busca de motores admissíveis*

É possível que em um dado problema não exista no "Catálogo de Motores" nenhum motor compatível. Neste caso, o procedimento faz uso dos valores de BHPH e ROTH para determinar os motores admissíveis.

A classe de motores admissíveis é definida como aquela cujos motores possuem a rotação nominal compreendida numa faixa limitada pelos valores 0,833 ROTH e 1,25 ROTH e cuja

potência nominal não exceda 1,388 BHPH. Assim, motores admissíveis são aqueles cujos pontos (BHPM, ROTM) se encontram na região hachurada da figura 3.3.

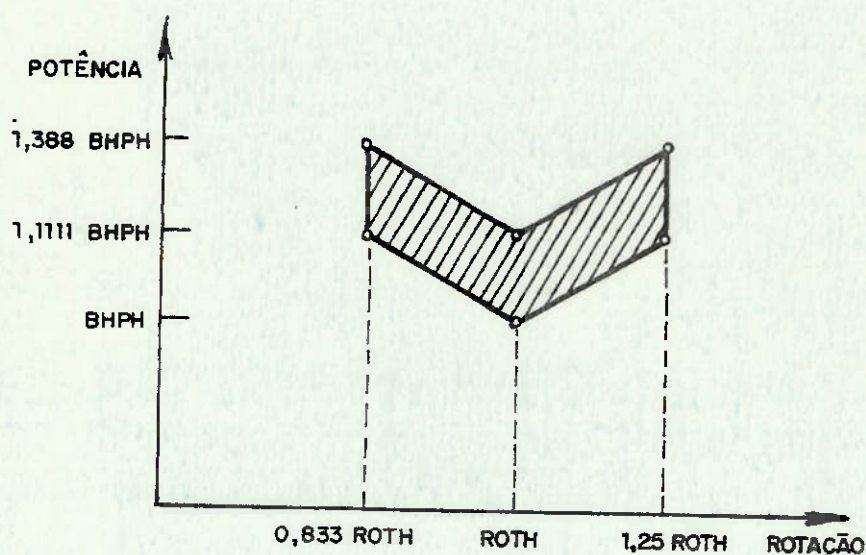


Fig.3.3- Região de motores admissíveis

Se para uma dado problema existem diversos motores admissíveis, o modelo de síntese dispõe de um critério para selecionar o(s) melhor(es). Define-se como melhor(es) aquele(s) cujo(s) ponto(s) (BHPM, ROTM) mais se aproximam do ponto (BHPH, ROTH).

Através do procedimento descrito em 2.4.6 e do hélice calculado em 3.3.4.1 pode-se obter a curva I (condições de projeto) da figura 3.4. As curvas III e IV (curvas de bhp serviço contínuo de dois motores admissíveis com os respectivos pontos nominais A e B) da figura 3.4 são obtidas conforme referência (11).

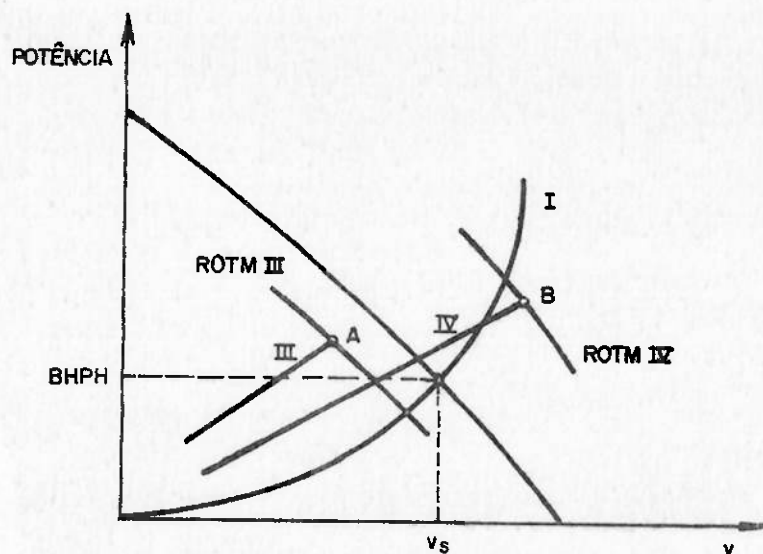


Fig.3.4 - Interação casco-hélice-motor

Para satisfazer o requisito de velocidade de projeto (v_s) o motor deve fornecer a potência BHPH a rotação ROTH.

Analisando-se a figura 3.4 verifica-se:

- a) os motores de curva bhp serviço contínuo de tipo III não satisfazem este requisito.
- b) os motores de curva bhp serviço contínuo do tipo IV, embora satisfaçam o requisito de velocidade v_s , não poderão ser utilizados na condição de potência nominal a rotação nominal.

3.3.4.4 Projeto de novo hélice

De acordo com as considerações acima, é necessário que se efetue um novo cálculo de hélice, usando como dados de entrada o conjunto casco-motor admissível.

O hélice ótimo será aquele que tenha máximo rendimento para as condições de projeto e velocidade de projeto e cujo motor possa ser utilizado nas condições nominais. Estas condições são ilustradas na figura 3.5

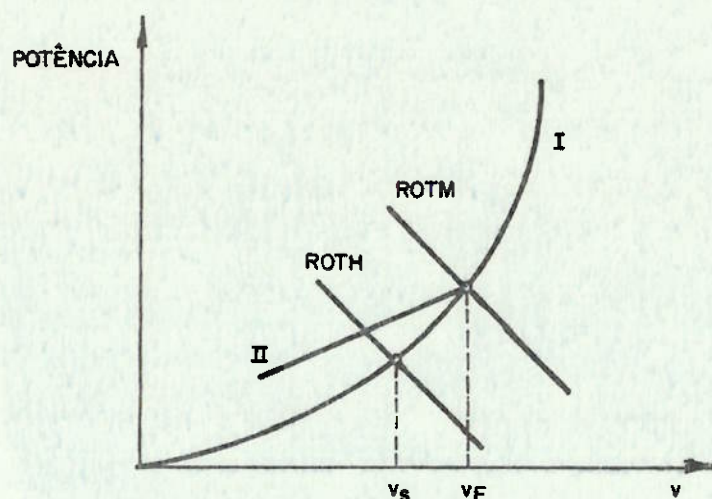


Fig.3.5- Interação casco-hélice-motor

Nesta figura a curva I é a curva de potência requerida e a II a curva de potência de serviço contínuo do motor.

3.4 Solução para acoplamento com redução

3.4.1 Considerações gerais

Será tratado o caso em que se deseja escolher o melhor sistema hélice-redutor-motor para o casco dado.

Foi elaborado um "Catálogo de Motores" de média rotação, no qual estão incluídos 8 motores Pielstick, modelos :

PC2-5L e PC2-5V fabricados pela ISHIBRAS e 38 motores B&W, modelos: U50HU, S50HU, MTBF, T23 H, V23HU, V23L-V0 e V28L-V0 ; fabricados pela Indústrias Villares.

Em virtude de dificuldades encontradas na pesquisa de redutores, o catálogo elaborado contém apenas redutores fabricados pela LOHMANN & STOLTERFOHT. Os outros redutores disponíveis não satisfazem as exigências de torque máximo transmitido para a faixa de navios em consideração. Eles só poderão ser usados em casos de navios de baixa potência, onde normalmente não existiria a possibilidade de emprego de motores de baixa rotação.

3.4.2 Método de resolução

Inicialmente calcula-se o hélice de rendimento máximo que satisfaz o requisito de velocidade de projeto em condições de projeto. Como o hélice ótimo encontra-se o conjunto motor-redutor compatível.

3.4.3 Descrição do método

3.4.3.1 Hélice do máximo rendimento

Para determinação do hélice de máximo rendimento , em velocidade de projeto e condições de projeto, utiliza-se o método de busca exaustiva, como descrito em 3.3.4.1.0 campo de definição das variáveis é dado por:

$$0,7 \text{ DRMAX} \leq D \leq \text{DRMAX}$$

$$0,4 \leq Ae/Ao \leq 1,0$$

$$0,5\text{DRMAX} \leq P \leq 1,4\text{DRMAX}$$

3.4.3.2 Escolha do sistema motor-redutor

Com o hélice de máximo rendimento determinado tem-se a rotação R_{OTH} e o coeficiente propulsivo máximo com redução (C_p). Com o valor de EHP determina-se a potência BHPH pela relação $BHPH = EHP/C_p$.

Para se escolher o conjunto motor-redutor é necessário fazer interação entre motor, redutor e hélice .

Inicialmente escolhe-se o motor que satisfazer as condições:

$$a) \text{ BHPM} \geq \text{BHPH}$$

$$b) (\text{BHPM} - \text{BHPH}) \text{ seja mínimo}$$

O motor escolhido é viável se o ponto (FP, R) esteja na região de fator de potência admissível da figura 3.6.

Estas etapas são recicladas até encontrar-se um motor viável.

O redutor escolhido é o de menor tamanho que para a razão de redução desejada tenha fator de potência admissível superior ao valor FP.

onde:

$$FP = \text{BHPM}/\text{ROTM}$$

$$R = \text{ROTM}/\text{ROTH}$$

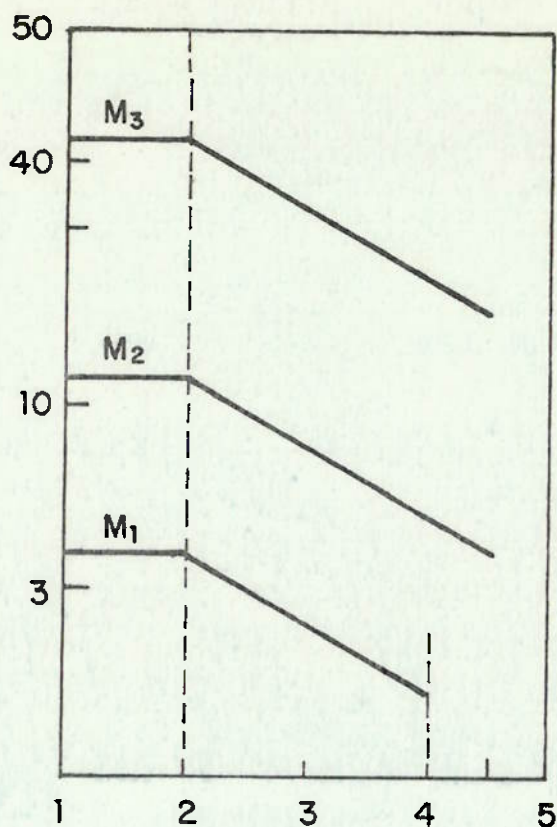


Fig.3.6 - Esta figura é uma reprodução dos gráficos fornecidos pelos fabricantes de redutores e delimitam a região de operação de cada redutor (M, M2, M3, etc), onde M indica o tamanho do redutor.

3.5 A escolha do melhor sistema

A figura de mérito selecionada para escolha da melhor instalação propulsora, conforme mostrado em 3.2 é o de mínima potência requerida de máquina. Desta forma deve-se procurar o sistema com mínima potência de máquina, ou seja, o sistema com máximo coeficiente propulsivo.

Três situações distintas podem ocorrer:

- a) Havendo motor compatível conforme visto em 3.3.4.2 nota-se (em vista de não haver redutor) que este sistema

tem coeficiente propulsivo máximo.

- b) havendo motor admissível (item 3.3.4.3), uma comparação entre o coeficiente propulsivo deste sistema e o coeficiente propulsivo da instalação com redução faz-se necessário para se determinar o sistema de coeficiente propulsivo máximo.
- c) não havendo motor compatível nem motor admissível o sistema hélice-motor-redutor é escolhido.

3.6 Cálculo do hélice para o sistema casco-motor

3.6.1 Considerações gerais

Será tratado o caso em que dado o conjunto casco-motor, deseja-se o hélice de máximo rendimento para a velocidade de projeto dada (v_s).

A solução deste problema recai na aplicação de alguns dos processos já descritos para escolha do conjunto motor-hélice.

3.6.2 Descrição do método

Inicialmente calcula-se o hélice de máximo rendimento para o ponto nominal (BHPM, ROTM) fornecido, obtendo-se a máxima velocidade (VF) que o sistema casco-motor fornecido pode ter. Duas situações podem ocorrer.

- a) $V_F < V_S$ - O modelo de síntese imprime as caracterís

ticas do hélice calculado para a velocidade V_F e o requisito de velocidade de projeto não é satisfeito para o conjunto casco-motor fornecido.

- c) $V_F \geq V_S$ - Neste caso é calculado o hélice de máximo rendimento para a velocidade V_S tal que as curvas (potência requerida e potência de serviço contínuo do motor) sejam respectivamente as curvas I e II da figura 3.5.

3.7 *Análise do desempenho do sistema*

O procedimento do modelo de síntese não só determina o sistema propulsor ótimo, como também define as condições de operação para velocidade de projeto e condições de projeto.

Ocorre que nem sempre o navio estará navegando nessas condições. É interessante, então, saber qual o ponto de operação do sistema propulsor quando algumas das condições de projeto não são respeitadas. Em particular, pode ser de interesse determinar a potência e rotação requeridas para que o navio em condições de projeto se desloque em velocidade diferente (menor) de V_S . Pode também ser de interesse prover o desempenho do sistema propulsor em prova de mar. Em prova de mar, como as condições são de casco limpo e águas calmas, é de se esperar que o casco desenvolva a velocidade V_S com absorção de uma menor potência. Ou, de outra forma, que ao absorver a potência nominal o navio se desloque a uma velocidade superior

a aquela que se desloca em condições de projeto.

É importante prever o desempenho para esta condição pois o navio deverá ser aceito ou rejeitado pelo armador em função desse resultado.

No caso de se dispor de outras informações tais como, curva de resistência para calado médio ou para calado leve, pode-se, através do procedimento descrito no capítulo 2, analisar o desempenho do sistema para estas condições.

CAPITULO 4

COMENTARIOS E RESULTADOS

4.1 *Introdução*

Neste capítulo são apresentados alguns exemplos de aplicação do modelo de síntese. Os resultados são acompanhados de comentários ilustrativos.

Os exemplos apresentados se referem a um dos possíveis casos:

- a) escolha da instalação propulsora ótima (motor-hélice ou motor-redutor-hélice) para um casco dado;
- b) escolha do hélice ótimo para um conjunto casco-motor dado.

Para cada exemplo é apresentado um conjunto de resultados-saídas de computador - com informações referentes ao sistema escolhido e com dados sobre o seu desempenho.

4.2 *Exemplo 1*

Este exemplo ilustra o cálculo de um sistema propulsor para um casco dado (seção 4.1 - caso a). Os quadros 4.1 a 4.5 se referem a este exemplo.

O quadro 4.1 mostra os dados de entrada (dados fornecidos pelo usuário do modelo de síntese).

O quadro 4.2 mostra na seguinte ordem:

- a) restrições para escolha da máquina (neste exemplo não há restrições);
- b) características do casco (calculadas pelo modelo de síntese);
- c) resistência a propulsão (neste exemplo é fornecida).

O quadro 4.3 mostra na seguinte ordem:

- a) características do propulsor de máximo rendimento para condições de projeto e velocidade de projeto, e seu desempenho;
- b) motores compatíveis para o propulsor de máximo rendimento.

O quadro 4.4 mostra as características do motor escolhido (para condições de projeto, verifica-se que entre os dois motores compatíveis, que apresentam a mesma potência nominal, foi escolhido aquele cuja rotação nominal (ver quadro 4.3) mais se aproxima da rotação ótima do hélice e análise de seu desempenho).

O quadro 4.5 mostra a análise do desempenho do sistema casco-hélice-motor para condição de experiência (prova de mar), admitindo-se o navio com deslocamento de projeto. Uma análise dos quadros 4.4 e 4.5 mostra que para manter velocidade de projeto em prova de mar, o regime de carga do motor se

reduz de 11,03% em relação as condições de projeto. Verifica-se que a rotação também sofre uma redução de 6,72% em relação a rotação nominal.

4.3 Exemplo 2

Este exemplo ilustra o cálculo de um sistema propulsor para um casco dado (seção 4.1 - caso a). Os quadros 4.6 a 4.16 se referem a este exemplo.

O quadro 4.7 mostra na seguinte ordem:

- a) restrições para escolha da máquina (neste exemplo não há restrições);
- b) características do casco (calculadas pelo modelo de síntese);
- c) resistência a propulsão (cálculo executado pela série BSRA).

O quadro 4.8 mostra na seguinte ordem:

- a) características do propulsor de máximo rendimento para condições de projeto e velocidade de projeto, e seu desempenho;
- b) a inexistência de motor compatível;
- c) motores admissíveis.

O quadro 4.9 mostra o primeiro motor escolhido (motor B & W - modelo K 90 6F), por ter potência nominal (ver quadro 4.8) mais próxima da potência requerida e as características do propulsor que absorve a potência nominal deste motor à rotação nominal com o máximo rendimento, propelindo o navio a velocidade de 17,6 nós.

O quadro 4.10 apresenta o desempenho do motor e do hélice (mostrados no quadro 4.9) para condições de projeto.

O quadro 4.11 mostra na seguinte ordem:

- a) as características do propulsor de máximo rendimento para condições de projeto e velocidade de projeto, e que absorve a potência nominal do motor (modelo K 90 6F) à rotação nominal quando o navio se desloca a velocidade de 17,6 nós
- b) desempenho deste hélice e do motor (modelo K 90 6F) para condições de projeto.

O quadro 4.12 mostra a análise do sistema hélice (ver quadro 4.11) - motor (ver quadro 4.9) - casco para condição de experiência (prova de mar), admitindo-se o navio com deslocamento de projeto. Uma análise dos quadros 4.11 e 4.12 mostra que para manter velocidade de projeto em prova de mar, o regime de carga do motor se reduz de 14,03% em relação às condições de projeto. Verifica-se que a rotação também sofre uma variação de 5,05% da rotação nominal.

Os quadros 4.13 a 4.16 mostram, de forma análoga aos quadros 4.9 a 4.12 respectivamente, a sequência de cálculos para um segundo motor escolhido (fabricado pela ISHIBRAS - modelo RND 90), por ter rotação nominal mais próxima da rotação requerida (ver quadro 4.8).

É interessante notar que a eficiência dos hélice escolhidos (quadros 4.11 e 4.15) são maiores que a eficiência do hélice ótimo (quadro 4.8) multiplicado por 0,98. Se isto não ocorresse, o modelo teria procurado sistema propulsor com redução. Admite-se, para fins de cálculo, uma eficiência do redutor de 98%.

4.4 Exemplo 3

Este exemplo ilustra o cálculo de um sistema propulsor para um casco dado (seção 4.1 - caso a). Os quadros 4.17 a 4.20 se referem a este exemplo.

Os quadros 4.17 e 4.18 são análogos aos quadros 4.6 a 4.7 respectivamente do exemplo 2.

O quadro 4.19 mostra na seguinte ordem:

- a) características do propulsor de máximo rendimento para condições de projeto e velocidade de projeto, e seu desempenho.
- b) inexistência de motor compatível e/ou admissível.

O quadro 4.20 mostra a escolha do conjunto motor-reductor para o hélice de máximo rendimento (ver quadro 4.19) na seguinte ordem:

- a) novos dados para o sistema, sendo que o valor do coeficiente propulsivo é igual ao valor 0,58 (ver quadro 4.29) multiplicado pelo valor da eficiência do redutor 0,98);
- b) motores escolhidos;
- c) motor ótimo (motor de menor potência nominal);
- d) características do redutor e redução;
- e) análise do desempenho do motor.

4.5 Exemplo 4

Este exemplo ilustra o cálculo do hélice para um con -

junto casco motor dado (seção 4.1 - caso b). Os quadros 4.21 a 4.25 se referem a este exemplo.

O quadro 4.21 mostra os dados de entrada (dados fornecidos pelo usuário do modelo de síntese).

O quadro 4.22 mostra na seguinte ordem:

- a) dados sobre o motor fornecido;
- b) características do casco (calculadas pelo modelo de síntese);
- c) resistência a propulsão (cálculo executado pela série BSRA).

O quadro 4.23 mostra as características do propulsor que absorve a potência nominal do motor fornecido à rotação nominal com o máximo rendimento, propelindo o navio a velocidade de 15,11 nós.

O quadro 4.24 mostra o desempenho do propulsor (ver quadro 4.23) e do motor fornecido.

O quadro 4.25 mostra as características do propulsor de máximo rendimento para velocidade de projeto, e o desempenho do sistema casco-hélice-motor.

*** UM PROGRAMA PARA SELECAO DE MOTORES***

***** NAVIG ... TESTE01

. DADOS DE ENTRADA

COMPRIMENTO ENTRE PP.....	216.00 M
BCCA MOLDADA.....	30.60 M
CALADO DE PROJETO.....	11.34 M
DESLOCAMENTO TOTAL.....	57607.00 TON
VELOCIDADE DE PROJETO.....	17.50 NOS
NUMERO DE PAS DO HELICE.....	4
IMERSAO DO EIXO.....	5.86 M
DIAMETRO MAXIMO.....	7.45 M
INDICE DE CAVITACAO-SIGMA.....	0.200
CDEFICIENTE DE EMPUXO P/CAVITACAO-TAU.....	0.090
ADIMENSIONAL-C.....	0.766890
DENSIDADE MEDIA DA AGUA NA ROTA.....	104.61 KGF/S2/M4
PRESSAO DE VAPOR MEDIA NA ROTA.....	250.00 KGF/M2
OS CDEFICIENTES, EFICIENCIAS E PESOS ABAIXO, FORAM FORNECIDOS PELO PROJETISTA OU ADOTADOS	
CDEFICIENTE DE ESTEIRA.....	0.327
CDEF. DE REDUCAO DA FORCA PROPULSORA.....	0.196
EFICIENCIA DA TRANSMISSAO.....	0.970
EFICIENCIA RELATIVA ROTATIVA.....	1.030
FATOR DE SERVICO.....	1.25
ACRESCIMO DEVIDO A APENDICLS, AR, ETC.....	1.08

Quadro 4.1

 RESTRICOES A MAQUINA

COMPRIMENTO MAXIMO.....	0.	MM
LARGURA MAXIMA.....	0.	MM
ALTURA MAXIMA.....	0.	MM
ALTURA DE DESMONTAGEM MAXIMA.....	0.	MM
PESO SECO/SOLDADO/COM MANCAL DE ESCORA.....	0.	TON

 CARACTERISTICAS DO CASCO

COEFICIENTE DE BLOCO.....	0.750
RAZAO COMPRIMENTO/BOCA.....	7.059
RAZAO BOCA/CALADO.....	2.698
RAZAO VELOCIDADE/RAIZ DO COMPRIMENTO.....	0.651
RAZAO COMPRIMENTO/RAIZ CUBICA DESLOCAMENTO.....	5.641
SUPERFICIE MOLHADA*****	9199.274 M2

 RESISTENCIA A PROPULSAO

VELOCIDADE (NDS)	EHP CALADO CARREGADO
14.00	6326.
14.50	7082.
15.00	7916.
15.50	8830.
16.00	9841.
16.50	10973.
17.00	12221.
17.50	13623.
18.00	15258.
18.50	17172.

OBSERVACAO - POTENCIA DETERMINADA CONSIDERANDO OS APENDICES, MAR CALMO E CASCO LIMPO

Quadro 4.2

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR
 DE RENDIMENTO MAXIMO

VALORES OBTIDOS PARA A VELOCIDADE DE PROJETO
 E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	7.450 M
PASSO.....	6.239
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.838
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.704
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.542
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.647
ROTACAO.....	100.606
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	17029.
POTENCIA (BHP)-COND. FATOR DE SERVICO.....	26328.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NOS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
14.00	7908.	0.66233	11939.	78.03
14.50	8853.	0.66113	13390.	81.01
15.00	9895.	0.65960	15001.	84.06
15.50	11038.	0.65791	16777.	87.15
16.00	12301.	0.65580	18757.	90.34
16.50	13716.	0.65320	20999.	93.65
17.00	15276.	0.65025	23493.	97.06
17.50	17029.	0.64679	26328.	100.61
18.00	19073.	0.64204	29706.	104.46
18.50	21465.	0.63615	33742.	108.63

* ESCOLHA DE MOTOR PARA ACOPLAMENTO DIRETO *

 MOTORES COMPATIVELIS

FABRICA	TIPO	CILINDROS	POTENCIA NOMINAL	ROTACAO NOMINAL
MEF-MAN	KSZ 105/180	8	27200.	101.
ISHIBRAS	RND 105	8	27200.	103.

 MOTORES ESCOLHIDOS

TIPO.....	KSZ 105/180
NUMERO DE CILINDROS.....	8.
FABRICA.....	MEP-MAN
POTENCIA NOMINAL.....	27200. HP
ROTACAO NOMINAL.....	101. RPM
COMPRIMENTO TOTAL.....	18720. MM
LARGURA.....	5300. MM
ALTURA TOTAL.....	11610. MM
ALTURA DE DESMONTAGEM.....	14265. MM
PESO SECO, SOLDADO, COM MANCAL DE ESCORA.....	1150. TON
ALTURA DA BASE A LINHA DE CENTRO DO EIXO...	1540. MM
CURSO DO PISTAO.....	1800. MM
DIAMETRO DO CILINDRO.....	1050. MM

OUTRAS CARACTERISTICAS

1. COMBUSTIVEL.....	BUNKER-C
2. ACOPLAMENTO CONECTORA-CILINDRO.....	TIPO CRUZETA
3. ARRANJO DOS CILINDROS.....	EM LINHA
4. SISTEMA DE PARTIDA.....	AR COMPRIMIDO A 30 KGF/CM2
5. ASPIRACAO.....	TURBO CARREGADOS
6. REFRIGERACAO	
DOS CILINDROS.....	AGUA DOCE
DOS GRUPOS DE SOBREALIMENTACAO.....	AGUA DOCE
DOS INJETORES.....	AGUA DOCE
DOS CABECOTES.....	AGUA DOCE
DO AR SOBREALIMENTADO.....	AGUA SALGADA
DOS PISTOES.....	AGUA DOCE

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NOS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
14.00	56.65	77.49
14.50	61.19	80.45
15.00	66.07	83.47
15.50	71.27	86.55
16.00	76.37	89.72
16.50	83.01	93.00
17.00	89.61	96.38
17.50	96.89	99.91
18.00	105.28	103.74

ANALISE DO SISTEMA CASCO-HELICE-MOTOR
PARA A CONDICAO DE EXPERIENCIA

DESEMPENHO DO SISTEMA
CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NOS)	EHP COND. FS	COEFF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
14.00	6326.	0.69557	9095.	72.94
14.50	7082.	0.69448	10197.	75.71
15.00	7916.	0.69318	11420.	78.53
15.50	8830.	0.69158	12768.	81.42
16.00	9841.	0.68974	14268.	84.36
16.50	10973.	0.68738	15964.	87.42
17.00	12221.	0.68470	17849.	90.57
17.50	13623.	0.68146	19991.	93.85
18.00	15258.	0.67720	22531.	97.37
18.50	17172.	0.67171	25565.	101.18

ANALISE DO DESEMPENHO
DO MOTOR

VELOCIDADE (NOS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
14.00	46.17	72.43
14.50	49.87	75.18
15.00	53.84	77.99
15.50	58.06	80.85
16.00	62.61	83.78
16.50	67.60	86.81
17.00	72.96	89.94
17.50	78.86	93.19
18.00	85.67	96.69
18.50	93.54	100.48

*** UM PROGRAMA PARA SELECAO DE MOTORES***

***** NAVIG ... TESTE02

 DADOS DE ENTRADA

COMPRIMENTO ENTRE PP.....	188.97 M
BCCA MOLDADA.....	36.36 M
CALADO DE PROJETO.....	11.73 M
DESLOCAMENTO TOTAL.....	55346.00 TON
VELOCIDADE DE PROJETO.....	17.50 NOS
NUMERO DE PAS DO HELICE.....	4
IMERSAO DO EIXO.....	7.00 M
DIAMETRO MAXIMO.....	7.00 M
INDICE DE CAVITACAO-SIGMA.....	0.200
COEFICIENTE DE EMPUXO P/CAVITACAO-TAU.....	0.090
ADIMENSIONAL-C.....	0.766890
DENSIDADE MEDIA DA AGUA NA ROTA.....	104.61 KGF.S2/M4
PRESSAO DE VAPOR MEDIA NA ROTA.....	250.00 KGF/M2
OS COEFICIENTES, EFICIENCIAS E PESOS ABAIXO, FORAM FORNECIDOS PELO PROJETISTA OU ADOTADOS	
COEFICIENTE DE ESTEIRA.....	0.285
COEF. DE REDUCAO DA FORCA PROPULSORA.....	0.171
EFICIENCIA DA TRANSMISSAO.....	0.980
EFICIENCIA RELATIVA ROTATIVA.....	1.030
FATOR DE SERVICO.....	1.18
ACRESCIMO DEVIDO A APENDICES, AR, ETC.....	1.08

Quadro 4.6

 RESTRICOES A MAQUINA

COMPRIMENTO MAXIMO.....	0.	MM
LARGURA MAXIMA.....	0.	MM
ALTURA MAXIMA.....	0.	MM
ALTURA DE DESMONTAGEM MAXIMA.....	0.	MM
PESO SECO>SOLDADO>COM MANCAL DE ESCORA.....	0.	TON

 CARACTERISTICAS DO CASCO

COEFICIENTE DE BLOCO.....	0.670
RAZAO COMPRIMENTO/BOCA.....	5.197
RAZAO BOCA/CALADO.....	3.100
RAZAO VELOCIDADE/RAIZ DO COMPRIMENTO.....	0.696
RAZAO COMPRIMENTO/RAIZ CURVA DESLOCAMENTO.....	5.001
SUPERFICIE MOLHADA.....	8287.679 M2

 RESISTENCIA A PROPULSAO

CALCULO EXECUTADO PELA SERIE-R.S.R.A.

VELOCIDADE (NOS)	EHP CALADO CARREGADO	EHP CALADO MEDIO	EHP CALADO LEVE
15.50	9505.	0.	0.
16.00	10624.	0.	0.
16.50	11860.	0.	0.
17.00	13214.	0.	0.
17.50	14650.	0.	0.
18.00	16004.	0.	0.
18.50	17442.	0.	0.
19.00	19034.	0.	0.

OBS: POT. DET. CONSID. OS APENDICES, MAR CALMO E CASCO LIMPO

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR
 DE RENDIMENTO MAXIMO

VALORES OBTIDOS PARA A VELOCIDADE DE PROJETO
 E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	7.000 M
PASSO.....	5.862
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.837
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.719
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.542
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.635
ROTACAO.....	113.344
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	17287.
POTENCIA (BHP)*COND. FATOR DE SERVICO.....	27231.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO*HELICE

VELOCIDADE (NDS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	11216.	0.64551	17376.	98.23
16.00	12536.	0.64306	19494.	101.91
16.50	13994.	0.64028	21857.	105.69
17.00	15592.	0.63732	24465.	109.55
17.50	17287.	0.63482	27231.	113.34
18.00	18884.	0.63426	29774.	116.72
18.50	20582.	0.63361	32483.	120.12
19.00	22460.	0.63248	35511.	123.65

* ESCOLHA DE MOTOR PARA ACOPLAMENTO DIRETO *

NAO HA MOTOR COMPATIVEL

 MOTORES ADMISSIVEIS

FABRICA	TIPO	CILINDROS	POTENCIA NOMINAL	ROTACAO NOMINAL
MEP-MAN	KZ 93/170 E	12	28050.	109.
MEP-MAN	KSZ 105/180	9	30600.	101.
MEP-MAN	KSZ 105/180	10	34000.	101.
VILLARES-B&W	K 84 EF	12	30000.	117.
VILLARES-B&W	K 80 GF	12	28800.	122.
VILLARES-B&W	K 90 GF	9	27900.	110.
VILLARES-B&W	K 90 GF	10	31000.	110.

VILLARES-B&W	K 98 GF	8	29600.	100.
VILLARES-B&W	K 96 GF	9	33300.	100.
ISHIBRAS	RND 105	9	30600.	103.
ISHIBRAS	RND 90	12	29580.	116.

Quadro 4.8 (continuação)

 MOTORES ESCOLHIDOS

TIPO.....	K 90 GF
NUMERO DE CILINDROS.....	9.
FABRICA.....	VILLARES-R&W
POTENCIA NOMINAL.....	27900. HP
ROTACAO NOMINAL.....	110. RPM
COMPRIMENTO TOTAL.....	18550. MM
LARGURA.....	4400. MM
ALTURA TOTAL.....	11183. MM
ALTURA DE DESMONTAGEM.....	11500. MM
PESO SECO SOLDADO COM MANCAL DE ESCORA.....	1010. TON
ALTURA DA BASE A LINHA DE CENTRO DO EIXO.....	1750. MM
CURSO DO PISTAO.....	1800. MM
DIAMETRO DO CILINDRO.....	900. MM

OUTRAS CARACTERISTICAS

1. COMBUSTIVEL.....	BUNKER-C
2. ACOPLAMENTO CONECTORA CILINDRO.....	TIPO CRUZETA
3. ARRANJO DOS CILINDROS.....	EM LINHA
4. SISTEMA DE PARTIDA.....	AR COMPRIMIDO A 30 KGF/CM ²
5. ASPIRACAO.....	TURBO CARREGADOS
6. REFRIGERACAO	
DOS CILINDROS.....	AGUA DOCE
DOS GRUPOS DE SOBREALIMENTACAO.....	AGUA DOCE
DOS INJETORES.....	AGUA DOCE
DOS CABECOTES.....	AGUA DOCE
DO AR SOBREALIMENTADO.....	AGUA SALGADA
DOS PISTOES.....	OLEO LUBRIFICANTE

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR
 DE ABSORCAO DO 8HP MAXIMO

VALORES OBTIDOS P/A VELOCIDADE DE
 17.60 NOS E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	7.000 M
PASSO.....	6.168
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.881
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.748
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.539
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.631
ROTACAO.....	110.000
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	17622.
POTENCIA (BHP) COND. FATOR DE SERVICO.....	27900.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NDS)	EHP COND. FS	CDEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	11216.	0.64434	17408.	94.74
16.00	12536.	0.64184	19532.	98.29
16.50	13994.	0.63901	21900.	101.93
17.00	15592.	0.63593	24518.	105.66
17.50	17287.	0.63339	27292.	109.32
17.60	17622.	0.63315	27833.	110.03
18.00	18884.	0.63275	29845.	112.59
18.50	20582.	0.63211	32560.	115.86
19.00	22460.	0.63099	35594.	119.26

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NDS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
15.50	72.44	86.13
16.00	78.35	89.35
16.50	84.71	92.66
17.00	91.49	96.06
17.50	98.43	99.38
17.60	99.73	100.03
18.00	104.51	102.35

Quadro 4.10

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR DE
 RENDIMENTO MAXIMO--O QUAL ABSOR
 VE MAXIMO BHP COM ROT. NOMINAL

VALORES ORTICOS PARA A VELOCIDADE DE PROJETO
 E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	7.000 M
PASSO.....	6.167
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.881
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.742
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.542
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.634
ROTACAO.....	109.323
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	17287.
POTENCIA (BHP)--COND. FATOR DE SERVICO.....	27271.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NCS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	11216.	0.64485	17394.	94.74
16.00	12536.	0.64227	19519.	98.30
16.50	13994.	0.63944	21885.	101.95
17.00	15592.	0.63643	24499.	105.66
17.50	17287.	0.63381	27274.	109.34
17.60	17622.	0.63365	27811.	110.03
18.00	18884.	0.63325	29821.	112.59
18.50	20582.	0.63261	32534.	115.86
19.00	22460.	0.63141	35571.	119.28

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NCS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
15.50	72.38	86.13
16.00	78.28	89.37
16.50	84.64	92.68
17.00	91.41	96.06
17.50	98.35	99.40
17.60	99.66	100.03
18.00	104.43	102.35

ANALISE DO SISTEMA CASCO-HELICE-MOTOR
PARA A CONDICAO DE EXPERIENCIA

DESEMPENHO DO SISTEMA
CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NOS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	9505.	0.67038	14179.	90.03
16.00	10624.	0.66796	15905.	93.38
16.50	11860.	0.66523	17828.	96.83
17.00	13214.	0.66248	19946.	100.32
17.50	14650.	0.66000	22196.	103.78
17.60	14934.	0.65978	22635.	104.45
18.00	16004.	0.65940	24270.	106.88
18.50	17442.	0.65880	26475.	109.98
19.00	19034.	0.65767	28941.	113.21

ANALISE DO DESEMPENHO
DO MOTOR

VELOCIDADE (NOS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
15.50	62.10	81.84
16.00	67.15	84.89
16.50	72.59	88.03
17.00	78.39	91.20
17.50	84.32	94.35
17.60	85.44	94.95
18.00	89.53	97.16
18.50	94.91	99.98
19.00	100.79	102.91

Quadro 4.12

TIPO.....	RND 90
NUMERO DE CILINDROS.....	12.
FABRICA.....	ISHIBRAS
POTENCIA NOMINAL.....	29580. HP
ROTACAO NOMINAL.....	116. RPM
COMPRIMENTO TOTAL.....	24922. MM
LARGURA.....	4000. MM
ALTURA TOTAL.....	10210. MM
ALTURA DE DESMONTAGEM.....	13160. MM
PESO SECO/SOLDADO/COM MANCAL DE ESCORA.....	1113. TON
ALTURA DA BASE A LINHA DE CENTRO DO EIXO.....	1500. MM
CURSO DO PISTAO.....	1550. MM
DIAMETRO DO CILINDRO.....	900. MM

OUTRAS CARACTERISTICAS

1. COMBUSTIVEL.....	BUNKER-C
2. ACOPLAMENTO CONECTORA-CILINDRO.....	TIPO CRUZETA
3. ARANJO DOS CILINDROS.....	EM LINHA
4. SISTEMA DE PARTIDA.....	AR COMPRIMIDO A 30 KGF/CM ²
5. ASPIRACAO.....	TURBO CARREGADOS
6. REFRIGERACAO	
DOS CILINDROS.....	AGUA DOCE
DOS GRUPOS DE SOBREALIMENTACAO.....	AGUA DOCE
DOS INJETORES.....	AGUA DOCE
DOS CABECOTES.....	AGUA DOCE
DO AR SOBREALIMENTADO.....	AGUA SALGADA
DOS PISTOES.....	AGUA DOCE

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR
 DE ABSORCAO DO RHP MAXIMO

VALORES OBTIDOS P/A VELOCIDADE DE
 17.94 NOS E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	7.000 M
PASSO.....	5.895
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.842
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.754
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.540
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.632
ROTACAO.....	115.900
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	18694.
POTENCIA (BHP)-COND. FATOR DE SERVICO.....	29580.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NDS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	11216.	0.64257	17456.	97.90
16.00	12536.	0.64014	19583.	101.56
16.50	13994.	0.63738	21956.	105.33
17.00	15592.	0.63452	24573.	109.16
17.50	17287.	0.63196	27354.	112.95
17.60	17622.	0.63180	27892.	113.67
17.94	18694.	0.63148	29603.	115.91
18.00	18884.	0.63140	29909.	116.32
18.50	20582.	0.63075	32630.	119.70
19.00	22460.	0.62955	35676.	123.24

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NDS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
15.50	69.86	84.47
16.00	75.55	87.63
16.50	81.68	90.88
17.00	88.21	94.18
17.50	94.89	97.46
17.60	96.15	98.07
17.94	100.07	100.01
18.00	100.75	100.36
18.50	106.81	103.28

Quadro 4.14

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR DE
 RENDIMENTO MAXIMO--O QUAL ABSOR
 VE MAXIMO BHP COM ROT. NOMINAL

VALORES OBTIDOS PARA A VELOCIDADE DE PROJETO
 E COND. SERVICE

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	7.000 M
PASSO.....	5.890
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.841
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.724
RENDIMENTO DO HELICE EM AGLA ABERTA.....	0.542
COEFICIENTE PPROPULSIVO.....	0.635
ROTACAO.....	112.955
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	17287.
POTENCIA (BHP)-COND. FATOR DE SERVICO.....	27238.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NOS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	11216.	0.64522	17384.	97.91
16.00	12536.	0.64278	19503.	101.58
16.50	13994.	0.64000	21866.	105.35
17.00	15592.	0.63704	24476.	109.19
17.50	17287.	0.63455	27242.	112.97
17.60	17622.	0.63439	27778.	113.69
17.94	18694.	0.63399	29486.	115.95
18.00	18884.	0.63399	29787.	116.33
18.50	20582.	0.63334	32497.	119.72
19.00	22460.	0.63221	35526.	123.24

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NOS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
15.50	69.56	84.48
16.00	75.23	87.64
16.50	81.33	90.89
17.00	87.83	94.21
17.50	94.46	97.47
17.60	95.74	98.09
17.94	99.64	100.04
18.00	100.32	100.37
18.50	106.35	103.30

ANALISE DO SISTEMA CASCO-HELICE-MOTOR
PARA A CONDICAO DE EXPERIENCIA

DESEMPENHO DO SISTEMA
CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NOS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
15.50	9505.	0.66990	14189.	93.07
16.00	10624.	0.66763	15913.	96.53
16.50	11860.	0.66504	17833.	100.08
17.00	13214.	0.66228	19952.	103.70
17.50	14650.	0.65994	22199.	107.27
17.60	14934.	0.65964	22640.	107.97
17.94	15842.	0.65941	24025.	110.09
18.00	16004.	0.65926	24275.	110.49
18.50	17442.	0.65881	26475.	113.66
19.00	19034.	0.65767	28941.	117.01

ANALISE DO DESEMPENHO
DO MOTOR

VELOCIDADE (NOS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
15.50	59.74	80.30
16.00	64.59	83.28
16.50	69.82	86.35
17.00	75.36	89.48
17.50	81.09	92.55
17.60	82.16	93.16
17.94	85.51	94.99
18.00	86.09	95.33
18.50	91.27	98.07
19.00	96.91	100.95

Quadro 4.16

*** UM PROGRAMA PARA SELECAO DE MOTORES***

***** NAVIO ... TESTE

 DADOS DE ENTRADA

COMPRIMENTO ENTRE PP.....	134.16 M
BOCA MOLDADA.....	20.42 M
CALADO DE PROJETO.....	8.82 M
DESLOCAMENTO TOTAL.....	18462.00 TON
VELOCIDADE DE PROJETO.....	12.00 NOS
NUMERO DE PAS DO HELICE.....	4
IMERSAO DO EIXO.....	4.00 M
DIAMETRO MAXIMO.....	4.00 M
INDICE DE CAVITACAO-SIGMA.....	0.200
COEFICIENTE DE EMPUXO P/CAVITACAO-TAU.....	0.090
ADIMENSIONAL-C.....	0.766890
DENSIDADE MEDIA DA AGUA NA ROTA.....	104.61 KGF/S2/M4
PRESSAO DE VAPOR MEDIA NA ROTA.....	250.00 KGF/M2
OS COEFICIENTES, EFICIENCIAS E PESOS ABAIXO, FORAM FORNECIDOS PELO PROJETISTA OU ADOPTADOS	
COEFICIENTE DE ESTEIRA.....	0.280
COEF. DE REDUCAO DA FORCA PROPULSORA.....	0.180
EFICIENCIA DA TRANSMISSAO.....	0.980
EFICIENCIA RELATIVA ROTATIVA.....	1.030
FATOR DE SERVICO.....	1.18
ACRESCIMO DEVIDO A APENDICES, AR, ETC.....	1.08

Quadro 4.17

 RESTRICOES A MAQUINA

COMPRIMENTO MAXIMO..... 0. MM
 LARGURA MAXIMA..... 0. MM
 ALTURA MAXIMA..... 0. MM
 ALTURA DE DESMONTAGEM MAXIMA..... 0. MM
 PESO SECO/SOLDADO/COM MANCAL DE ESCORA..... 0. TON

 CARACTERISTICAS DO CASCO

COEFICIENTE DE BLOCO..... 0.745
 RAZAO COMPRIMENTO/BOCA..... 6.569
 RAZAO BOCA/CALADO..... 2.316
 RAZAO VELOCIDADE/RAIZ DO COMPRIMENTO..... 0.566
 RAZAO COMPRIMENTO/RAIZ CUBICA DESLOCAMENTO..... 5.120
 SUPERFICIE MOLHADA..... 3744.508 M2

 RESISTENCIA A PROPULSAO

CALCULO EXECUTADO PELA SERIE-B.S.R.A.

VELOCIDADE (NOS)	EHP CALADO CARREGADO	EHP CALADO MEDIO	EHP CALADO LEVE
8.48	732.	0.	0.
10.60	1448.	0.	0.
12.00	2122.	0.	0.
14.84	4279.	0.	0.
14.90	4363.	0.	0.
16.96	9071.	0.	0.
19.07	0.	0.	0.

OBS: POT. DET. CONSID. OS APENDICES, MAR CALMO E CASCO LIMPO

SE A IMPRESSAO FOR EHP=0, ENTAO O COEFICIENTE DE RESISTENCIA ESTA FORA DOS LIMITES DA REGRESSAO P/ ESTA VELOCIDADE

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR
 DE RENDIMENTO MAXIMO

VALORES OBTIDOS PARA A VELOCIDADE DE PROJETO
 E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	4.000 M
PASSO.....	3.093
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.773
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.608
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.505
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.580
ROTACAO.....	160.782
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	2504.
POTENCIA (BHP) - COND. FATOR DE SERVICO.....	4317.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NOS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
8.48	864.	0.58339	1482.	112.79
10.60	1708.	0.58161	2937.	141.53
12.00	2504.	0.58001	4317.	160.78
14.84	5050.	0.56945	8868.	203.42
14.90	5148.	0.56835	9059.	204.73
16.96	10704.	0.51151	20926.	264.28

* ESCOLHA DE MOTOR PARA ACOPLAMENTO DIRETO *

NAO HA MOTOR COMPATIVEL

NAO HA MOTOR ADMISSIVEL

Quadro 4.19

ESCOLHA DO CONJUNTO MOTOR-REDUTOR

NOVOS DADOS PARA O PROPULSOR
 COEFICIENTE PROPULSIVO.....0.568
 POTENCIA (BHP)*COND. FATOR DE SERVICO..... 4405.

MOTORES ESCOLHIDOS

TIPO	FABRICA	POTENCIA NOMINAL	ROTACAO NOMINAL
PC2-	5L ISHI BRAS	4680.	483.
S50	HU VILLARES-B&W	4750.	450.

MOTOR OTIMO

TIPO:.....PC2- 5L
 FABRICA.....ISHI BRAS
 NUMERO DE CILINDROS.. 8
 ROTACAO NOMINAL..... 483.
 POTENCIA NOMINAL..... 4680.

REDUTOR DA LOHMANN E STOLTERFOHT
 TAMANHO 750.
 REDUCAO 3.00

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NOS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
8.48	45.13	70.15
10.60	71.30	88.03
12.00	92.24	100.00

***** NAVIO ...

SD-14

 DADOS DE ENTRADA

COMPRIMENTO ENTRE PP.....	134.16 M
BCCA MOLDADA.....	20.42 M
CALADO DE PROJETO.....	8.82 M
DESLOCAMENTO TCTAL.....	18462.00 TON
VELOCIDADE DE PROJETO.....	14.90 NOS
NUMERO DE PAS DO HELICE.....	4
IMERSAO DO EIXO.....	4.00 M
DIAMETRO MAXIMO.....	4.90 M
INDICE DE CAVITACAO-SIGMA.....	0.200
COEFICIENTE DE EMPUXO P/CAVITACAO-TAU.....	0.090
ADIMENSIONAL-C.....	0.766890
DENSIDADE MEDIA DA AGUA NA ROTA.....	104.61 KGF.S2/M4
PRESSAO DE VAPOR MEDIA NA ROTA.....	250.00 KGF/M2
OS COEFICIENTES, EFICIENCIAS E PESOS ABAIXO, FORAM FORNECIDOS PELO PROJETISTA OU ADOTAOS	
COEFICIENTE DE ESTEIRA.....	0.280
COEF. DE REDUCAO DA FORCA PROPULSORA.....	0.180
EFICIENCIA DA TRANSMISSAO.....	0.980
EFICIENCIA RELATIVA ROTATIVA.....	1.030
FATOR DE SERVICO.....	1.00
ACRESCIMO DEVIDO A APENDICES, AR, ETC.....	1.08

 MAQUINA DADA

POTENCIA CSR..... 7140.
 ROTACAO CSR..... 134.
 POTENCIA MCR..... 8400.
 ROTACAO MCR..... 140.

 CARACTERISTICAS DO CASCO

COEFICIENTE DE BLOCO..... 0.745
 RAZAO COMPRIMENTO/BOCA..... 6.569
 RAZAO BOCA/CALADO..... 2.316
 RAZAO VELOCIDADE/RAIZ DO COMPRIMENTO..... 0.703
 RAZAO COMPRIMENTO/RAIZ CURVA DESLOCAMENTO..... 5.120
 SUPERFICIE MOLHADA..... 3744.508 M2

 RESISTENCIA A PROPULSAO

CALCULO EXECUTADO PELA SERIE-B.S.R.A.

VELOCIDADE (NCS)	EHP CALADO CARREGADO	EHP CALADO MEDIO	EHP CALADO LEVE
8.48	732.	0.	0.
10.60	1448.	0.	0.
12.72	2548.	0.	0.
14.84	4279.	0.	0.
14.90	4363.	0.	0.
16.96	9071.	0.	0.
19.07	0.	0.	0.

OBS: PGT. DET. CONSID. OS APÊNDICES, MAR CALMO E CASCO LIMPO

SE A IMPRESSAO FOR EHP=0, ENTAO O COEFICIENTE DE RESISTENCIA ESTA FORA DOS LIMITES DA REGRESSAO P/ ESTA VELOCIDADE

Quadro 4.22

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR
 DE ABSORCAO DO BHP MAXIMO

VALORES OBTIDOS P/A VELOCIDADE DE
 15.11 NOS E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	4.900 M
PASSO.....	4.092
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.835
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.604
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.569
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.655
ROTACAO.....	134.000
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	4678.
POTENCIA (BHP) - COND. FATOR DE SERVICO.....	7140.

Quadro 4.23

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NDS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
8.48	732.	0.67355	1088.	72.48
10.60	1448.	0.67185	2155.	90.92
12.72	2548.	0.66921	3807.	109.72
14.84	4279.	0.66109	6473.	130.23
14.90	4363.	0.65998	6611.	131.06
15.11	4678.	0.65590	7132.	134.06
16.90	9071.	0.60625	14962.	166.79

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NDS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
8.48	28.16	54.09
10.60	44.48	67.85
12.72	65.12	81.88
14.84	93.29	97.18
14.90	94.67	97.80
15.11	99.84	100.04

Quadro 4.24

 CARACTERISTICAS DO PROPULSOR DE
 RENDIMENTO MAXIMO--O QUAL ABSOR
 VE MAXIMO BHP COM ROT. NOMINAL

VALORES OBTIDOS PARA A VELOCIDADE DE PROJETO
 E COND. SERVICO

NUMERO DE PAS.....	4
DIAMETRO DO HELICE.....	4.900 M
PASSO.....	4.089
RAZAO PASSO/DIAMETRO.....	0.834
RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....	0.580
RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA.....	0.575
COEFICIENTE PROPULSIVO.....	0.661
ROTACAO.....	131.058
POTENCIA EFETIVA (EHP).....	4363.
POTENCIA (BHP) COND. FATOR DE SERVICO.....	6596.

 DESEMPENHO DO SISTEMA
 CASCO-HELICE

VELOCIDADE (NCS)	EHP COND. FS	COEF. PROP.	BHP COND. FS	ROTACAO (RPM)
8.48	732.	0.67500	1085.	72.48
10.60	1448.	0.67331	2150.	90.92
12.72	2548.	0.67069	3799.	109.72
14.84	4279.	0.66252	6459.	130.25
14.90	4363.	0.66149	6596.	131.06
15.11	4678.	0.65735	7116.	134.08
16.96	9071.	0.60764	14928.	166.90

 ANALISE DO DESEMPENHO
 DO MOTOR

VELOCIDADE (NCS)	REGIME DE CARGA (PORCENTAGEM)	PORCENTAGEM ROT. NOMINAL
8.48	28.10	54.09
10.60	44.39	67.85
12.72	64.98	81.88
14.84	93.07	97.20
14.90	94.45	97.80
15.11	99.61	100.06

Quadro 4.25

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O modelo de síntese de propulsão, como mencionado na introdução, é uma sistemática do procedimento, de escolha do conjunto propulsor com instalação Diesel. Constitui, portanto uma ferramenta de grande utilidade no projeto do navio.

O modelo de síntese desenvolvido foi otimizado, em relação a tempo de processamento, obedecidas as restrições do método de busca utilizado. Consegue-se determinar o hélice ótimo, escolher o motor mais adequado, além de efetuar a análise de desempenho do sistema propulsor em um tempo relativamente pequeno. De fato, para os quatro exemplos apresentados no capítulo 4, o tempo de processamento, usando o computador B6700 foi de 35,43 segundos como pode ser verificado no Apêndice C. Isto equivale a um custo irrisório quando comparado com os custos de um cálculo manual do hélice, onde nem sempre está garantido a escolha do sistema ótimo.

O modelo de síntese, além de fornecer a instalação propulsora, permite analisar o desempenho do sistema. Em condições de projeto verifica-se a potência requerida quando o navio tiver que trabalhar em outra velocidade, e, a análise do comportamento do navio em prova de mar permite uma avaliação perfeita por parte do armador, estabelecendo condições de

aceitação.

A figura de mérito permite determinar o sistema com mínima potência requerida. Dado que, para condições de projeto quase todos os motores apresentam mesmo consumo específico de combustível, a instalação propulsora escolhida é a de menor consumo de combustível. Deve-se, entretanto, ter cuidado de verificar se o motor trabalha nas condições de serviço contínuo e qual a variação de consumo específico quando operar fora dessas condições. Isto não foi feito pela ausência de mapas de consumo dos motores.

O modelo de síntese pode ser ampliado e/ou modificado nos seguintes aspectos:

- 1) Incluir novas séries para estima de resistência e cálculo de hélices para que o modelo de síntese forneça, também, soluções para embarcações tais como embarcações de recreio, embarcações de alta velocidade, etc...
- 2) Ampliar catálogo de motores e redutores (inclusive incluir motores de alta rotação a fim de obter-se múltiplas soluções e incluir motores compatíveis para os casos mencionados no item 1) acima.
- 3) Figura de mérito mais completa, que ponderasse os fatores econômicos e técnicos por exemplo, levar em conta o custo inicial e de manutenção.
- 4) Tentar otimizar o programa (diminuir tempo de processamento), utilizando-se de outros métodos de busca, tais como: Busca de Fibonacci; Método da Secção Áurea, etc...

APÊNDICE A

CÁLCULO DE RESISTÊNCIA A PROPULSÃO PELA
SÉRIE BSRAA.1 *Introdução*

O modelo de síntese desenvolvido permite calcular a curva de resistência do casco. Para tanto ele faz uso dos resultados de séries sistemáticas.

As séries incorporadas no modelo são duas: a série 60, cuja formulação foi descrita no capítulo 2, e a série BSRA, cuja formulação é descrita a seguir.

O procedimento de cálculo de resistência é representado no modelo por uma subrotina disponível no Núcleo de Desenvolvimento e Pesquisa do Navio (13). Esta subrotina destina-se ao cálculo das potência efetiva de reboque do casco n_u em HP (EHP) para cada valor do vetor velocidade fornecido.

Se o casco fornecido satisfaz as restrições impostas pela regressão (6), a potência efetiva é calculada para, a critério do usuário, até três condições de carregamento: deslocamento de projeto, deslocamento médio e deslocamento leve, definidos através dos calados: calado de projeto, calado médio = 80,8% calado de projeto e calado leve = 61,6% calado de proje-

to.

A.2 Método de cálculo

Para o cálculo da potência efetiva, a subrotina utiliza uma análise de regressão, obtida por Sabit (6), que permite estimar o coeficiente de resistência para um modelo de 400 pés de comprimento ($C_R = 2,4938 \text{ (C)} * L/\nabla^{1/3}$). A forma geral da regressão é:

$$C_R = f\left(\frac{L}{\nabla^{1/3}}; \frac{B}{H}; C_B; LCB\right)$$

onde:

L é o comprimento entre perpendiculares;

∇ é o volume deslocado;

B é a boca;

H é o calado de projeto;

C_B é o coeficiente de bloco;

LCB é a posição do centro de carena.

Com o valor de C_R é calculado o coeficiente de resistência total do modelo (CTM).

$$CTM = \frac{\text{(C)}_{400} * 0,02514}{\text{(S)}}$$

onde:

$$\text{(C)}_{400} = \frac{C_R}{2,4938 * \left(\frac{L}{\nabla^{1/3}}\right)}$$

$$\text{(S)} = \frac{\text{Superfície molhada}}{\nabla^{2/3}}$$

O valor da resistência total do modelo (RTM) é calculado pela formulação:

$$RTM = CTM * 1/2 * \rho * S * v^2$$

onde:

ρ é a densidade da água

S é a superfície molhada

v é a velocidade

Com a resistência total do modelo, e utilizando o método e o coeficiente de Froude para o cálculo da resistência de atrito e extrapolação para o navio(5) o programa obtém a resistência total do navio (RTN) e a potência efetiva pela fórmula $EHP = RTN * v/D$ (onde D transforma libra*.nô em HP)

A.3 Restrições

Como a subrotina utiliza um seu método de cálculo uma análise de regressão (6), suas restrições são, basicamente, as do referido trabalho, quais sejam:

$$4,232 \leq \frac{L}{\nabla^{1/3}} \leq 6,360$$

$$2,120 \leq \frac{B}{H} \leq 3,960$$

$$0,65 \leq C_B \leq 0,80$$

$$-2,0 \leq LCB \leq 3,54$$

$$7,940 \leq C_R \leq 18,267$$

Além destas, tem-se ainda os limites relativos a com
binação dos parâmetros variados, os quais podem ser vistos em
(6).

Para as condições parciais de carregamento, o coefi-
ciente de resistência (CR) para estas condições deve obedecer as
restrições:

$$8,561 \leq (CR)_{\text{calado médio}} \leq 21,459$$

$$9,591 \leq (CR)_{\text{calado leve}} \leq 25,243$$

APÊNDICE B

COMENTÁRIOS E DIAGRAMA DE BLOCOS DO PROGRAMA

B.1 Programa

Este programa permite obter:

- B.1a)* a curva de potência efetiva (EHP) versus velocidade(v) do navio, pelas séries sistemáticas: 60 ou BSRA;
- B.1b)* para um dado casco a instalação propulsora ótima (de rendimento máximo);
- B.1c)* para um conjunto casco-motor fornecido o hélice do máximo rendimento.

*B.2 Descrição do Programa**B.2.1 Programa principal*

Tem a finalidade de comandar o programa para atingir os objetivos descritos em 1.

Método

Após efetuar a leitura dos dados, o programa calcula as características do casco e para as eficiências (relati-

va rotativa, de transmissão), os coeficientes (esteira, redução da força propulsora) e os fatores (de serviço, devido aos apêndices), quando não fornecidos, valores sugeridos em (12) são adotados.

Se a curva de EHP x v não é fornecida esta curva é estimada por uma das séries (BSRA ou 60). Neste ponto dois caminhos podem ser tomados: ou atendendo o objetivo B.1b chamando as subrotinas PROP1, ANADES e SELMOT, respectivamente ou atender o objetivo B.1c chamando a subrotina MDADO.

B.2.2 Subrotinas ESP01

SER60

CEF

A finalidade destas subrotinas é calcular a curva EHP x v pela série 60, como descrito na seção 2.2.

B.2.3 Subrotinas - ESP02, INTPOL

A finalidade destas subrotinas é calcular a curva EHP x v pela série BSRA, como descrito no Apêndice A.

B.2.4 Subrotina PROP1

A finalidade é gerar as malhas para cálculo do hélice no ponto de projeto e guardar o de máximo rendimento.

Processo: utiliza-se o método de busca exaustiva

com restrições.

Com os valores de passo (P), diâmetro (D) e razão de área expandida (Ae/Ao), a subrotina FUNÇÃO chamada encontra o valor de rendimento do hélice e a rotação com que o hélice deve trabalhar para que o casco tenha a velocidade desejada..

As características P, D, Ae/Ao do hélice que tenha rendimento máximo armazenadas.

B.2.5 Subrotina FUNÇÃO

A sua finalidade é verificar as restrições para o hélice em estudo.

Processo:

É verificado inicialmente a restrição

$$0,5 \leq P/D \leq 1,4$$

Em seguida a subrotina INTER é chamada e os valores do coeficiente de avanço (J) e do rendimento do hélice (η) são determinados.

São examinadas as restrições:

a) $1,4 \text{ rps} \leq \text{rotação} \leq 5 \text{ rps}$

b) $\frac{\delta \eta}{\delta J} \geq 0$

c) critério de cavitação

Se todas as condições são satisfeitas o héllice calculado é um héllice viável.

B.2.6 Subrotina INTER

A finalidade desta subrotina é igualar os valores do coeficiente de empuxo requerido pelo navio (KTN) e do coeficiente de empuxo de héllice (KTH).

B.2.7 Subrotina ANADES

Esta subrotina efetua a análise do sistema casco-héllice.

Para cada valor do vetor velocidade fornecido são calculados os valores de coeficiente propulsivo, rotação do héllice, potência requerida, etc.

B.2.8 Subrotina SELMOT

A finalidade desta subrotina é escolher a instalação propulsora ótima e analisar o seu desempenho.

Processo:

A partir do héllice calculado na subrotina PROPI, são realizadas as seguintes etapas:

- a) se motores compatíveis são encontrados, através da subrotina ESC o(s) melhor(es) são escolhidos e uma análise do(s) motor(es) é efetuada.

- b) encontrando-se apenas motores admissíveis, através da subrotina ESC o(s) melhor(es) são escolhido(s) e um novo hélice é projetado. Comparando-se o coeficiente propulsivo deste novo hélice como o coeficiente propulsivo da instalação com redução, o sistema com coeficiente propulsivo (rendimento total) maior é escolhido, efetuando-se a análise deste sistema.
- c) não se encontrando motores admissíveis, através da subrotina REDUTO o conjunto motor-redutor é escolhido e efetua-se a análise do sistema.

B.2.9 Subrotina ESC

A finalidade desta rotina é escolher entre os motores compatíveis (ou admissíveis) o(s) melhor(es) e definir entre os sistemas, com motor admissível e com redução, qual o de maior coeficiente propulsivo.

Processo:

- a) Se há motores compatíveis o(s) melhor(es) são escolhidos e efetua-se a análise do desempenho do motor.
- b) Havendo apenas motores admissíveis, após a escolha do (s) melhor(es) projeta-se um novo hélice através da subrotina PROP2. Se o coeficiente propulsivo desta instalação é menor que o coeficiente propulsivo da instalação com redução, o conjunto motor-redutor para o hélice calculado na subrotina PROP1 é calculado na subrotina REDUTO, e efetuar-se a análise do sistema.

B.2.10 Subrotina PROP2

Esta rotina dirige a escolha do hélice ótimo para um conjunto casco-motor dado.

Processo

Inicialmente calcula-se o hélice que absorve a potência nominal do motor a rotação nominal. Através da análise do desempenho do sistema tem-se a rotação (R0TH) que este hélice deve trabalhar para o navio tenha a velocidade (V_s) de projeto.

Projeta-se agora o hélice para a velocidade de projeto e rotação (R0TH). Efetua-se a análise do sistema verificando-se que este hélice também absorve a potência nominal à rotação nominal do motor.

B.2.11 Subrotinas HÉLICE e FUNC

A subrotina HÉLICE gera a malha para o cálculo do hélice que absorve a potência nominal à rotação nominal e guarda o de máximo rendimento, enquanto que a subrotina FUNC, chamada pela rotina HÉLICE, iguala os valores do coeficiente de torque do motor (KQM) com o coeficiente de torque do hélice (KQH) e KTN com KTH.

B.2.12 Subrotinas PROP21 e VELSER

A finalidade da rotina PROP21 é calcular o hélice o

timo para condições de projeto que seja capaz de absorver a potência nominal do motor à rotação nominal.

A subrotina VELSER chamada por PROP21 tem a finalidade de igualar KTN com HTH e calcular a potência que o motor deve fornecer.

B.2.13 Subrotinas REG e AJUS

A finalidade destas rotinas é analisar o desempenho do motor para o vetor velocidade fornecido e acrescentar uma nova velocidade ao vetor fornecido, respectivamente.

B.2.14 Subrotina MDADO

Esta rotina calcula a máxima velocidade (VF) que o conjunto casco-motor dado pode ter e, se esta velocidade for maior que a velocidade do projeto o hélice ótimo para a velocidade de projeto é calculado, analisando-se o desempenho do sistema.

B.2.15 Subrotina REDUTO

Para um hélice e potência efetiva dados, um conjunto motor-redutor é encontrado.

B.2.16 Funções

As funções ENTAU e ENTERP tem o objetivo de interpo-

lar valores.

As funções KT , KQ , $KT3$, $KQ3$, calculam características do hélice.

B.3 Diagrama de blocos

Serão utilizadas as variáveis ISM e KTP com as seguintes funções:

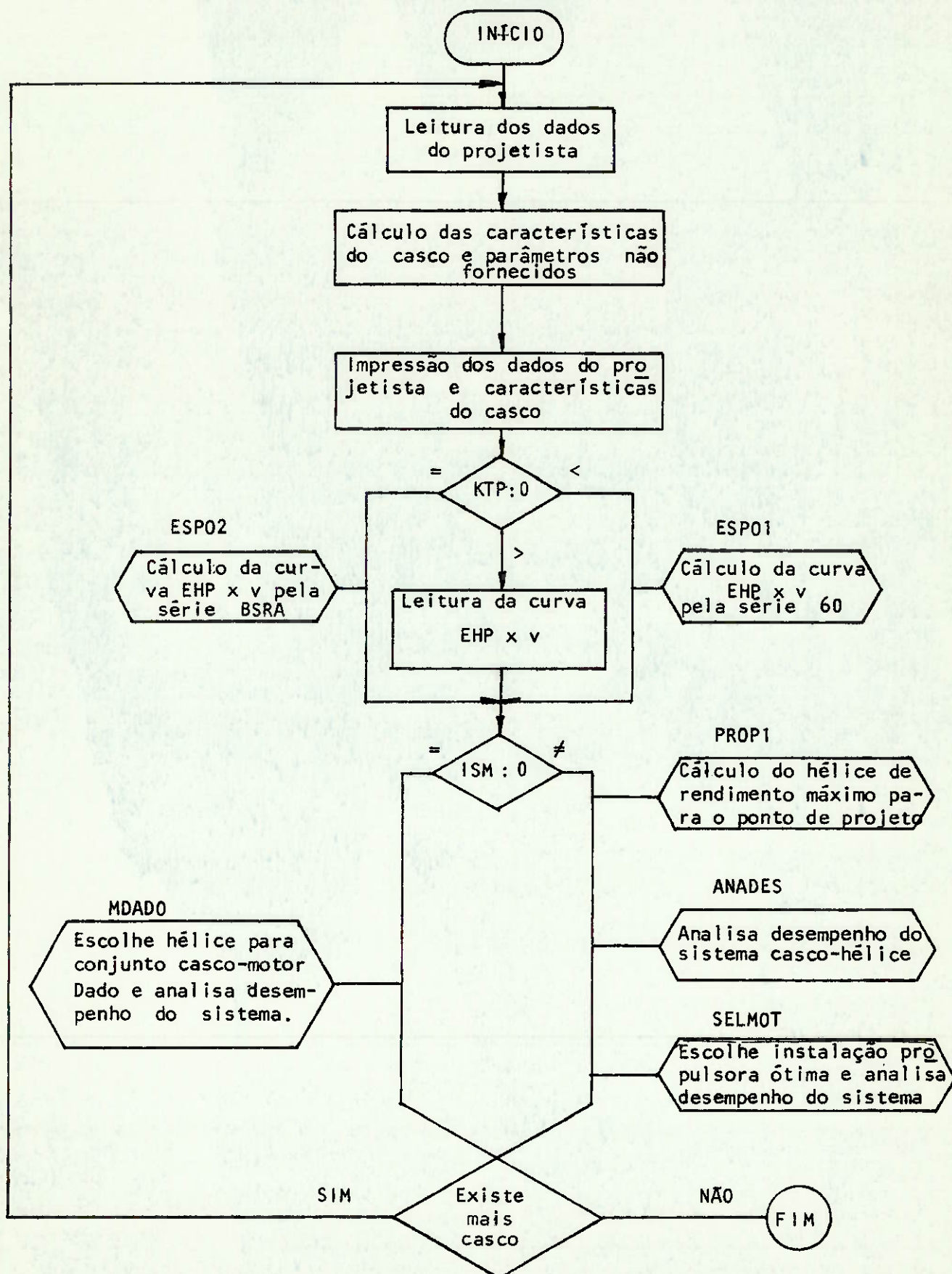
$ISM = 0$ se o objetivo for item 1.b

$ISM \neq 0$ se o objetivo for item 1.c

$KTP < 0$ cálculo de $EHP \times v$ (série 60)

$KTP = 0$ cálculo de $EHP \times v$ (série BSRA)

$KTP > 0$ curva $EHP \times v$ fornecida



B.4 Cartões de dados

1º Cartão - número de problemas FORMAT(12)

2º Cartão - nome do navio FORMAT(20A1)

3º Cartão - NVEL KTP, LPM, KM, KL, TER, ISM

NVEL - nº de velocidades dadas

Cálculo de
resistência

KTP - se $KTP < 0$ cálculo pela série 60
 se $KTP > 0$ curva EHP x v é fornecida
 se $KTP = 0$ cálculo pela série BSRA

LPM - se $LPM = 0$ praça de máquina a meio navio
 $LPM \neq 0$ praça de máquina a ré

Se $KTP = 0$ e $\left\{ \begin{array}{l} KM = 0 \text{ não calcula resistência pa-} \\ \text{ra calado médio.} \\ KL = 0 \text{ não calcula resistência pa-} \\ \text{ra calado leve.} \end{array} \right.$

IFR $\left\{ \begin{array}{l} \neq 0 \text{ Resistência de atrito calculada pela} \\ \text{linha ITTC-57} \\ = 0 \text{ Resistência de atrito calculada pela} \\ \text{linha SHOENHERR (recomendável).} \end{array} \right.$

ISM $\left\{ \begin{array}{l} = 0 \text{ apenas o casco é dado.} \\ \neq 0 \text{ o conjunto casco-motor é dado.} \end{array} \right.$

4º Cartão - LBP, B, H, Δ , vs, LCBD, FORMAT(6F10.0)

LBP - comprimento entre perpendiculares (m)

B - boca de projeto (m)

H - calado de projeto (m)

Δ - deslocamento (ton)

vs - velocidade de projeto (nós)

LCBD - posição longitudinal do centro de carena
para calado de projeto.

5º Cartão - V, DRMAX, EIXO - FORMAT(3F10.0)

V - número de pás do hélice
 DRMAX - diâmetro máximo do hélice (m)
 eixo - imersão do eixo (m)

6º Cartão - SIGMA, TAL, C, DENS, PV, TOLAD FORMAT(6F10.0)

SIGMA - índice de pressão para cavitação
 TAL - coeficiente de empuxo para cavitação
 C - adimensional para cavitação
 DENS - densidade média da água na rota ($Kf*s^2/m^4$)
 PV - pressão média de vapor na rota ($KF*/m^2$)
 TOLAD - limite especificado para a cavitação.

7º Cartão - W, T.ET, ERR, FSP, FAP

W - coeficiente esteira
 T - coeficiente de redução da força propulsora
 ET - eficiência de transmissão
 ERR - eficiência relativa rotativa
 FSP - fator de serviço
 FAP - fator que leva em conta o acréscimo de re
 sistência devido aos apêndices).

8º Cartão - Restrições a máquina

(RESTR(K), K=1,5) FAB(1), FAB(2) FORMAT(rF8.0,2A6)

RESTR(1) - comprimento máximo (mm)
 RESTR(2) - largura máxima (mm)
 RESTR(3) - altura máxima (mm)
 RESTR(4) - altura desmontagem máxima (mm)
 RESTR(5) - peso seco máximo (ton)

FAB(2), FAB(2) - fábrica

Nota: quando não há restrição a máquina fornecer o valor branco no cartão.

9º Cartão - VEL FORMAT(F8.0)

LER NVEL valores de velocidade (nós)

OBS.: se a curva EHP x v é dada

10º Cartão - HP FORMAT(F8.0)

LER NVEL valores de potência efetiva (HP)

APÊNDICE C

LISTAGEM DO PROGRAMA

É apresentada nas páginas seguintes a lista gem completa do programa usado para o modelo de síntese de propulsão.

```

REAL LBP,LCBD
COMMON /DADOS/VEL(10),LBP,BOCA,CALADO,DESPES,NVEL,HP(10),DRMAX
COMMON /EFIC/EM,ERP,ET,T,K,LENS,PV,EIXO,FSP,VS,FAP
COMMON /CERCO/A(10,45),B(10,45),CHI(10),PHI(10),PSI(10)
COMMON /SEL/NM01,DM1(17,140)
COMMON /SELT/TIPO(140,2),PEST(7),DM(140,13),FAC(140,2),FAB(2),NM
*JT,BRANCO
COMMON /F1/C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,ZH,CAV,TCLAD
COMMON /G/ S,PD,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON /B6/RLE,RBH,CR,SURFCL,FLD,LCBD,KM,KL,IFR
COMMON /P1/F,X,AJ,FHP
COMMON /MOTHP/EMD1,ROTD1,BHOM1,MOTOM1,ISM
COMMON /NAOM/EHPR,CPR,PUTR
DIMENSION X(3),NAVIG(20)
DIMENSION JZ(20)
DATA VIL/6HVILLAR/
DATA KR,KW/5,6/,BRANCO/6H
JMOT=NM01

```

C
C
C

ARRANJO LOS MOTORES

```

DO 20 J1=1,NM01
TIPO(J1,1)=LM1(1,J1)
TIPO(J1,2)=DM1(2,J1)
FAC(J1,1)=DM1(3,J1)
FAC(J1,2)=DM1(4,J1)
VZ=0
DO 10 J2=5,17
VZ=NZ+1
10 JM(J1,NZ) = DM1(J2,J1)

```

C
C
C

DEFINICAO DA CONDICAO NOMINAL PARA MOTORES MEP/MAN

```

IF(FAC(J1,1).EQ.VIL) GO TO 20
JM(J1,5)=.85*DM(J1,4)
JM(J1,3)=DM(J1,2)*.95
20 CONTINUE

```

C
C
C

LEITURA DOS DADOS DO PROJETA

```

READ(KR,2)NUMRO
DO 200 KK=1,NUMRO
WRITE(KW,2080)
READ(KR,506) (NAVIG(I),I=1,20)
READ(KR,2)NVEL,KTP,LPM,KM,KL,IFR,ISM
READ(KR,1) LBP,BOCA,CALADO,DESPES,VS,LCBD
READ(KR,1)V,DRMAX,EIXO

```



```

READ(KR,1)SIGMA,TAL,C,DENS,PV
READ(KR,1)W,T,ET,ERR,FSP,FAP
READ(KR,1020)(RESTR(K),K=1,5),FAB
READ(KR,3)(VEL(I),I=1,NVEL)
IF(ISM.NE.0)READ(KR,1)BHD1,ROTD1,BHDM1,ROTD1
IF(ISM.NE.0.AND.KTP.GT.0)GO TO 30

```

C
C
C

CALCULO DAS CARACTERISTICAS DO CASCO

```

RLB=LBP/BOCA
RBH=BOCA/CALADO
CB=DESPES/(LBP*BOCA*CALADO*1.025)
RLD=LBP/(DESPES/1.025)**.3333
VL=VS/SGRT(3.3466*LBP)

```

C
C
C
C

DEFINICAO DAS EFICIENCIAS E VALORES ADOTADOS PARA OUTROS
FATORES QUANDO NAO DADOS

```

30 IF(W.EQ.0.0)W=.5+CB-.05
IF(T.EQ.0.0)T=.6*W
IF(FSP.EQ.0.0)FSP=1.2
IF(ERR.EQ.0.0)ERR=1.03
IF(FAP.EQ.0.0)FAP=1.08
IF(ET)60,40,60
40 IF(LPM)50,45,50
45 ET=.98
50 GO TO 60
ET=.97
60 EH=(1.-T)/(1.-W)
IF(V.EQ.0.)V=4.
IF(DRMAX.EQ.0.)DRMAX=.65*CALADO
IF(SIGMA.EQ.0.)SIGMA=.2
IF(TAL.EQ.0.)TAL=.09
IF(C.EQ.0.)C=.76689
IF(DENS.EQ.0.)DENS=104.61
IF(PV.EQ.0.)PV=250.
IF(TOLAD.EQ.0.)TOLAD=.005

```

```

IV=V
3Z=VS*(1.-W)**.5148

```

C
C
C

IMPRESSAO DOS DADOS DE ENTRADA E CARACTERISTICAS DO CASCO

```

WRITE(KW,5)(NAVIO(I),I=1,20)
WRITE(KW,6)LBP,BOCA,CALADO,DESPES,VS,IV,EIXO,DRMAX,SIGMA,TAL,C
WRITE(KW,1022)DENS,PV
WRITE(KW,777)W,T,ET,ERR,FSP,FAP
IF(ISM)210,220,210
210 WRITE(KW,230)BHD1,ROTD1,BHDM1,ROTD1
GO TO 707
220 WRITE(KW,2005)(RESTR(K),K=1,5)
IF(FAB(1).EQ.BRANCO)GO TO 707
WRITE(KW,727)FAB
707 WRITE(KW,8)CB,RLB,RBH,VL,RLD

```

C
C
C

ESTIMA DE POTENCIA

```

IF(KTP)710,720,730

```

C
C
C

SERIE 60

```

710 CALL ESP01(JJ)
      WRITE(6,4571)HP,VEL
4571 FORMAT(///,1X,10E12.5,///,1X,10E12.5)
      IF(JJ.EQ.1) GO TO 200
      GO TO 740

```

C
C
C

SERIE ESRA

```

720 CALL ESP02(JJ,JV)
      IF(JJ.EQ.1)GO TO 200
      GO TO 740

```

C
C
C

CURVA EHP VERSUS V DADA

```

730 READ(KP,3)(HP(I),I=1,NVEL)
      SURMDL=2.654*RLB**(.329)*RBH**(.208)*CB**(-.0609)*(DESPES/1.025)**
      *(.666)
      WRITE(KW,1992)SURMDL
      WRITE(KW,1993)((VEL(I),HP(I)),I=1,NVEL)
      WRITE(KW,78)
740 DO 750 I=1,NVEL
      IF(VS.NE.VEL(I)) GO TO 750
      EHP=HP(I)*FSP
      EHPR=EHP
      GO TO 700
750 CONTINUE

```

C
C
C

DEFINICAO DO PROPULSOR DE RENDIMENTO MAXIMO

```

760 IF(JV.EQ.0)GO TO 800
      NI=0
      DO 790 IN=1,NVEL
      IF(HP(IN))760,760,770
770 NI = NI+ 1
      HP(NI)=HP(IN)
      VEL(NI)=VEL(IN)
      GO TO 790
780 IF(VEL(IN).EQ.VS) GO TO 200
790 CONTINUE
      NVEL=NI
800 IF(ISM.NE.0) GO TO 810
      CALL PROP1(&9050)
      COEPR=F*ERR*EH*ET
      POT=EHP/COEPR
      ROT=60.*BZ/(AJ*X(1))
      ROTR=ROT
      CPR=COEPR
      PD=X(3)/X(1)
      WRITE(KW,12)IV,X(1),X(3),PD,X(2)
      WRITE(KW,16)F,COEPR,ROT,EHP,POT
      RESTR(6)=POT
      RESTR(7)=ROT

```

C
C
C

ANALISE DO DESEMPENHO DO SISTEMA

CALL ANADES

C
C
C

SELECAO DE MOTORES

WRITE(KW,1021)

```
CALL SELMOT(&9050)
GO TO 200
```

```
C
810 CALL MDADO(&9050)
GO TO 200
9050 WRITE(KW,9051)
CALL EXIT
1021 FORMAT(//,37X,'* ESCOLHA DE MOTOR PARA ACOPLAMENTO DIRETO *'//)
9051 FORMAT(//,20X,'**TODOS HELICES ENCONTRADOS CAVITAM**')
200 CONTINUE
1 FORMAT(8F10.0)
2 FORMAT(8I2)
3 FORMAT(10F8.3)
5 FORMAT(////////,40X,5(1H*),' NAVIO ... ',20A1,1X,5(1H*))
6 FORMAT(////37X,20(1H*),/40X,'DADOS DE ENTRADA',/37X,20(1H*),///,32
*X,
1' COMPRIMENTO ENTRE PP.....',F10.2,1X,'M',/32X,
2' BOCA MOLDADA.....',F10.2,1X,'M',/32X,
3' CALADO DE PROJETO.....',F10.2,1X,'M',/32X,
4' DESLOCAMENTO TOTAL.....',F10.2,1X,'TON',/32X,
5' VELOCIDADE DE PROJETO',22(1H.),F10.2,1X,'NDS'///32X,' NUMERO DE PA
6S DO HELICE',20(1H.),I10,/32X,' IMERSAO DO EIXO',28(1H.),F10.2,1X,'
7M',/32X,' DIAMETRO MAXIMO',28(1H.),F10.2,1X,'M'///32X,' INDICE DE CA
8VITACAO=SIGMA',18(1H.),F10.3,/32X,' COEFICIENTE DE EMPUXO P/CAVITAC
9AO=TAU',6(1H.),F10.3,/32X,' ADIMENSIONAL=C',29(1H.),F10.6)
8 FORMAT(////////37X,28(1H*),/40X,' CARACTERISTICAS DO CASCO',/37X,28(1H
**)//,
132X,' COEFICIENTE DE BLOCO.....',F10.3,/32X,
2' RAZAO COMPRIMENTO/BOCA.....',F10.3,/32X,
3' RAZAO BOCA/CALADO.....',F10.3,/32X,
4' RAZAO VELOCIDADE/RAIZ DO COMPRIMENTO.....',F10.3,/32X,
5' RAZAO COMPRIMENTO/RAIZ CUBICA DESLOCAMENTO',F10.3)
12 FORMAT(1H1,37X,32(1H*),/40X,' CARACTERISTICAS DO PROPULSOR',
* /43X,' DE RENDIMENTO MAXIMO',/37X,32(1H*),///32X,
* ' VALORES OBTIDOS PARA A VELO
2CIDADE DE PROJETO',/32X,' E COND. SERVICO',/32X,' NUMERO DE
* PAS',30(1H.),I10,/32X,
3' DIAMETRO DO HELICE',25(1H.),F10.3,1X,'M',/32X,
4' PASSO.....',F10.3,/32X,
3' RAZAO PASSO/DIAMETRO.....',F10.3,/32X,
4 ' RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....',F10.3,/32X)
16 FORMAT(32X,' RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA',8(1H.),F10.3,/32X
1,' COEFICIENTE PROPULSIVO',21(1H.),F10.3,/32X,' ROTACAO',36(1H.),
2F10.3,/32X,' POTENCIA EFETIVA (EHP)',21(1H.),F10.0,/
3 32X,' POTENCIA (BHP)=COND. FA
4TOR DE SERVICO.....',F10.0)
76 FORMAT(//20X,' OBSERVACAO "POTENCIA DETERMINADA CONSIDERANDO OS APE
*NDICES MAR CALMO E CASCO LIMPO")
230 FORMAT(1H1,37X,13(1H*),/37X,' MAQUINA DADA',/37X,13(1H*),///,32X,
* ' POTENCIA
* CSR',31(1H.),F8.0,/32X,' ROTACAO CSR',32(1H.),F8.0,/32X,' POTENCIA
* MCR',31(1H.),F8.0,/32X,' ROTACAO MCR',33(1H.),F8.0)
506 FORMAT(20A1)
1020 FORMAT(5F8.2,2A6)
727 FORMAT(32X,' MARCA DO MOTOR',29(1H.),2A6)
777 FORMAT(/32X,' OS COEFICIENTES, EFICIENCIAS E PESOS ABAIXO',/32X,' FO
1RAM FORNECIDOS PELO PROJETISTA OU ADOTADOS',/32X,' COEFICIENTE DE
2ESTEIRA',21(1H.),F10.3,/32X,' COEF. DE REDUCAO DA FORCA PROPULSORA'
3,7(1H.),F10.3,/32X,' EFICIENCIA DA TRANSMISSAO',18(1H.),F10.3,/32X,
4' EFICIENCIA RELATIVA ROTATIVA',15(1H.),F10.3,/32X,' FATOR DE SERVICO
```

```

50',27(1H.),F10.2/32X,'ACRESCIMO DEVIDO A APENDICES,AR,ETC',B(1H.),
*F10.2)
1022 FORMAT(32X,'DENSIDADE MEDIA DA AGUA NA ROTA',12(1H.),F6.2,1X,'KG
1F,S2/M4',/32X,'PRESSAO DE VAPOR MEDIA NA ROTA',13(1H.),F6.2,1X,'K
2GF/M2'//)
1992 FORMAT(32X,'SUPERFICIE MOLHADA',25(1H*),F10.3,1X,'M2'/////
*37X,27(1H*)/40X,'RESISTENCIA A PROPULSAO',/37X,27(1H*),///32X,'V
*ELOCIDADE',10X,
*'ENP'/35X,'(NOS)',6X,'CALADD CARREGADO')
1993 FORMAT(35X,F5.2,10X,F7.0)
2005 FORMAT(1H1,37X,24(1H*),/40X,'RESTRICOES A MAQUINA',/37X,24(1H*),
*
12X,'COMPRIENTO MAXIMO',25(1H.),F8.0,'MM',/32X,'LAR
*GURA MAXIMA',29(1H.),F8.0,'MM',/32X,'ALTURA MAXIMA',30(1H.),F8.
*J,'MM',/32X,'ALTURA DE DESMONTAGEM MAXIMA',15(1H.),F8.0,'MM',
*/32X,'PESO SECO,SOLDADO,COM MANCAL DE ESCORA',5(1H.),F8.0,'TON')
CALL EXIT
2080 FORMAT(1H1,40X,'*** UM PROGRAMA PARA SELECAO DE MOTORES***'//)
END

```

```

=====
SUBROUTINE ESP01(JJ)

```

```

C
C
C FINALIDADE DA SUB-ROTINA - ESTIMAR A POTENCIA EFETIVA PELA SERIE-6 0

```

```

REAL LBP,LWL
COMMON /DADD/VEL(10),LBP,BOCA,CALADD,DESPES,NVEL,HP(10)
COMMON /CER60/A(10,45),B(10,45),CHI(10),PHI(10),PSI(10)
COMMON /B60/RLB,RBH,CB,SURMOL
COMMON /EFIC/E1,E2,E3,E4,E5,DENS,E6,E7,E8,E9,FAP
DATA KW/6/
JJ=0

```

```

C
C
C VERIFICACAO DAS RESTRICOES

```

```

LWL=1.02*LBP
IF (RBH.GT.3.51.OR.RBH.LT.2.49) GO TO 501
IF (RLB.GT.8.51.OR.RLB.LT.6.) GO TO 501
IF (CB.GE.6.AND.CB.LE.8) GO TO 499
501 WRITE(KW,987)
987 FORMAT(//,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS OS ADIMENSIONAIS ESTAO FORA
2DA FAIXA COBERTA PELA SERIE-60')
JJ=1
RETURN
499 SURMOL=2.654*RLB**(.329)*RBH**(.208)*CB**(-.0609)*(DESPES/1.025)**
*(.666)
WRITE(KW,10)SURMOL

```

```

C
C
C MONTAGEM DOS POLINOMIOS DE CHEBYCHEF

```

```

J=(-7.0+RLB)/1.5
Z=-6.0+2.0*RBH
X=-7.0+10.0*CB
CALL CEF(5,X,CHI)
CALL CEF(3,U,PHI)
CALL CEF(3,Z,PSI)

```

```

DO 100 KASOS=1,NVEL
VL=VEL(KASOS)/SQRT(LWL*3.281)
CALL SER60(LWL,RLB,RBH,VL,CB,CT)

```

```

C
C
C
CALCULO DAS POTENCIAS

```

```

HP(KASOS)=.5*DENS*CT*SURMOL*(VEL(KASOS)*.5148)**2.
HP(KASOS)=FAP*HP(KASOS)*VEL(KASOS)*.5148/75.
WRITE(KW,11)VEL(KASOS),HP(KASOS)

```

```

100 CONTINUE

```

```

WRITE(KW,78)

```

```

78 FORMAT(/,32X,'OBS:POT. DET. CONSID. OS APENDICES, MAR CALMO E CASCO
*LIMPO')
RETURN

```

```

10 FORMAT(32X,'SUPERFICIE MOLHADA',25(1H.),F10.3,1X,'M2',////,37X,27(
*1H*),/,39X,'RESISTENCIA A PROPULSAO',/37X,27(1H*),///,40X,
*
*J PELA SERIE-60',/32X,'VELOCIDADE',10X,'EHP'/35X,'(NOS)',6X,'CALAD
*J CARREGADO')

```

```

11 FORMAT(35X,F5.2,10X,F7.0)
END

```

```

=====
SUBROUTINE SER60(XLWL,XLBR,BTR,VL,CB,CTS)

```

```

C
C
C
FINALIDADE DA SUB-ROTINA - DETERMINAR OS COEFICIENTES DE RESISTENCIA
PARA A SERIE -60

```

```

COMMON /SER60/A(10,45),B(10,45),CHI(10),PHI(10),PSI(10)
DIMENSION VPHI(10),BVL(10),AVL(10)

```

```

C
C
C
VERIFICACAO DAS RESTRICAOES COMBINADAS PARA CB X VL

```

```

IF(CB.LE..612) GO TO 800
IF(CB.GT..612.AND.CB.LE..625) GO TO 801
IF(CB.GT..625.AND.CB.LE..725) GO TO 802
IF(CB.GT..725.AND.CB.LE..775) GO TO 803
IF(CB.GT..775) GO TO 804

```

```

800 VLMIN=.45
VLMAX=1.1
GO TO 11

```

```

801 VLMIN=.45
VLMAX=.9
GO TO 11

```

```

802 VLMIN=.4
VLMAX=.9
GO TO 11

```

```

803 VLMIN=.35
VLMAX=.675
GO TO 11

```

```

804 VLMIN=.35
VLMAX=.8

```

```

11 IF(VL.GE.VLMIN.AND.VL.LE.VLMAX) GO TO 12
CTS=0.
RETURN

```

```

12 JOB=VL*20.*1.689
DO 32 N=1,10

```

```

AVL(N)=0.0
BVL(N)=0.0
32 CONTINUE
C
C
C
CALCULO DE CT PARA MODELOS DE 400 PES
DO 35 K=1,5
DO 35 II=1,3
DO 35 J=1,3
L=J+3*(II-1)+9*(K-1)
DO 35 N=1,10
AVL(N)=AVL(N)+A(N,L)*PHI(J)*PSI(II)*CHI(K)
BVL(N)=BVL(N)+B(N,L)*PHI(J)*PSI(II)*CHI(K)
35 CONTINUE
V=2.5*VL-1.875
CALL CEF(10,V,VPHI)
CTM=0.0
DO 36 N=1,10
36 CTM=CTM+AVL(N)*VPHI(N)
CTM=CTM*VL**2*.001

```

```

C
C
C
CALCULO DE CF PARA MODELOS DE 400 PES E PARA NOSSO COMPRIMENTO
REM=UOB*317.3519E05
REY=(VL*1.689*(XLWL*3.281)**1.5)/1.13421E-05
CFM=0.075/(((ALOG(REM)/2.3025851)-2.0)**2)
CFS=0.075/(((ALOG(REY)/2.3025851)-2.0)**2)
DO 45 K=1,50
DUMMY=CFM
BDGUS=CFS
CFM=(2.3025851/(4.132*ALOG(REM*CFM)))**2
CFS=(2.3025851/(4.132*ALOG(REY*CFS)))**2
IF(ABS(DUMMY-CFM)-5.0E-07) 41,41,45
41 IF(ABS(BDGUS-CFS)-5.0E-07) 50,50,45
45 CONTINUE
WRITE(KW,5) UOB
5 FORMAT(' SCHOENHER NAO CONVERGE PARA V= ',F6.3)
C
C
C
RESULTADOS FINAIS
50 CRS=CTM-CFM
CTS=CRS+CFS
RETURN
END

```

```

=====
C
SUBROUTINE CEF(IQ,U,CEV)
FINALIDADE DA SUB-ROTIMA - MONTAR OS POLINOMIOS DE CHEBYCHEV
DIMENSION CEV(10)
CEV(1)=1.
CEV(2)=U
DO 1 I=3,IQ
1 CEV(I)=2.*U*CEV(I-1)-CEV(I-2)
RETURN
END

```

SUBROUTINE ESPO2(JJ,JV)

FINALIDADE DA SUB-ROTINA - ESTIMAR A POTENCIA EFETIVA PELA SERIE-B SRA
DESENVOLVIDO PELO NDN A PARTIR DO TRABALHO DE A. SHAMER SABIT -
'REGRESSION ANALYSIS OF RESISTANCE RESULTS OF THE B.S.R.A. SERIES'

OBSERVACOES -

1- AS CONDICOES PARCIAIS DE CARREGAMENTO CORRESPONDEM
AOS RESPECTIVOS CALADOS - CALADO MEDIO = $0.808 * \text{CALADO DE PROJETO}$
- CALADO LEVE = $0.616 * \text{CALADO DE PROJETO}$

2- TODOS OS ADIMENSIONAIS SAO CALCULADOS EM FUNCAO DO
COMPRIMENTO ENTRE PP, POIS A REGRESSAO BASEIA-SE NESTAS DEFINICOES.

3- O PROGRAMA DETERMINA A POTENCIA EFETIVA DE CASCO NU.
PORTANTO, DEVE-SE ACRESCEER AO VALOR OBTIDO UMA MARGEM REFERENTE A
APENDICES, AR, VENTO, ETC.

DEFINICOES -

LBP=COMPRIMENTO ENTRE PP

B=BOCA

HM=CALADO LEVE

HM=CALADO MEDIO

H=CALADO DE PROJETO

V=VELOCIDADE DE PROJETO

DESD=DESLOCAMENTO DE PROJETO

DESM=DESLOCAMENTO MEDIO

DEST=DESLOCAMENTO LEVE

LCBD=LCB PARA CALADO DE PROJETO

LCBM=LCB PARA CALADO MEDIO

LCBT=LCB PARA CALADO LEVE

VL=COEF. VELOCIDADE/RAIZ DO COMPRIMENTO

CB=COEF. BLOCO

RLB=RELACAO COMPRIMENTO/BOCA

RBH=RELACAO BOCA/CALADO

RLD=RELACAO COMPRIMENTO/RAIZ CUBICA DO DESLOCAMENTO

NSD=SUPERFICIE MOLHADA NO CALADO DE PROJETO

NSM=SUPERFICIE MOLHADA NO CALADO MEDIO

NST=SUPERFICIE MOLHADA NO CALADO LEVE

CRD=COEF. RESISTENCIA PARA CALADO DE PROJETO

CRD=COEF. RESISTENCIA PARA CALADO MEDIO

CRD=COEF. RESISTENCIA PARA CALADO LEVE

RFM=RESISTENCIA DE ATRITO DO MODELO

RFS=RESISTENCIA DE ATRITO DO NAVIO

RRD=RESISTENCIA RESIDUAL

RTM=RESISTENCIA TOTAL DO MODELO

RTS=RESISTENCIA TOTAL DO NAVIO

EHP=POTENCIA EFETIVA PARA CALADO DE PROJETO

EHPM=POTENCIA EFETIVA PARA CALADO MEDIO

EHPT=POTENCIA EFETIVA PARA CALADO LEVE

REAL LBP,LCBD,LCBM,LCBT

COMMON /BLOCA/A(16),W(16),C(16)

COMMON /B60/RLB,RBH,CB,WSD,PLD,LCBD,KM,KL,IFR

COMMON /EFIC/E1,E2,E3,E4,E5,DENS,E6,E7,E8,V,FAP

COMMON /DADOS/VEL(10),LBP,B,H,DESD,NVEL,HP(10)

DATA KW/6/

```

JV=0
NCRES=0
JJ=0
EHPM=0.
EHPT=0.
VL=V/SGRT(LBP/.3048)

```

```

C
C
C VERIFICACAO DOS PARAMETROS FACE AOS LIMITES DA REGRESSAO

```

```

IF(VL.LT..5.OR.VL.GT..8)GO TO 100
IF(RLD.LT.4.232.OR.RLD.GT.6.36)GO TO 100
IF(RBH.LT.2.12.OR.RBH.GT.3.96)GO TO 100
IF(CB.LT..65.OR.CB.GT..8)GO TO 100
DESD=DESD/1.016
LBP=LBP/.3048
B=B/.3048
H=H/.3048
CALL INTPOL(VL)
IF(LCBD.EQ.100.) LCBD=.77-2.77*(A(5)+A(12))*((RLD-5.296)/1.064)+A(1
*4)*((RBH-3.025)/.905)+A(15)*((CB-.725)/.075)+A(16)*((CB-.725)/.075
*)*((CB-.725)/.075))/(2.*A(9))

```

```

C
IF(LCBD.LT.-2..OR.LCBD.GT.3.54) LCBD=20.*(CB-.675)
VERIFICACAO DOS PARAMETROS DO CASCO FACE AS COMBINACOES PERMITIDAS
IF((CB*.643+.05*RLD-.6617).LT.0..OR.(CB*.393-.1*RLD+.1481).GT.0.)G
*J TO 110
IF(CB.GT..75)GO TO 120
IF(CB.LT..7)GO TO 130
IF((CB*.062-.05*RLD+.2535).LT.0.)GO TO 110
GO TO 150
120 IF((CB*.062+.05*RLD-.3465).GT.0.)GO TO 110
GO TO 140
130 IF((CB*.422+.05*RLD-.5923).GT.0.)GO TO 110
GO TO 150
140 IF((CB-.1*LCBD-.75).GT.0..OR.(CB-.0926*LCBD-.472).LT.0.)GO TO 160
GO TO 170
150 IF((CB-.05*LCBD-.75).GT.0..OR.(CB*1.5-.1*LCBD-.675).LT.0.)GO TO 160
170 IF((RBH-3.68*LCBD-9.48).GT.0..OR.(1.04*RBH+1.84*LCBD-8.7184).GT.0.
*)GO TO 180
IF(RBH.LE.2.52)GO TO 190
IF(RBH.LE.2.97)GO TO 200
IF(RBH.LE.3.44)GO TO 210
IF(RLD.LT.5.2.OR.RLD.GT.5.6)GO TO 220
GO TO 230
190 IF((RLD-2.42*RBH+.8984).LT.0..OR.(RLD+1.9*RBH-10.388).GT.0.)GO TO
*220
GO TO 230
200 IF((RLD+.711*RBH-6.992).LT.0..OR.(RLD-.888*RBH-3.36).GT.0.)GO TO 2
*20
GO TO 230
210 IF((RLD-.68*RBH-2.857).LT.0..OR.(RLD+.851*RBH-8.527).GT.0.)GOTO220
230 IF(LCBD.LT..5)GO TO 240
IF(LCBD.GT.1.5)GO TO 250
IF(RLD.LT.5.16.OR.RLD.GT.5.5)GO TO 260
240 IF((RLD-.573*LCBD-6.646).LE.0..AND.(RLD+.615*LCBD-4.27).GE.0..AND.
*(RLD-1.78*LCBD-4.27).GE.0..AND.(RLD+.86*LCBD-5.93).LE.0.)GO TO 270
GO TO 260
250 IF((RLD+2.04*LCBD-2.1).GE.0..AND.(RLD-LCBD-4.).LE.0..AND.(RLD+.16*
*LCBD-6.32).LE.0..AND.(RLD-.52*LCBD-3.1).GE.0..AND.(RLD+.52*LCBD-7.
*221).LE.0.)GO TO 270
260 WRITE(KW,2)

```



```

GO TO 1001
100 WRITE(KW,3)
GO TO 1001
110 WRITE(KW,4)
GO TO 1001
160 WRITE(KW,5)
GO TO 1001
180 WRITE(KW,6)
GO TO 1001
220 WRITE(KW,7)
GO TO 1001

```

C
C
C CALCULO DA SUPERFICIE MOLHADA E COEFICIENTES PARA CALDO CARREGADO

```

270 CWSO=3.371+.296*RLD+.437*RBH-.595*CB
WSD=(DESD*35.)*.6666*CWSO*.09290304
WRITE(KW,131)WSD
WSD=WSD/.09290304
X2=(RLD-5.296)/1.064
X3=(RBH-3.025)/.905
X4=(CB-.725)/.075
X5=(LCBD-.77)/2.77
IF(KM.EQ.0.AND.KL.EQ.0)GO TO 330

```

C
C
C DEFINICAO DE CARACTERISTICAS PARA CALADOS PARCIAIS

```

HM=.808*H
HT=.616*H
IF(CB.GT..725)GO TO 280
LCBM=LCBD+23.8723-63.164*CB+42.0345*CB*CB+2.026*LCBD-5.2646*LCBD*CB
+3.5328*LCBD*CB*CB
LCBT=LCBD+47.7446-126.328*CB+84.069*CB*CB+4.0523*LCBD-10.529*LCBD*CB
+7.0656*LCBD*CB*CB
DESM=.257+1.3747*CB-.9216*CB*CB
DEST=2.7494*CB-1.8432*CB*CB-.44998
GO TO 290
280 LCBT=LCBD+65.2704-127.7*CB+114.688*CB*CB-1.4803*LCBD+4.823*LCBD*CB
+3.5838*LCBD*CB*CB
LCBM=LCBD+32.6352-86.35*CB+57.344*CB*CB-.74*LCBD+2.4115*LCBD*CB-1.
*7919*LCBD*CB*CB
DESM=1.2159-1.2222*CB+.8703*CB*CB
DEST=1.4318-2.4445*CB+1.7406*CB*CB
290 CONTINUE
CWSM=3.306+.296*RLB+.437*B/HM-20.825*DESM/(LBP*B*HM)
CWST=3.306+.296*RLB+.437*B/HT-20.825*DEST/(LBP*B*HT)
DESM=DESM*DESD
DEST=DEST*DESD
WSM=(DESM*35.)*.6666*CWSM
WST=(DEST*35.)*.6666*CWST
HM=HM*.3048
HT=HT*.3048
DESM=DESM*1.016
DEST=DEST*1.016
WRITE(KW,68)HM,DESM,HT,DEST
HM=HM/.3048
HT=HT/.3048
DESM=DESM/1.016
DEST=DEST/1.016
IF(KM.EQ.0)GO TO 310
R2=LBP/(DESM*35.)*.3333

```

```

R3=B/HM
R4=DESM*35./(LBP*B*HM)
IF(R2.LT.4.594.OR.R2.GT.6.927)GO TO 320
IF(R3.LT.2.62.OR.R3.GT.4.87)GO TO 320
IF(R4.LT..623.OR.R4.GT..784)GO TO 320
IF(LCBM.LT.-1.56.OR.LCBM.GT.3.96)GO TO 320
R2=(R2-5.7605)/1.1665
R3=(R3-3.745)/1.125
R4=(R4-.7035)/.0805
R5=(LCBM-1.2)/2.76
310 IF(KL.EQ.0)GO TO 330
T2=LBP/(DEST*35.)**.3333
T3=B/HT
T4=DEST*35./(LBP*B*HT)
IF(T2.LT.5.1.OR.T2.GT.7.717)GO TO 340
IF(T3.LT.3.44.OR.T3.GT.6.39)GO TO 340
IF(T4.LT..592.OR.T4.GT..766)GO TO 340
IF(LCBT.LT.-1.12.OR.LCBT.GT.4.35)GO TO 340
T2=(T2-6.4085)/1.3085
T3=(T3-4.915)/1.475
T4=(T4-.679)/.087
T5=(LCBT-1.615)/2.735
GO TO 330
320 KM=0
WRITE(KW,350)
GO TO 310
340 KL=0
WRITE(KW,360)
330 WRITE(KW,86)

```

C
C
C ESTIMA DA RESISTENCIA PARA O MODELO DE 400 PES E PARA O NAVIO

```

DO 1020 I=1,NVEL
VL=VEL(I)/SQRT(LBP)
CALL INTPOL(VL)
C COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA CALADO DE PROJETO
CRD=A(1)+A(2)*X2+A(3)*X3+A(4)*X4+A(5)*X5+A(6)*X2*X2+A(7)*X3*X3+A(8
1)*X4*X4+A(9)*X5*X5+A(10)*X2*X3+A(11)*X2*X4+A(12)*X2*X5+A(13)*X3*X4
2+A(14)*X3*X5+A(15)*X4*X5+A(16)*X5*X4*X4
CRD=13.1035+CRD*5.1635
IF(CRD.GE.7.94.AND.CRD.LE.18.267)GO TO 300
JV=1
NCRES=1
HP(I)=0.0
GO TO 113
300 CRD=CRD/(RLC*2.4938)*.02514/CWSD
RTM=181706910.*WSD*VL*VL*CRD/(LBP*LBP)
IF(IFR.NE.0)GO TO 111
RFM=1414.336*WSD/(LBP*LBP)*(20.*VL)**1.825
RFS=(.00871+.053/(8.8+LBP))*WSD*VEL(I)**1.825
GO TO 112
111 REM=VL*20.*400.*1.689/1.2791E-05
RES=VL*LBP*1.5*1.689/1.2791E-05
CFM=.75/(((ALOG(REM)/2.3025851)-2.))**2.)
CFS=.075/(((ALOG(RES)/2.3025851)-2.))**2.)+.0004
RFM=CFM*.5*1.9905*WSD*VL**2.*.64E+08/(LBP*LBP)
RFS=CFS*.5*1.9905*WSD*VL**2.*LBP
112 RRD=(RTM-RFM)*(LBP/400.))**3.
RTS=RFS+RRD
HP(I)=FAP*RTS*VEL(I)/326.

```

113 IF(KM.EQ.0)GO TO 370

C
C
C

COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA CALADO MEDIO

CRM=W(1)+W(2)*R2+W(3)*R3+W(4)*R4+W(5)*R5+W(6)*R2*R2+W(7)*R3*R3+W(8)
1)*R4*R4+W(9)*R5*R5+W(10)*R2*R3+W(11)*R2*R4+W(12)*R2*R5+W(13)*R3*R4
2+W(14)*R3*R5+W(15)*R4*R5+W(16)*R5*R4*R4

CRM=15.01+CRM*6.449

IF(CRM.GE.8.561.AND.CRM.LE.21.459)GO TO 380

EHPM=0.0

VCRES=1

GO TO 370

380 CRM=CRM/(2.4938*LBP/(DESM*35.)**.3333)*.02514/CWSM

RTM=RTM/(WSC*CRD)*WSM*CRM

RFM=RFM*WSM/WSD

RFS=RFS*WSM/WSD

RRD=(RTM-RFM)*(LBP/400.)*.3

RTS=RFS+RRD

EHPM=RTS*VEL(I)/326.

370 IF(KL.EQ.0)GO TO 1020

C
C
C

COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA CALADO LEVE

CRT=C(1)+C(2)*T2+C(3)*T3+C(4)*T4+C(5)*T5+C(6)*T2*T2+C(7)*T3*T3+C(8)
1)*T4*T4+C(9)*T5*T5+C(10)*T2*T3+C(11)*T2*T4+C(12)*T2*T5+C(13)*T3*T4
2+C(14)*T3*T5+C(15)*T4*T5+C(16)*T5*T4*T4

CRT=17.417+CRT*7.826

IF(CRT.GE.9.591.AND.CRT.LE.25.243)GO TO 390

EHPT=0.

VCRES=1

GO TO 1020

390 CRT=CRT/(2.4938*LBP/(DESM*35.)**.3333)*.02514/CWST

RTM=RTM/(WSM*CRM)*WST*CRT

RFM=RFM*WST/WSM

RFS=RFS*WST/WSM

RRD=(RTM-RFM)*(LBP/400.)*.3

RTS=RFS+RRD

EHPT=RTS*VEL(I)/326.

1020 WRITE(KW,77)VEL(I),HP(I),EHPM,EHPT

WRITE(KW,78)

IF(NCRES.EQ.1)WRITE(KW,10)

10 FORMAT(/32X,'SE A IMPRESSAO FOR EHP=0,ENTAO O COEFICIENTE DE RESIS
TENCIA ESTA',/32X,'FORA DOS LIMITES DA REGRESSAO P/ ESTA VELOCIDAD
*E')

RETURN

1001 CONTINUE

JJ=1

RETURN

2 FORMAT(///1X,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS A COMBINACAO DOS PARAMET
*ROS'/14X,'LCB X RAZAO COMP.-DESLOC.'/5X,'ESTA FORA DOS LIMITES ADM
*ITIDOS PELA REGRESSAO')

3 FORMAT(///1X,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS OS ADIMENSIONAIS ESTAO F
*JRA DA FAIXA COBERTA PELA REGRESSAO')

4 FORMAT(///1X,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS A COMBINACAO DOS PARAMET
*ROS'/10X,'COEF. BLOCO X RAZAO COMP.-DESLOC.'/5X,'ESTA FORA DOS LIM
*ITES ADMITIDOS PELA REGRESSAO')

5 FORMAT(///1X,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS A COMBINACAO DOS PARAMET
*ROS'/18X,'COEF. BLOCO X LCB'/5X,'ESTA FORA DOS LIMITES ADMITIDOS P
*ELA REGRESSAO')

6 FORMAT(///1X,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS A COMBINACAO DOS PARAMET

```

*ROS'/15X,'LCB X RAZAO BOCA-CALADO'/5X,'ESTA FORA DOS LIMITES ADMIT
*IDDS PELA REGRESSAO')
7 FORMAT(////1X,'PROGRAMA INTERROMPIDO POIS A COMBINACAO DOS PARAMET
*ROS'/6X,'RAZAO COMP.-DESLOC. X RAZAO BOCA-CALADO'/5X,'ESTA FORA DO
*S LIMITES ADMITIDOS PELA REGRESSAO')
131 FORMAT(32X,'SUPERFICIE MOLHADA',25(1H.),F10.3,1X,'M2')
68 FORMAT(
      ////32X,'*** CONDIC0ES PARCIAIS
2 DE CARREGAMENTO ***'////32X,'CALADO MEDIO',31(1H.),F10.3,' M'/32X,
3'DESLOCAMENTO MEDIO',25(1H.),F10.3,' TON'/32X,'CALADO LEVE',32(1H.
4),F10.3,' M'/32X,'DESLOCAMENTO LEVE',26(1H.),F10.3,' TON'////)
350 FORMAT(////1X,'A RESISTENCIA NAO SERA CALCULADA PARA CALADO MEDIO'
*/1X,'POIS OS ADIMENSIONAIS ESTAO FORA DOS LIMITES ADMITIDOS')
360 FORMAT(////1X,'A RESISTENCIA NAO SERA CALCULADA PARA CALADO LEVE'/
*1X,'POIS OS ADIMENSIONAIS ESTAO FORA DOS LIMITES ADMITIDOS')
86 FORMAT(//////37X,27(1H*),/,40X,'RESISTENCIA A PROPULSAO',/37X,28(1H
**),////
      ,4
*JX,'CALCULO EXECUTADO PELA SERIE-B.S.R.A.'//32X,
*VELOCIDADE',10X,'EHP',16X,'EHP',12X,'EHP'/35X,'(NOS)',6X,'CALADO C.
*ARREGADO',4X,'CALADO MEDIO',4X,'CALADO LEVE'/)
77 FORMAT(35X,F5.2,10X,F7.0,12X,F7.0,10X,F7.0)
78 FORMAT(/32X,'OBS:POT. DET. CONSID. OS APENDICES/MAR CALMO E CASCO
*LIMPO')
END

```

=====

SUBROUTINE INTPOL(VL)

```

C
C FINALIDADE DA SUB-ROTINA - INTERPOLAR OS VALORES DOS COEFICIENTES
C DA REGRESSAO PARA O COEF. VELOCIDADE/RAIZ DO COMP. EM ESTUDO.
C
COMMON /BLOC1/X(16,7),Y(16,7),Z(16,7)
COMMON /BLOCA/A(16),B(16),C(16)
IF(VL.LE..55)GO TO 1
IF(VL.LE..6)GO TO 2
IF(VL.LE..65)GO TO 3
IF(VL.LE..7)GO TO 4
IF(VL.LE..75)GO TO 5
DO 6 I=1,16
A(I)=X(I,7)-20.*(8-VL)*(X(I,7)-X(I,6))
B(I)=Y(I,7)-20.*(8-VL)*(Y(I,7)-Y(I,6))
6 C(I)=Z(I,7)-20.*(8-VL)*(Z(I,7)-Z(I,6))
RETURN
1 DO 7 I=1,16
A(I)=X(I,2)-20.*(55-VL)*(X(I,2)-X(I,1))
B(I)=Y(I,2)-20.*(55-VL)*(Y(I,2)-Y(I,1))
7 C(I)=Z(I,2)-20.*(55-VL)*(Z(I,2)-Z(I,1))
RETURN
2 DO 8 I=1,16
A(I)=X(I,3)-20.*(6-VL)*(X(I,3)-X(I,2))
B(I)=Y(I,3)-20.*(6-VL)*(Y(I,3)-Y(I,2))
8 C(I)=Z(I,3)-20.*(6-VL)*(Z(I,3)-Z(I,2))
RETURN
3 DO 9 I=1,16
A(I)=X(I,4)-20.*(65-VL)*(X(I,4)-X(I,3))
B(I)=Y(I,4)-20.*(65-VL)*(Y(I,4)-Y(I,3))
9 C(I)=Z(I,4)-20.*(65-VL)*(Z(I,4)-Z(I,3))
RETURN

```

```

4 DO 10 I=1,16
  A(I)=X(I,5)-20.*(0.7-VL)*(X(I,5)-X(I,4))
  B(I)=Y(I,5)-20.*(0.7-VL)*(Y(I,5)-Y(I,4))
10 C(I)=Z(I,5)-20.*(0.7-VL)*(Z(I,5)-Z(I,4))
  RETURN
5 DO 11 I=1,16
  A(I)=X(I,6)-20.*(0.75-VL)*(X(I,6)-X(I,5))
  B(I)=Y(I,6)-20.*(0.75-VL)*(Y(I,6)-Y(I,5))
11 C(I)=Z(I,6)-20.*(0.75-VL)*(Z(I,6)-Z(I,5))
  RETURN
END

```

=====

SUBROUTINE PROP1(*)

FINALIDADE DA SUB-ROUINE - GERAR MALHA PARA CALCULO DE HELICEX , E
 GUARDAR O DE MAXIMO RENDIMENTO

```

REAL K1
COMMON /DADOS/Z(10),Z1,Z2,Z3,Z4,NP,Z5(10),DRMAX
COMMON /EFIC/EH,ERR,ET,T,W,DENS,PV,EIXO,FSP,VS
COMMON /F1/C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,K1,CAV,TOLAD
COMMON /P1/F,X,S,EHP
COMMON /Q/A20,A21,A22,V,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,V2
DIMENSION XS(3),XI(3),X(3),NPONT(3),DX(3),II(3),XX(3)
DATA IS/6/,XX/3*0.0/
DATA NPONT/10,8,7/
CAVITA = 0.
AZ = 75.*EHP/(DENS*VS*(1.-T)*.5148)
P = 10000.*1.15*1025.*EIXO
K1 = (P-PV)/(0.5*DENS)
1 CONTINUE

```

LIMITES PARA A MALHA

```

XI(1) = DRMAX
XI(2) = .4
XI(3) = .5*XI(1)
XS(1) = .7*DRMAX
XS(2) = 1.0
XS(3) = 1.4*DRMAX
ALFA = -1.0E+21
K0 = 0
DO 10 I = 1, 3
  DX(I) = (XS(I)-XI(I))*0.1
10 CONTINUE
F = -1.0E+21
40 K0 = K0+1
F1 = -1.0E+21
ALFA1 = -1.0E+21
NPONT1 = NPONT(K0)+1

```

VARIACAO DO DIAMETRO

```

DO 30 I = 1, NPONT1
  IF(F1.GT.ALFA1) GO TO 15
  F1 = ALFA1

```

```
ALFA1 = -1.0E+21
X(1) = XI(1)+(I-1)*DX(1)
```

C
C
C

```
VARIACAO DA RAZAO DE AREA EXPANDIDA
```

```
DO 20 J = 1, NPONT1
  X(2) = XI(2)+(J-1)*DX(2)
  ALFA2 = -1.0E+21
  F = -1.0E+21
  CAV = 0.
```

C
C
C

```
VARIACAO DO PASSO
```

```
DO 19 K = 1, NPONT1
  IF(F.LT.ALFA2) GO TO 20
  ALFA2 = F
  X(3) = XI(3)+(K-1)*DX(3)
  CALL FUNCAO(X,F,AJ,ALFA)
  IF(CAV.EQ.-5.) GO TO 20
  IF(F-ALFA)18,18,5
```

C
C
C

```
GUARDAR MELHOR HELICE
```

```
5      ALFA = F
      S = AJ
      II(1) = I
      II(2) = J
      II(3) = K
      XX(1) = X(1)
      XX(2) = X(2)
      XX(3) = X(3)
18     IF(F.GT.ALFA1) ALFA1 = F
```

```
19     CONTINUE
20     CONTINUE
      IF(XX(1))42,42,30
42     IF(V=5.)43,45,45
43     V = V + 1.
      V2 = V*V
      WRITE (IS,46)
```

C
C

```
46 FORMAT(/20X,'**NU* PAS SERA AUMENTADO POR MOTIVO DE CAVITACAO**')
```

```
      GO TO 1
45     IF(CAVITA .EQ.5)RETURN 1
      CAVITA = 5.
      WRITE(IS,44)
```

C
C

```
44 FORMAT(/20X,'**DIAMETRO SERA AUMENTADO POR MOTIVO DE CAVITACAO**')
```

```
      DRMAX = 1.02*DRMAX
      GO TO 1
30     CONTINUE
15     IF(KO=3)9,50,50
9      DO 31 I = 1, 3
      IF(II(I)=2)62,8,6
8      IF(II(I)=(NPONT(KO)+1))7,63,7
7      XI(I) = XI(I)+(II(I)-2)*DX(I)
      DX(I) = 2.*DX(I)/NPONT(KO+1)
      GO TO 31
63     XI(I) = XI(I)+(NPONT(KO)-1)*DX(I)
```

```

62     DX(I) = DX(I)/NPONT(K0+1)
31 CONTINUE
   GO TO 40
50 F = ALFA
   DO 60 I = 1,3
     X(I) = XX(I)
60 CONTINUE
   RETURN
   END

```

```

-----
SUBROUTINE FUNCAO(X,F,AJ,ALFA)

```

```

C
C
C     FINALIDADE DA SUB-ROTINA - VERIFICAR RESTRICOES PARA O HELICE
C     EM ESTUDO

```

```

C
C
C     REAL KT,KQ,KT3,KQ3,KTT,KQQ,KTN,K1
COMMON /F1/C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,K1,CAV,TCLAD
COMMON /Q/S,T,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
DATA R1,R2/1,4,5./
DIMENSION X(3)
U = X(2)
T = X(3)/X(1)

```

```

C
C
C     RESTRICOES AO PASSO/DIAMETRO

```

```

C
C
C     IF(T=.5)11,9,9
9 IF(T=1.4)8,8,11
8 CONTINUE
U2 = U*U
V2 = V*V
CALL INTER(S,KTT,KTN,X)
S2 = S*S
S3 = S2*S
3B = BZ/X(1)

```

```

C
C
C     RESTRICOES A ROTACAO

```

```

C
C
C     IF(S=(BB/R1)) 7,7,11
7 IF(S=(BB/R2)) 11,3,3
3 KQQ = KQ(S)
AKQ = KQ3(S)
AKT=KT3(S)

```

```

C
C
C     RESTRICOES A DERIVADA

```

```

C
C
C     P1 = AKQ/KQQ-AKT/KTT-1./S
IF(P1=0.) 6,11,11
6 F = .159154*S*KTT/KQQ
IF(F.LT.ALFA) RETURN
15 IF(F=0.)11,11,5
5 IF(F=1.) 4,11,11

```

```

C
C
C     VERIFICACAO QUANTO A CAVITACAO

```

```

C
C
C     4 VV = 2.19912*BZ/S
X02 = U*(1.067- .229*T)*(S2+4.8361)

```

```

CC1 = 2.54647*KTT/X02
CK = K1/(BZ*BZ+VV*VV)
CC = (CK/SIGMA)**C*TAL
IF(CC-CC1) 10,12,12
10 IF(ABS(CC-CC1)-TOLAD)12,12,13
13 CAV = -5.
RETURN
12 AJ = S
RETURN
11 F = -1.0E+21
RETURN
END

```

```

=====
SUBROUTINE INTER(J,KTH,KTN,X)

```

```

FINALIDADE DA SUB-ROTINA - IGUALAR KTH COM KTN

```

```

C
C
C
REAL J,KTH,KTN,KT,K1
COMMON /F1/ C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,K1
DIMENSION X(3)
AUX = AZ/(BZ*X(1))**2.
J = -.05
DELTAJ = .25
DO 40 II = 1, 8
  DO 30 I = 1, 10
    J = J + DELTAJ
    KTH = KT(I)
    KTN = AUX*J**2.
    IF(KTH-KTN)60,50,30
30 CONTINUE
  J = J-DELTAJ
  KTH = KT(J)
  KTN = AUX*J*J
  DELTAJ = DELTAJ/5.
  AJ = J
  DKHN = ABS(KTH-KTN)
  IF(ABS((KTH-KTN)/KTH).LT.0.001) GO TO 41
40 CONTINUE
41 IF(ABS((KTH-KTN)/KTH).LT.0.0001)RETURN
  DO 42 I = 1, 6
    J = J + DELTAJ
    KTN = AUX *J*J
    IF(KT(J)-KTN)43,50,42
42 CONTINUE
43 J = J-DELTAJ/2.
  KTN = AUX*J*J
  KTH = KT(J)
  IF(DKHN.GT.ABS(KTH-KTN))RETURN
  J = AJ
  KTH = KT(J)
  KTN = AUX*J*J
50 RETURN
END
=====

```


SUBROUTINE ANADES

C
C
C
FINALIDADE DA SUB-ROTINA - ANALISAR O DESEMPENHO DO SISTEMA

```

REAL KTH,KQH,KTN,KQ
COMMON /DADOS/VEL(10),LBP,BOCA,CALADO,DESPES,NVEL,HP(10)
COMMON /EFIC/EH,ERR,ET,TT,W,DENS,PV,EIXO,FSP
COMMON /F1/C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,ZK
COMMON/Q/S,T,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON /FFF/ RRR(10),PPP(10)
COMMON /P1/EP1,X,EP2,EP3
COMMON /ANDS/M9
DIMENSION X(3)
DATA IS/6/
U=X(2)
U2=U*U
V2=V*V.
T=X(3)/X(1)
QUAEF=ERR*ET*EH
CONST=75./(DENS*(1.-TT)*.5148)
TRAN=(1.-W)*.5148
CONV=60./X(1)
WRITE(IS,1000)
WRITE(IS,1001)
DO 1 I=1,NVEL
BZ=VEL(I)*TRAN
EHPV=HP(I)*FSP
IF(EHPV.EQ.0.) GO TO 1
AZ=EHPV*CONST/VEL(I)
CALL INTER(S,KTH,KTN,X)
KQH=KQ(S)
RRR(I)=BZ*CONV/S
ETA0=.159154*S*KTH/KQH
PPP(I)=EHPV/(QUAEF*ETA0)
CPROP=QUAEF*ETA0
CH=2.54647*KTH/(U*(1.067-.229*T)*(S*S+4.8361))
CB=((ZK/((BZ*BZ)+(.7*3.14159*RRR(I)*X(1)/60.))**2))/SIGMA)**C*TAL
KTN=CB*CH
WRITE(IS,1002)VEL(I),EHPV,CPROP,PPP(I),RRR(I)
1 CONTINUE
RETURN
1002 FORMAT(34X,F5.2,5X,F8.0,6X,F7.5,4X,F8.0,7X,F6.2)
1000 FORMAT(/,37X,39(1H*),/,47X,'DESEMPENHO DO SISTEMA'/48X,'CASCO=HEL
*ICE'/37X,39(1H*),/)
1001 FORMAT(32X,'VELOCIDADE',6X,'EHP',8X,'COEF.',10X,'BHP',7X,'ROTACAO'
*,/,34X,'(NDS)',6X,'COND. FS',7X,'PROP.',6X,'COND. FS',5X,'(RPM)')
END
=====

```

SUBROUTINE SELMOT(*)

C
C
C
FINALIDADE DA SUB-ROTINA - DEFINIR INSTALACAO PROPULSORA OTIMA

```

COMMON /SELET/TIPO(140,2),RESTR(7),DM(140,13),FAC(140,2),FAB(2),NM
*JT,BRANCO

```

```

COMMON /ANDS/NJ
DIMENSION II(20)
DATA IS/6/
ROT=RESTR(7)
NJ=1
L1=0

```

C
C
C

REGIMES PARA MOTORES COMPATIVELIS

```

RTI=.95
RMI=.95

```

C
C
C
C

SELECAO DE MOTORES COMPATIVELIS OU ADMISSIVELIS

```

20 DO 11 N=1,NMOT
   RESTR(7)=ROT
   RR=1.
   IF(NJ=2)22,23,22
23 IF(DM(N,3).LT.ROT)RESTR(7)=DM(N,3)-(ROT-DM(N,3))
   RR=DM(N,3)/RESTR(7)
22 BETA=RESTR(6)/RESTR(7)
   IF(FAB(1).EQ.BRANCO)GO TO 201
   IF(FAB(1).NE.FAC(N,1))GO TO 11
201 ALFA=DM(N,3)*BETA
   IF(ALFA.LT.RMI*DM(N,5).OR.ALFA.GT.(.5*DM(N,5)*(1.+RR)))GO TO 11
   IF(RESTR(7)/DM(N,3).LT.RTI.OR.RESTR(7)/DM(N,3).GT.1.)GO TO 11
   DO 12 K=6,10
   IF(RESTR(K-5))133,12,133
133 IF(DM(N,K)-RESTR(K-5))12,12,11
12 CONTINUE
   L1=L1+1
   II(L1)=N
11 CONTINUE
   RESTR(7)=ROT
   IF(L1.EQ.0)GO TO 300
   IF(NJ.EQ.1)WRITE(IS,2060)
   IF(NJ.EQ.2)WRITE(IS,2061)
   WRITE(IS,2090)
   DO 13 K=1,L1
   KK=II(K)
13 WRITE(IS,2070)FAC(KK,1),FAC(KK,2),TIPO(KK,1),TIPO(KK,2),DM(KK,1),
  *JM(KK,5),DM(KK,3)

```

C
C
C

ESCOLHER MELHOR MOTOR E ANALISAR DESEMPENHO DO SISTEMA

```

CALL ESC(II,L1,850)
NJ=1
RETURN
300 GO TO (303,304),NJ
303 WRITE(IS,2050)

```

C
C
C

NAO HA MOTOR COMPATIVEL, REGIMES PARA MOTORES ADMISSIVELIS

```

NJ=2
RTI=.8
RMI=.9
GO TO 20
304 WRITE(IS,2080)

```

C

```

C      ESCOLHER O CONJUNTO MOTOR-REDUTOR COMPATIVEL
C
      CALL REDUTO
      RETURN
50 RETURN 1
2060 FORMAT(/,37X,23(1H*),/,40X,'MOTORES COMPATIVEIS',/,37X,23(1H*),//)
2061 FORMAT(/,37X,23(1H*),/,40X,'MOTORES ADMISSIVEIS',/,37X,23(1H*),/)
2070 FORMAT(32X,2A6,2X,2A6,3X,I2,5X,F6.0,1X,F5.0)
2090 FORMAT(34X,'FABRICA',9X,'TIPO',4X,'CILINDROS',1X,'POTENCIA',1X,'RD
*TACAO',/68X,'NOMINAL',2X,'NOMINAL')
2050 FORMAT(/,37X,'***NAO HA MOTOR COMPATIVEL***')
2080 FORMAT(/,37X,'***NAO HA MOTOR ADMISSIVEL***')
      END

```

```

=====
SUBROUTINE ESC(II,L1,*)

```

```

C
C      FINALIDADE DA SUB-ROTINA - ESCOLHER ENTRE OS MOTORES COMPATIVEIS O
C      J ADMISSIVEIS O(S) MELHOR(ES)
C
      COMMON /EFIC/F1,F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8,FSP
      COMMON /SELET/TIPO(140,2),RESTR(7),DM(140,13),FAC(140,2),FAB(2),NM
*OT,BRANCO
      COMMON /DADD/VEL(10),LBP,BGCA,CALADO,DESPES,NVEL,HP(10)
      COMMON /FFF/RRR(10),PPP(10)
      COMMON /MOTHP/BHP,ROT,BHPM,ROTM
      COMMON /ANDS/M9
      COMMON /BMF/L
      DIMENSION II(20),JJ(19),KRM(10),RP(19)
      DATA IS,VIL,MAN,SUL/6,6HVILLAR,6HMEP-MA,6HISHIBR/
      NX=0
      WRITE(IS,2121)
      NN=0
      ROT=RESTR(7)
      IF(L1.EQ.1)GO TO 2
      K=0
25 K=K+1
      NA=L1-1
      DO 5 LZ=K,NA
      NV=II(K)
      NY=II(LZ+1)
      IF(NV.EQ.0)GO TO 26
      IF(NY.EQ.0)GO TO 5
      DELTR1=ABS(DM(NV,3)-ROT)
      DELTR2=ABS(DM(NY,3)-ROT)
      DELTB1=DM(NV,5)-RESTR(6)
      DELTB2=DM(NY,5)-RESTR(6)
      IF(DELTR1-DELTR2)91,81,92
91 IF(DELTB1-DELTB2)93,93,5
81 IF(DELTB1-DELTB2)93,93,95
93 II(LZ+1)=0
      GO TO 5
92 IF(DELTB2-DELTB1)95,95,5
95 II(K)=0
      GO TO 26

```

```

5 CONTINUE
26 IF(K.LT.NA)GO TO 25
   L=L1
   L1=0
   DO 7 LZ=1,L
   IF(II(LZ))7,7,4
4   L1=L1+1
   II(L1)=II(LZ)
7 CONTINUE
2 DO 11 N=1,L1
   L=II(N)
   NX=NX+1
   IF(NX.GT.1)WRITE(IS,9)
   WRITE(IS,1111)TIPO(L,1),TIPC(L,2),DM(L,1),FAC(L,1),FAC(L,2)
   WRITE(IS,1212)DM(L,5),DM(L,3),(DM(L,IK),IK=6,10),DM(L,11)
   WRITE(IS,1122)DM(L,13),DM(L,12)
   WRITE(IS,5006)
   IF(FAC(L,1).EQ.SUL)WRITE(IS,5007)
   IF(FAC(L,1).EQ.MAN)WRITE(IS,5007)
   IF(FAC(L,1).EQ.VIL)WRITE(IS,5006)
   LEXP=0
   3HP = DM(L,5)
   ROT=DM(L,3)
   3HPM=DM(L,4)
   ROTM=DM(L,2)
   IF(M9=1)40,40,35
35 CONTINUE
   LEXP=1

```

C
C
C
 ESCOLHER NOVO HELICE

```

   L PROP2(&80)
   CONTINUE
   IF(LEXP.EQ.0)GO TO 65
9   (1H1)
6   WRITE(IS,67)
   LEXP=1
   AFSP=FSP
   FSP=1.
   CALL ANADES
65 WRITE(IS,1000)
   CALL REG(NVEL)
   IF(LEXP.EQ.0)GO TO 66
   FSP=AFSP
11 CONTINUE
   RETURN
80 RETURN 1
67 FORMAT(1H1, '//33X, 'ANALISE DO SISTEMA CASCO-HELICE-MOTOR', /37X,
* 'PARA A CONDICAO DE EXPERIENCIA' //)
2121 FORMAT(1H1, 37X, 22(1H*), //33X, 'MOLDES ESCOLHIDOS', /37X, 22(1H*) //)
1111 FORMAT(//32X, 'TIPO', 39(1H.), //32X, 'NUMERO DE CILINDROS', 24(
* 1H.), F8.0, /32X, 'FABRICA', 36(1H.), 1X, 2A6)
1212 FORMAT( 32X, 'POTENCIA NOMINAL', 27(1H.), F8.0, ' HP' /32 ,
1 'ROTACAO NOMINAL', 28(1H.), F8.0, ' RPM' /32X,
2 'COMPRIMENTO TOTAL', 26(1H.), F8.0, ' MM' /32X,
3 'LARGURA', 36(1H.), F8.0, ' MM' /32X,
4 'ALTURA TOTAL', 31(1H.), F8.0, ' MM' /32X,
5 'ALTURA DE DESMONTAGEM', 22(1H.), F8.0, ' MM' /32X,
7 'PESO SECO, SOLDADO, COM MANCAL DE ESCORA', 5(1H.), F8.0, ' TON' /32X,
6 'ALTURA DA BASE A LINHA DE CENTRO DO EIXO...', F8.0, ' MM')

```

```

1122 FORMAT(32X,'CURSO DO PISTAO',28(1H.),F8.0,' MM'/32X,
1'DIAMETRO DO CILINDRO',23(1H.),F8.0,' MM')
5006 FORMAT(/37X,' OUTRAS CARACTERISTICAS',//,32X,
1
3H.),'BUNKER-C',/,32X,'2. ACOPLAMENTO CONECTORA-CILINDRO',11(1H.),
4TIPO CRUZETA',/,32X,'3. ARRANJO DOS CILINDROS',20(1H.),'EM LINHA',
5/,32X,'4. SISTEMA DE PARTIDA',14(1H.),'AR COMPRIMIDO A 30 KGF/CM2'
6/,32X,'5. ASPIRACAO',32(1H.),'TURBO CARREGADOS',/,32X,'6. REFRIGE
7RACAO',/,44X,'DOS CILINDROS',19(1H.),'AGUA DOCE',/,44X,'DOS GRUPOS
8JE SOBREALIMENTACAO',/,44X,'AGUA DOCE',/,44X,'DOS INJETORES',19(
91H.),'AGUA DOCE',/,44X,'DOS CABECOTES',19(1H.),'AGUA DOCE',/,44X,
*DO AR SOBREALIMENTADO',11(1H.),'AGUA SALGADA')
5007 FORMAT(44X,'DOS PISTOES',21(1H.),'AGUA DOCE')
5008 FORMAT(44X,'DOS PISTOES',21(1H.),'OLEO LUBRIFICANTE')
1000 FORMAT(///37X,25(1H*),/40X,'ANALISE DO DESEMPENHO',/46X,'DO MOTOR
*'/,37X,25(1H*),///32X,'VELOCIDADE',5X,'REGIME DE CARGA',5X,
*'PORCENTAGEM',/35X,'(NOS)',6X,'(PORCENTAGEM)',8X,'ROT. NOMINAL')
END

```

```

=====
SUBROUTINE PROP2(*)

```

```

FINALIDADE SUB-ROTINA - COMANDAR ESCOLHA DO NOVO HELICE

```

```

REAL J,KQM

```

```

COMMON /MOTHP/BHP1,ROT,BHPM,ROTM,ISM

```

```

COMMON /Q/J,PD,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2

```

```

COMMON /EFIC/EM,ERR,ET,T,W,DENS,PV,EIXO,FSP,VS

```

```

COMMON /CAR/VCAR

```

```

COMMON /P1/F,X,AJ,EHP

```

```

COMMON /DADOS/VEL(10),C1,C2,C3,C4,NVEL,HP(10),D1

```

```

COMMON /EHP/KQM,ROTAC,AUX,DN,BHP

```

```

COMMON /F1/C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,ZH,CAV,TOLAD

```

```

COMMON /FFF/RRR(10),PPP(10)

```

```

DIMENSION X(3)

```

```

DATA IS,IR,KW/6,5,6/

```

```

J=D1

```

```

BHP=BHP1

```

```

IV=V

```

```

VSS=VS

```

```

IF(ISM.NE.0)VSS=VCAR

```

```

1 ROTAC=ROT/60.

```

```

CALCULO DO HELICE DE MAXIMA ABSOPCAO

```

```

CALL HELICE(D,870)

```

```

IF(VS.LT.VEL(1))GO TO 91

```

```

COEPR=ERR*ET*(1.-T)/(1.-W)*F

```

```

VF=J*ROTAC*X(1)/(0.5148*(1.-W))

```

```

EHPS=ENTAU(VF,VEL,HP,NVEL)*FSP

```

```

CALL AJUS(VEL,HP,NVEL,VF)

```

```

IF(ISM.NE.0)WRITE(6,3333)

```

```

80 WRITE(KW,12)VF,IV,X(1),X(3),PD,X(2)

```

```

RO1=ROTAC*60.

```

```

WRITE(KW,16)F,COEPR,RO1,EHPS,BHP

```

```

EH=(1.-T)/(1.-W)

```

```
WRITE(IS,1001)
```

C
C
C

ANALISE DO SISTEMA CASCO=HELICE=MOTOR

```
CALL ANADES
WRITE(IS,1000)
CALL REG(NVEL)
VS=VF
IF(VSS.EQ.0.0.OR.VSS.GT.VS)RETURN
DO 50 I=1,NVEL
50 IF(VEL(I).EQ.VSS)GO TO 51
51 EHP=HP(I)
ROTAC=RRR(I)/60.
VS=VSS
```

C
C
C

CALCULO DO HELICE PARA O PONTO DE PROJETO

```
CALL PROP21(D)
EHP=EHP*FSP
COEPR=ERR*ET*(1.-T)/(1.-W)*F
BM1=KQM*6.2832*ROTAC*ROTAC*ROTAC*DENS*X(1)**5./((75*ERR*ET)
WRITE(IS,1001)
WRITE(KW,112)IV,X(1),X(3),PD,X(2)
WRITE(KW,16)F,COEPR,RRR(I),EHP,BM1
```

C
C
C

ANALISE DO SISTEMA CASCO=HELICE=MOTOR

```
CALL ANADES
WRITE(IS,1009)
CALL REG(NVEL)
```

C
C
C
C

COMPARACAO DO COEFICIENTE PROPULSIVO ENTRE OS SISTEMAS COM E SEM REDUCAO

```
IF(ISM.EQ.0.AND.COEPR.LT.(CPR*.98))CALL REDUTO
RETURN
91 WRITE(KW,92)
92 FORMAT(//,'S NAO HA HELICE, POIS PARA A MENOR VELOCIDADE DADA,
* TODOS CAVITAM')
RETURN
70 RETURN 1
3333 FORMAT(1H1)
1001 FORMAT(1H1)
1009 FORMAT(//,37X,25(1H*),/,40X,'ANALISE DO DESEMPENHO'/46X,'DO MOTOR'
* ,/
* 37X,25(1H*),//32X,'VELOCIDADE',5X,'REGIME DE CARGA',5X,
* 'PORCENTAGEM'/35X,'(NOS)',8X,'(PORCENTAGEM)',8X,'ROT. NOMINAL')
1000 FORMAT(////37X,25(1H*),/40X,'ANALISE DO DESEMPENHO'/46X,'DO MOTOR
* ',/,37X,25(1H*),//////32X,'VELOCIDADE',5X,'REGIME DE CARGA',5X,
* 'PORCENTAGEM'/35X,'(NOS)',8X,'(PORCENTAGEM)',8X,'ROT. NOMINAL')
999 FORMAT(35X,F5.2, 9X,F10.2,11X,F10.2)
12 FORMAT(///37X,32(1H*),/40X,'CARACTERISTICAS DO PROPULSOR',/42X,'DE
* ABSORCAO DO BHP MAXIMO',/37X,32(1H*),//34X,'VALDRES OBTIDOS P/A',
* 'VELOCIDADE DE
2',/37X,F5.2,' NOS', ' E COND. SERVICO',//32X, 'NUMERO DE
* PAS',30(1H.),I10,/32X,
3'DIAMETRO DO HELICE',25(1H.),F10.3,1X,'M',/32X,
4'PASSO.....',F10.3,/32X,
3'RAZAO PASSO/DIAMETRO.....',F10.3,/32X,
4 'RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....',F10.3,/32X)
```

```

16 FORMAT(32X,'RENDIMENTO DO HELICE EM AGUA ABERTA',8(1H.),F10.3,/32X
1,'COEFICIENTE PROPULSIVO',21(1H.),F10.3,/32X,'ROTACAO',36(1H.),
2F10.3,/32X,'POTENCIA EFETIVA (EHP)',21(1H.),F10.0,/
3                                32X,'POTENCIA (BHP)-COND. FA
4TOR DE SERVICIO.....',F10.0)
112 FORMAT(37X,32(1H*),/38X,'CARACTERISTICAS DO PROPULSOR DE' ,
*/,38X,'RENDIMENTO MAXIMO--O QUAL ABSOR'/38X,'VE MAXIMO BHP COM ROT
*, NOMINAL',/37X,                                32
1(1H*),//,32X,                                'VALORES OBTIDOS PARA A VELO
2CIDADE DE PROJETO',/32X,'E COND. SERVICIO',//32X,'NUMERO DE
* PAS',30(1H.),I10,/32X,
3'DIAMETRO DO HELICE',25(1H.),F10.3,1X,'M',/32X,
4'PASSO.....',F10.3,/32X,
3'RAZAO PASSO/DIAMETRO.....',F10.3,/32X,
4 'RAZAO DE AREA EXPANDIDA.....',F10.3,/32X)
END

```

```

=====
SUBROUTINE HELICE(D1,*)

```

```

C
C FINALIDADE SUB ROTINA - GERAR MALHA PARA CALCULO DO HELICE DE
C MAXIMA ABSORCAO E GUARDAR O DE MAXIMO RENDIMENTO
C
REAL J,JK,JMIN,JMAX
DIMENSION X(3)
COMMON /AU/ZK,JMIN,JMAX
COMMON /Q/J,PD,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON /P1/F,X,C1,C2
COMMON /EFIC/E1,ERR,ET,T,W,DENS,PV,EIXO,FSP,VS
COMMON /EHP/Z1,ROT,AUX,DN,BHP
COMMON /DADOS/VEL(10),Z3,Z4,Z5,Z6,NVEL,HP(10),D
DATA UO,UMAX/.4,1./,IS/6/
VS1=VS
CAVITA = 0.
V2=V*V
ALFA=-1.0E+21
ALFA1=-1.0E+21
P=10000.+1.15*1025*EIXO
ZK=(P-PV)/(0.5*DENS)
D=D1
30 DD=.01*D
J=D+DD
C
C VARIACAO DO DIAMETRO
C
DD 80 MN=1,10
VS=VS1
J=D-DD
N=11
AUX=75./(DENS*(1.-T)*D**4.*ROT*ROT)
Z1=75.*BHP*ERR*ET/(6.2832*ROT*ROT*DENS*D**5.)
DN=(.7*3.14159*ROT*D)**2.
JMIN=(VS-2.)*(1.-W)*.5148/(ROT*D)
JMAX=(VS+2.)*(1.-W)*.5148/(ROT*D)
DX=(UMAX-UO)/10.
J=UO-DX

```

```

      DO 71 KI=1,2
      IF(U)32,32,33
32 3HP=.97*BHP
      ROT=.97*ROT
      RO1=ROT*60.
      WRITE(15,70)BHP,RO1
70 FORMAT(/,10X,'** NAC HA HELICE PARA ESTE PAR (BHP,ROT) ,SERA DIMIN
      *JIDO O VALOR DE (BHP,ROT)',/,15X,'BHP' ,'= ',F10.5,/,15X,'ROT' ,'= ',
      *F10.5)
      GO TO 30
33 CONTINUE

```

```

C
C
C  VARIACAO DA RAZAO DE AREA EXPANDIDA
      DO 60 I=1,N
      J=U+DX
      J2=U*U
      CALL FUNC(F,ALFA)
      IF(VS*LE*VEL(1))RETURN

```

```

C
C
C  GUARDAR MELHOR HELICE
      IF(F-ALFA)60,60,50
50 ALFA = F
      I1=I
      J1=U
      PD1=PD
      JK=0
      JK=J
      GO TO 61
60 CONTINUE
61 CONTINUE
      IF(U1*EQ*U0) GO TO 75
      J=U1-DX
      DX=DX/10.
      N=10
71 CONTINUE
75 CONTINUE
      IF(ALFA*LE*ALFA1) GO TO 90
      ALFA1=ALFA
80 CONTINUE
90 CONTINUE
      J=U1
      PD=PD1
      F=ALFA
      X(1)=DK
      J=JK
      X(2)=U
      X(3)=PD*DK
      J=D1
      RETURN
      END

```

=====

```

      SUBROUTINE FUNC(F,ALFA)
C
C
C  FINALIDADE SUB-ROTINA - IGUALAR KQM COM KQH E KTN COM KTH

```



```

REAL J, JMIN, JMAX, KOM, KQM, KTH, KTN, KO, KT, KTB1
COMMON /AU/ZK, AJMIN, AJMAX
COMMON /F1/C, SIGMA, TAL, BZ, AZ, ZM, CAV, TOLAD
COMMON /EFIC/EH, ERR, ET, T, N, E1, E2, E3, FSP, VS
COMMON /Q/J, PD, U, V, S2, S3, T2, T3, T4, T5, T6, U2, V2
COMMON /EHP/KOH, RDT, AUX, DN
COMMON /DADOS/VEL(10), B1, B2, B3, B4, NVEL, HP(10), D
DIMENSION YKT(20), YJ(20), YPD(20)
DIMENSION YKTN(10)
VSJ=0.
JMIN=AJMIN
JMAX=AJMAX
J=JMIN
PD=.5
DO 1 KV=1,30
PD=PD+.05
IF(KQ(J)=KOM)1,20,20
1 CONTINUE
20 J=JMIN
PD=PD-.05
DO 4 II=1,2
DO 2 I=1,25
PD=PD+.02
IF(KQ(J)=KOM)2,3,3
2 CONTINUE
3 J=JMAX
4 YJ(II)=PD
JMAX=JMIN=.02
JPD=(YJ(2)-YJ(1))/3.
PD=YJ(1)-OPD
DO 10 K=1,4
PD=PD+DPD
JE-TAJ=.02
DO 9 KN=1,2
J=JMAX
DO 5 IJ=1,20
J=J+DELTAJ
IF(KQ(J)=KOM)7,7,5
5 CONTINUE
7 JMAX=J-DELTAJ
9 DELTAJ=DELTAJ/5.
J=J-2.*DELTAJ
YKT(K)=KT(J)
YPD(K)=PD
YJ(K)=J
10 CONTINUE
DELTAJ=.02
JMIN=JMIN-DELTAJ
DO 17 KN=1,4
J=JMIN
DO 15 JJ=1,20
J=J+DELTAJ
KTH=ENTERP(J, YJ, YKT, 4)
VS=J*ROTD/((1.-W)*.5148)
IF(VS.GT.VEL(1))GO TO 14
VSJ=-1.5
J=J-DELTAJ/1.5
GO TO 15
14 CONTINUE
KTN=AUX*FSP*ENTAU(VS, VEL, HP, NVEL)/(VS*.5148)

```

```

VSJ=0.
IF(KTH-KTN)16,16,15
15 CONTINUE
16 JMIN=J-DELTAJ
   IF(VSJ.EQ.-1.5)RETURN
17 DELTAJ=DELTAJ/5.
   J=J-2.*DELTAJ
   KTH=ENTERP(J,YJ,YKT,4)
   PD=ENTERP(KTH,YKT,YPD,4)
   F=(J*KTH)/(6.2832*KOM)
   VS=J*ROT*D/((1.-W)*.5148)
   KTN=AUX*FSP*ENTAU(VS,VEL,HP,NVEL)/(VS*.5148)
   IF(F=ALFA)50,50,25

```

C
C
C

VERIFICACAO QUANTO A CAVITACAO

```

25 BZ=(J*ROT*D)**2.+DN
   CB=((ZK/BZ)/SIGMA)**C*TAL
   X02=U*(1.067-.229*PD)*(J+J+4.8361)
   CH=2.54647*KTH/X02
   CBCH=CB-CH
   IF(CB=CH)30,32,32
30 IF((CH-CB)-TOLAD)32,32,50
32 RETURN
50 F=-1.0E+21
   RETURN
   END

```

SUBROUTINE PROP21(D1)

C
C
C
C

FINALIDADE SUB-ROTINA - GERAR MALHA PARA CALCULO DO HELICE NO
PUNTO DE PROJETO E GUARDAR O DE MAXIMO RENDIMENTO

```

REAL J,KTN
COMMON /DADOS/VEL(10),C1,C2,C3,C4,NVEL,HP(10)
COMMON /F1/C,SIGMA,TAL
COMMON /AU/ZK
COMMON /Q/J,PD,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON /P1/F,X,AJ,EHP
COMMON /EHP/VN1,ROT,AUX,DN
COMMON /EFIC/EH,ERR,ET,T,W,DENS,PV,EIXO,FSP,VS
COMMON /VELPR/KTN,CB,PIJ
DIMENSION X(3)
DATA U0,UMAX/.4,1./
4 ALFA=-1.0E+21
  ALFA1=-1.0E+21
  DD=.01*01
  J=D1+DD
  DD 50 KJ=1*10
  J=D-DD
  JN=(.7*3.14159*ROT*D)**2.
  AJ=VS*(1.-W)*.5148/(ROT*D)
  J=AJ
  KTN=75.*EHP*FSP/(VS*.5148*DENS*(1.-T)*D**4.*ROT*ROT)
  CB=((ZK/((J*ROT*D)**2.+DN))/SIGMA)**C*TAL
  PIJ=J+J+4.8361

```

```

      DU=(UMAX-U0)/10.
      U=U0-DU
      N=11
      DO 40 KI=1,2
      DO 30 I=1,N
      U=U+DU
      U2=U*U
      CALL VELSER(F,ALFA)
      IF(F-ALFA)30,30,5
5     ALFA=F
      VN=VN1
      J1=U
      TP=PD
      JK=D
      GO TO 31
30    CONTINUE
31    CONTINUE
      IF(U1.EQ.U0)GO TO 41
      U=U1-DU
      DU=DU/10.
      N=10
40    CONTINUE
41    CONTINUE
      IF(ALFA.LE.ALFA1)GO TO 60
      ALFA1=ALFA
50    CONTINUE
60    CONTINUE
      F=ALFA
      VN1=VN
      PD=TP
      X(1)=DK
      X(2)=U1
      X(3)=PD*DK
      RETURN
      SUBROUTINE VELSER(F,ALFA)
WARNING=MISSING END STATEMENT

```

=====
C
C
C
C

FINALIDADE SUB-ROTINA - IGUALAR KTN COM KTH E CALCULAR
/ BHP NECESSARIO

```

REAL J,KTN,KTH,KQM
COMMON /VELPR/KTN,CB,PIJ
COMMON /Q/J,PD,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON /EHP/KQM
COMMON /F1/C,SIGMA,TAL,BZ,AZ,ZH,CAV,TOLAD
PD=.45
JPD=.1
DO 18 JP=1,8
DO 15 JK=1,20
PD=PD+DPD
KTH=KT(J)
IF(KTH-KTN)15,26,17
15    CONTINUE
17    PD=PD-DPD

```

```

KTH=KT(J)
OPD=OPD/5.
IF(((KTN-KTH)/KTH)-.001)20,20,18
18 CONTINUE
20 IF(((KTN-KTH)/KTH)-.00001)26,26,22
22 JO 23 KM=1.6
PD=PD+OPD
IF(KT(J)-KTN)23,26,24
23 CONTINUE
24 PD=PD-OPD/2.
26 KTH=KT(J)
KQM=KQ(J)
F=J*KTN/(KQM*6.2832)
F1=J*KTH/(KQM*6.2832)
IF(F-ALFA)50,50,60

```

C
C
C

VERIFICAO QUANTO A CAVITACAO

```

60 X02=U*(1.067-.229*PD)*PIJ
CH=2.54647*KTH/X02
IF(CB-CH)42,45,45
42 IF((CH-CB)-TDLAC)45,45,50
50 F=-1.0E+21
45 RETURN
END

```

C
C
C

SUBROUTINE REG(NVEL)

FINALIDADE - ANALISAR DESEMPENHO DO MOTOR

```

COMMON/MOTHP/BHPM*ROTM*BMP1*ROT1
COMMON /FFF/RRR(10),PPP(10)
COMMON /DADOS/VEL(10)
KW = 6
JO 60 IK = 1,NVEL
RBHP1 = ROT1*PPP(IK)/(RRR(IK)*BHP1)
RRPM1 = RRR(IK)/ROT1
IF(RBHP1.GT.1.0.OR.RRPM1.GT.1.0) GO TO 61
RBHP = 100.*ROTM*PPP(IK)/(RRR(IK)*BHPM)
RRPM = 100.*RRR(IK)/ROTM
WRITE(KW,999)VEL(IK),RBHP,RRPM
60 CONTINUE
61 CONTINUE
RETURN
999 FORMAT(35X,F5.2, 9X,F10.2,11X,F10.2)
END

```

```

SUBROUTINE AJUS(VEL,HP,NVEL,VF)
DIMENSION VEL(1),HP(1)
JO 10 KR=1,NVEL
IF(VEL(KR)-VF)10,11,11
10 CONTINUE

```

```

KR=KR-1
11 HAUX = ENTAU(VF,VEL,HP,NVEL)
   IF(NVEL=10)54,55,55
54 NVEL=NVEL+1
55 KR1=NVEL-KR
   IF(KR1)58,58,56
56 NVE=NVEL
   DO 57 MJ=1,KR1
   HP(NVE)=HP(NVE-1)
   VEL(NVE)=VEL(NVE-1)
57 NVE=NVE-1
58 HP(KR)=HAUX
   VEL(KR)=VF
   EMPS=HP(KR)*FSP
   RETURN
   END

```

```

-----
SUBROUTINE MDADO(*)

```

```

C
C
C
C
FINALIDADE DA SUB-ROTINA - ENCONTRAR HELICE OTIMO PARA O PAR
CASCO-MOTOR DADO

```

```

COMMON /MOTHP/BHPM,ROTM,BHP1,ROT1
COMMON /EFIC/EH,ERR,ET,T,W,DENS,PV,EIXD,FSP,VS
COMMON /CAR/ V1
COMMON /P1/F,X,S,EHP,MOTDAD
COMMON /DADOS/VEL(10),C1,C2,C3,C4,NVEL,HP(10),DRMAX
COMMON /AU/ZK
COMMON /EHP/VN1,ROT
COMMON /Q/S1,PD,U,V
COMMON /FFF/RRR(10),PPP(10)
DIMENSION X(3)
DATA KW/6/
ZK = ((10000.+1.15*1025.*EIXD)-PV)/(0.5*DENS)
V1 = VS
MOTDAD = 35
VS = VEL(NVEL)
EHP = FSP*HP(NVEL)
5 CALL PROP1(&9050)
9050 CONTINUE
   IF(S.NE.0.0)GO TO 10
7 VS = VS*.5
   IF(VS.LT.VEL(1)) GO TO 500
   EHP = FSP* ENTAU(VS,VEL,HP,NVEL)
   GO TO 5
10 BHP1 = EHP/(F*ERR*ET*EH)
   ROT1 = 60*VS*(1.-K)/(S*X(1))
   IF(BHPM.LT.BHP1)GO TO 7
   IF(BHPM.GT.(1.22*BHP1)) GO TO 600
   IF(VS.LT.VEL(NVEL))VS = VS+.15
   CALL PROP2(&80)
   RETURN
80 RETURN 1
500 WRITE(KW,501)
501 FORMAT(///,' PROGRAMA INTERROMPIDO , POIS PARA A MENOR VELOCIDADE
   *JADA, TODOS HELICES CAVITAM')

```

```

RETURN
600 WRITE(KW,601)
601 FORMAT(///,' PROGRAMA INTERROMPIDO ,POIS PARA A MINIMA VELOCIDADE P
*ARA A QUAL HA HELICE , O MOTOR NAO E ACONSELHAVEL')
RETURN
END

```

SUBROUTINE REDUTO

```

C
C FINALIDADE DA SUB-ROTINA - ENCONTRAR MOTOR-REDUTOR PARA O HELICE
DIMENSION II(50)
COMMON /MOTHP/BMPM,ROTM,BHP1,ROT1
COMMON/FFF/RRR(10),PPP(10)
COMMON /DADOS/VEL(10),Z1,Z2,Z3,Z4,NVEL,HP(10),DRMAX
COMMON /SELB/N,DM(17,52)
COMMON /RED/RD(7,13)
COMMON /NAQM/EHP ,CP,ROT
DATA IS/6/
WRITE(6,111)
IF(ROT.LT.110.)WRITE(6,2)
IF(ROT.LT.110.)RETURN
CP=CP*.98
BMPH=EHP/CP
WRITE(6,1)CP,BMPH
FP=1.0
WRITE(6,4)
DO 200 J=1,11
FP=FP+.02
I1=0
DO 180 I=1,N
IF(DM(9,I)-BMPH)180,10,10
10 IF(DM(9,I)-(FP*BMPH))20,20,180
20 RED=DM(7,I)/ROT
BR=DM(9,I)/DM(7,I)
IF(RED.GT.4.5) GO TO 180
IF(RED=2.)25,25,30
25 IF(BR=RD(6,13))40,40,180
30 ARG=RD(6,13)/RD(7,13)
B=ALOG(ARG)/(RD(4,13)-RD(5,13))
ARG=RD(4,13)*B
A=RD(6,13)/EXP(ARG)
ARG=B*RED
Y=EXP(ARG)*A
IF(Y.LT.BR)GO TO 180
40 I1=I1+1
WRITE(6,3)(DM(J,I),J=1,4),DM(9,I),DM(7,I)
II(I1)=I
180 CONTINUE
LM=II(1)
IF(I1)200,200,210
200 CONTINUE
210 IF(I1=1)270,231,220
220 BMIN=DM(9,LM)
DO 230 I=2,I1
L=II(I)

```

```
        IF(DM(9,L)-BMIN)215,230,230
215  LM=L
      BMIN=DM(9,LM)
230  CONTINUE
231  R1=DM(7,LM)/ROT
      BR=DM(9,LM)/DM(7,LM)
      IF(R1*LT*2.)R1=2.0
      DO 250 J=1,13
      IF(R1*GT*RD(5,J))GO TO 250
      ARG=RD(6,J)/RD(7,J)
      B=ALOG(ARG)/(RD(4,J)-RD(5,J))
      ARG=RD(4,J)*B
      A=RD(6,J)/EXP(ARG)
      ARG =B*R1
      Y=EXP(ARG)*A
      LJ=J
      IF(Y=BR)250,260,260
250  CONTINUE
260  WRITE(6,5)(DM(J,LM),J=1,5),DM(7,LM),DM(9,LM)
      R1=DM(7,LM)/ROT
      WRITE(6,7)RD(1,LJ), R1
      DO 265 J=1,NVEL
265  RRR(J)=RRR(J)*R1
      BHPM=DM(9,LM)
      ROTM=DM(7,LM)
      BHP1=DM(8,LM)
      ROT1=DM(6,LM)
      WRITE(IS,1009)
      CALL REG(NVEL)
      RETURN
270  WRITE(6,280)
      RETURN
280  FORMAT(1X,'NAO HA MOTOR')
      2 FORMAT(1X,/,10X,'NAO EXISTE REDUTOR COMPATIVEL,POIS A ROTACAO DO M
*ELICE E MENOR QUE A MINIMA ROTACAO DE SAIDA DOS REDUTORES')
1009  FORMAT(/,/,37X,25(1H*),/,40X,'ANALISE DO DESEMPENHO',/46X,'DO MOTOR'
*37X,25(1H*),/,/32X,'VELOCIDADE',5X,'REGIME DE CARGA',5X,
*'PORCENTAGEM',/35X,'(NOS)',8X,'(PORCENTAGEM)',8X,'ROT. NOMINAL')
      1 FORMAT(/,37X,'NOVOS DADOS PARA O PROPULSOR',/32X,'COEFICIENTE PROP
*JLSIVO',20(1H.),F5.3,/,32X,'POTENCIA (BHP)=COND. FATOR DE SERVICO'
*5(1H.),F6.0,/)
      3 FORMAT(31X,4A6,7X,F9.0,11X,F10.0)
      5 FORMAT(37X, '***MOTOR OTIMO***',/,/32X,'TIPO',17(1H.),2A6,/,32X,'FAB
*RICA',14(1H.),2A6,/,32X,'NUMERO DE CILINDROS',2(1H.),I2,/,32X,'ROTA
*CAD NOMINAL',6(1H.),F10.0,/,32X,'POTENCIA NOMINAL',5(1H.),F10.0)
111  FORMAT(1H1,37X,'*ESCOLHA DO CONJUNTO MOTOR-REDUTOR*')
      4 FORMAT(37X,'*MOTORES ESCOLHIDOS*',/,/32X,'TIPO',09X,'FABRICA',11X,
*'
*ENCIA',10X,'ROTACAO',/,63X,'NOMINAL',11X,'NOMINAL')
      7 FORMAT(1X,/,33X,'REDUTOR DA LOHMANN E STOLTERFOHT',/35X,'TAMANHO'2
*X,F6.0,/,35X,'REDUCAO',2X,F6.2)
      END
```

```
FUNCTION ENTERP(X0,X,Y,N)
DIMENSION X(1),Y(1),P(20)
DO 15 J=1,N
```

```

P(J)=1.
DO 15 I=1,N
  IF(I-J)10,15,10
10 P(J)=P(J)*(X0-X(I))/(X(J)-X(I))
15 CONTINUE
  Y0=0.
  DO 20 I=1,N
20 Y0=Y0+P(I)*Y(I)
  ENTERP=Y0
  RETURN
  END

```

BLOCK DATA

```

COMMON/D/C0000,C1000,C0100,C0200,C2010,C1110,C0210,C0001,C2001,
1C0101,C1101,C0011,C1011,C0300,C0600,C2600,C3010,C0020,C2020,C3020,
2C1620,C2620,C0301,C1301,C3301,C0311,C1021,C0221,C0002,C1002,C2002,
3C3002,C1202,C1602,C2602,C0012,C0312,C3612,C0322
  DATA C0000,C1000,C0100,C0200,C2010,C1110,C0210,C0001,C2001,C0101/
10.880496E-02,-.204554,0.166351,0.158114,-.147581,-.481497,0.415437
2,0.144043E-01,-.530054E-01,0.143481E-01/,C1101,C0011,C1011,C0300,
3C0600,C2600/0.606826E-01,-.125894E-01,.109689E-01,-.133698,.638407
4E-02,-.132718E-2/,C3010,C0020,C2020,C3020,C1620,C2620/.168496,-.50
57214E-1,.854559E-1,-.504475E-1,.010465,-.00648272/
  DATA C0301,C1301,C3301,C0311,C1021,C0221,C0002,C1002,C2002,C3002,
1C1202,C1602,C2602,C0012,C0312,C3612,C0322/.00841728,.0168424,-.0
23102296,-.0317791,.018604,-.00410798,-.606848E-3,-.0049819,.00259
383,-.560528E-3,-.00163652,-.328787E-3,.116502E-3,.690904E-3,.0042
41749,.565229E-4,-.00146564/
  END

```

BLOCK DATA

```

COMMON/E/D0000,D2000,D1100,D0200,D0110,D1110,D2110,D0210,D1001,
1D0101,D1101,D2101,D2011,D1111,D0211,D3010,D0310,D1310,D0020,D1020,
2D3020,D0120,D3120,D2220,D0320,D0620,D3001,D3301,D0601,D3011,D0611,
3D1021,D0221,D2321,D0621,D1102,D3202,D3602,D1012,D2012,D0212,D0612,
4D0022,D0322,D3322,D0622,D1622
  DATA D0000,D2000,D1100,D0200,D0110,D1110,D2110,D0210,D1001,D0101,
1D1101,D2101,D2011,D1111,D0211,D3010,D0310,D1310,D0020,D1020,D3020
2,D0120/.00379368,.00886523,-.032241,.00344778,-.0408811,-.108009,
3-.0885381,.188561,-.00370871,.00513696,.0209449,.00474319,-.007234
438,.00438388,-.0269403,.0558082,.0161886,.00318086,.015896,.047172
59,.0196283,-.0502782/,D3120,D2220/.030055,.0417122/
  DATA D0320,D0620,D3001,D3301,D0601,D3011,D0611,D1021,D0221,D2321,
1D0621,D1102,D3202,D3602,D1012,D2012,D0212,D0612,D0022,D0322,D3322,
2D0622,D1622/-.0397722,-.00350024,-.0106854,.00110903,-.313912E-3,
3.0035895,-.00142121,-.00383637,.0126803,-.00318278,.00334268,-.001
483491,.112451E-3,-.297228E-4,.269551E-3,.00083265,.00155334,.00030
52683,-.0001843,-.000425399,.869243E-4,-.0004659,.554194E-4/
  END

```

REAL FUNCTION KT3(S)

```

COMMON/Q/DS,T,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2

```



```

COMMON/D/C0000,C1000,C0100,C0200,C2010,C1110,C0210,C0001,C2001,
1C0101,C1101,C0011,C1011,C0300,C0600,C2600,C3010,C0020,C2020,C3020,
2C1620,C2620,C0301,C1301,C3301,C0311,C1021,C0221,C0002,C1002,C2002,
3C3002,C1202,C1602,C2602,C0012,C0312,C3612,C0322
S2 = S*S
KT3=((C1202+C1602*T4)*T2+C1002)*V+(C1021*U+C1011)*U+(C1301*T2+
1C1101)*T)*V+(C1620*T5*U+C1110)*T*U+C1000+(((C2602*T6+C2002)*V+
2C2001)*V+((C2620*T6+C2020)*U+C2010)*U+C2600*T6)*2.*S+(((C3612*
3T6*U+C3002)*V+C3301*T3)*V+(C3020*U+C3010)*U)*3.*S2
RETURN
END

```

=====

```

REAL FUNCTION KQ3(S)
COMMON/Q/DS,T,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON/E/D0000,D2000,D1100,D0200,D0110,D1110,D2110,D0210,D1001,
1D0101,D1101,D2101,D2011,D1111,D0211,D3010,D0310,D1310,D0020,D1020,
2D3020,D0120,D3120,D2220,D0320,D0620,D3001,D3301,D0601,D3011,D0611,
3D1021,D0221,D2321,D0621,D1102,D3202,D3602,D1012,D2012,D0212,D0612,
4D0022,D0322,D3322,D0622,D1622
S2 = S*S
KQ3=((D1622*T6*U+D1012)*U+D1102*T)*V2+((D1021*U+D1111*T)*U+D1101
1 *T+D1001)*V+(D1020*U+(D1310*T2+D1110)*T)*U+D1100*T+(((D2012*V+
2D2321*T3*U+D2011)*U+D2101*T)*V+(D2220*T*U+D2110)*T*U+D2000)*2.*
3S+(((D3322*U2+D3602*T3)*T3+D3202*T2)*V2+(D3001+D3301*T3+D3011*U)
4*V+(D3120*T*U+D3020*U+D3010)*U)*3.*S2
RETURN
END

```

=====

C
C
C

REAL FUNCTION KT(S)

POLINOMIO QUE DEFINE O COEFICIENTE DE EMPUXO (KT)

```

COMMON/Q/DA,T,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON/D/C0000,C1000,C0100,C0200,C2010,C1110,C0210,C0001,C2001,
1C0101,C1101,C0011,C1011,C0300,C0600,C2600,C3010,C0020,C2020,C3020,
2C1620,C2620,C0301,C1301,C3301,C0311,C1021,C0221,C0002,C1002,C2002,
3C3002,C1202,C1602,C2602,C0012,C0312,C3612,C0322
S2=S*S
S3=S2*S
T2=T*T
T3=T2*T
T4=T3*T
T5=T4*T
T6=T5*T
KT=C0000+C1000*S+(C0100+C0200*T)*T+(((C3010*S+C2010)*S+C1110*T)*S+
1C0210*T2)*U+(C0300+(C0600+C2600*S2)*T3)*T3+(C0020+((C1620+C2620*S)
2*S)*T6+(C2020+C3020*S)*S2)*U2+(C0001+C2001*S2+(C0101+C1101*S)*T+
3(C0301+C1301*S+C3301*S3)*T3+(C0311*T3+C0011+C1011*S)*U+(C1021*S+
4C0221*T2)*U2)*V+(C0002+(C1002+C2002*S+C3002*S2+C1202*T2+(C1602+
5C2602*S)*T6)*S+(C0012+(C0312+C3612*S3*T3+C0322*U)*T3)*U)*V2
RETURN
END

```

```
=====
```

REAL FUNCTION KQ(S)

C
C POLINOMIO QUE DEFINE O COEFICIENTE DE TORQUE (KQ)

```
COMMON/O/DS,T,U,V,S2,S3,T2,T3,T4,T5,T6,U2,V2
COMMON/E/D0000,D2000,D1100,D0200,D0110,D1110,D2110,D0210,D1001,
1D0101,D1101,D2101,D2011,D1111,D0211,D3010,D0310,D1310,D0020,D1020,
2D3020,D0120,D3120,D2220,D0320,D0620,D3001,D3301,D0601,D3011,D0611,
3D1021,D0221,D2321,D0621,D1102,D3202,D3602,D1012,D2012,D0212,D0612,
4D0022,D0322,D3322,D0622,D1622
S2=S*S
S3=S2*S
T2=T*T
T3=T2*T
T4=T3*T
T5=T4*T
T6=T5*T
KQ=D0000+(D2000*S +D1100*T)*S+D0200*T2+(D0110+(D1110+D2110*S)*S+D0
1210*T)*T*U+(D3010*S3+(D0310+D1310*S)*T3)*U+(D0020+(D1020+D3020*S2
2)*S+(D0120+(D3120*S+D2220*T)*S2)*T+(D0320+D0620*T3)*T3)*U2+(D1001*
1S+(D0101+(D1101+D2101*S)*S)*T+(D2011*S2+(D1111*S+D0211*T)*T+D3011*
2S3+D0611*T6)*U+D3001*S3+(D3301*S3+D0601*T3)*T3+(D1021*S+D0221*T2+
3(D2321*S2+D0621*T3)*T3)*U2)*V+(D1102*S*T+(D3202+D3602*T4)*S3*T2+((
4D1012+D2012*S)*S+(D0212+D0612*T4)*T2)*U+(D0022+(D0322+D3322*S3+(
5D0622+D1622*S)*T3)*T3)*U2)*V2
RETURN
END
```

```
=====
```

BLOCK DATA

```
COMMON /RED/ GC(7,13)
DATA GC/450.,1000.,110.,2.,4.,3.6,1.4,500.,1000.,110.,2.,4.,4.5,1.
195,560.,1000.,110.,2.,3.95,6.4,2.95,600.,800.,110.,2.,4.42,8.5,3.3
28,630.,800.,110.,2.,4.5,9.6,3.6,665.,800.,110.,2.,4.1,11.1,4.7,710
3.,800.,110.,2.,4.4,14.3,5.1,750.,800.,110.,2.,4.4,17.7,6.3,800.,65
4),,110.,2.,4.42,20.,7.,850.,650.,110.,2.,4.45,24.,8.75,900.,650.,
5110.,2.,4.36,29.,10.7,950.,650.,110.,2.,4.41,35.,12.,1000.,650.,11
60.,2.,4.5,41.5,15./
END
```

```
=====
```

FUNCTION ENTAU(V,VEL,POTREB,NV)

```
DIMENSIONVEL(1),POTREB(1),X(4),Y(4)
K=0
L=0
M=0
DO 10 I = 1,NV
IF(VEL(I) .GT.V)GO TO 20
10 CONTINUE
20 IF(I-2 .LE.0)L=1
IF(I+2 .GT.NV)M=1
II=L+M
```

```

IF(II.EQ.0)K=1
DO 30 N=1,4
J=(I-3+N)*K+(NV-4+N)*M+N*L
X(N)=VEL(J)
Y(N)=POTREB(J)
30 CONTINUE
ENTAU=ENTERP(V,X,Y,4)
RETURN
END

```

BLOCK DATA

```

COMMON /SELB/N1,B0(119),B1(119),B2(119),B3(119),B4(119),B5(119),
*B6(119),B7(51)
DATA N1,B0/52/
14HPC2,2H5L,4HISHI,4HBRAS,6,500,483,3900,3510,5695,0,3065,
*3120,39,500,400,460,
14HPC2,2H5L,4HISHI,4HBRAS,8,500,483,5200,4680,7175,0,3065,
*3120,47,500,400,460,
14HPC2,2H5L,4HISHI,4HBRAS,9,500,483,5850,5265,7915,0,3065,
*3120,54,500,400,460,
14HPC2,2H5V,4HISHI,4HBRAS,10,520,502,6500,5850,4965,0,3085,
*2960,51,500,400,460,
14HPC2,2H5V,4HISHI,4HBRAS,12,520,502,7800,7020,5705,0,3085,
*2960,59,500,400,460,
14HPC2,2H5V,4HISHI,4HBRAS,14,520,502,9100,8190,6445,0,3085,
*2960,67,500,400,460,
14HPC2,2H5V,4HISHI,4HBRAS,16,520,502,10400,9360,7185,0,3300,
*2960,75,500,400,460,/
DATA B1/
14HPC2,2H5V,4HISHI,4HBRAS,18,520,502,11700,10530,7925,0,330
*0,2960,83,500,400,460,
13HU50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,10,465,450,7500,6800,6710,2120,
*4280,3750,105,830,500,540,
13HU50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,12,465,450,9000,8200,7540,2120,
*4280,3750,120,830,500,540,
13HU50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,14,465,450,10500,9500,8370,2120,
*4500,3750,137,830,500,540,
13HU50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,16,465,450,12000,10900,9200,212
*0,4500,3750,154,830,500,540,
13HU50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,18,465,450,13500,12300,10030,21
*20,4500,3750,172,830,500,540,
13HS50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,5,465,450,3750,3400,5640,2040,
*4247,4300,55,730,500,540,/
DATA B2/
13HS50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,6,465,450,4500,4100,6470,2040,
*4247,4300,65,730,500,540,
13HS50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,7,465,450,5250,4750,7300,2040,
*4480,4300,74,730,500,540,
13HS50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,8,465,450,6000,5450,8130,2040,
*4480,4300,84,730,500,540,
13HS50,2HHU,6HVILLAR,6HES-B&W,9,465,450,6750,6150,8960,2040,
*4480,4300,94,730,500,540,
15H26-MTB,4HF-40,6HVILLAR,6HES-B&W,5,620,600,900,825,3425,135
*0,2810,3400,13,3,760,260,400,
16H26-MTB,4HF-40,6HVILLAR,6HES-B&W,6,620,600,1080,990,3845,13
*30,2810,3400,15,2,760,260,400,

```

16H26-MTB,4HF-40,6HVILLAR,6HES-B&W,7.,620.,600.,1260.,1155.,4265.,
 *1350.,2810.,3400.,17.2,760.,260.,400./

DATA B3/

16H26-MTB,4HF-40,6HVILLAR,6HES-B&W,8.,620.,600.,1440.,1320.,4495.,
 *1350.,2810.,3400.,19.3,760.,260.,400./

14HT23H,1H,6HVILLAR,6HES-B&W,3.,750.,720.,375.,360.,1320.,1220.,
 *1615.,2090.,9.7,315.,225.,300./

14HT23H,1H,6HVILLAR,6HES-B&W,5.,750.,720.,625.,600.,2060.,1400.,
 *1708.,2090.,12.5,315.,225.,300./

14HT23H,1H,6HVILLAR,6HES-B&W,6.,750.,720.,750.,720.,2430.,1400.,
 *1810.,2090.,13.5,315.,225.,300./

14HT23H,1H,6HVILLAR,6HES-B&W,7.,750.,720.,880.,840.,2800.,1400.,
 *1980.,2090.,14.7,315.,225.,300./

14HT23H,1H,6HVILLAR,6HES-B&W,8.,750.,720.,1000.,960.,3170.,1400.,
 *1980.,2090.,16.,315.,225.,300./

14HV23H,1HU,6HVILLAR,6HES-B&W,8.,825.,800.,1080.,1000.,2845.,980.,
 *2315.,1860.,10.5,250.,225.,300./

DATA B4/

14HV23H,1HU,6HVILLAR,6HES-B&W,10.,825.,800.,1350.,1250.,3265.,980.,
 *2095.,1860.,11.7,250.,225.,300./

14HV23H,1HU,6HVILLAR,6HES-B&W,12.,825.,800.,1620.,1500.,3685.,980.,
 *2315.,1860.,12.9,250.,225.,300./

14HV23H,1HU,6HVILLAR,6HES-B&W,14.,825.,800.,1890.,1750.,4105.,980.,
 *2315.,1860.,14.5,250.,225.,300./

14HV23H,1HU,6HVILLAR,6HES-B&W,16.,825.,800.,2168.,2000.,4525.,980.,
 *2315.,1860.,15.6,250.,225.,300./

14HV23H,1HU,6HVILLAR,6HES-B&W,18.,825.,800.,2430.,2250.,4945.,980.,
 *2315.,1860.,16.7,250.,225.,300./

16H21-MTB,4HF-30,6HVILLAR,6HES-B&W,8.,825.,800.,888.,816.,4050.,105
 *J.,2350.,2800.,10.5,650.,205.,300./

16H21-MTB,4HF-30,6HVILLAR,6HES-B&W,7.,825.,800.,777.,714.,3680.,105
 *J.,2350.,2800.,9.6,650.,205.,300./

DATA B5/

16H21-MTB,4HF-30,6HVILLAR,6HES-B&W,6.,825.,800.,666.,612.,3310.,105
 *J.,2350.,2800.,8.3,650.,205.,300./

16H21-MTB,4HF-30,6HVILLAR,6HES-B&W,5.,825.,800.,555.,510.,2940.,105
 *J.,2350.,2800.,7.6,650.,205.,300./

16H21-MTB,4HF-30,6HVILLAR,6HES-B&W,3.,825.,800.,333.,306.,2130.,105
 *J.,2350.,2800.,5.4,650.,205.,300./

14HV23L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,8.,825.,800.,1240.,1160.,2715.,980
 *.,2385.,0.,10.,655.,0.,0./

14HV23L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,10.,825.,800.,1550.,1450.,2595.,980
 *.,2307.,0.,11.8,655.,0.,0./

14HV23L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,12.,825.,800.,1860.,1740.,3015.,980
 *.,2385.,0.,13.,655.,0.,0./

14HV23L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,14.,825.,800.,2170.,2030.,3435.,980
 *.,2495.,0.,15.2,655.,0.,0./

DATA B6/

14HV23L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,16.,825.,800.,2480.,2320.,3855.,120
 *J.,2495.,0.,16.8,655.,0.,0./

14HV23L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,18.,825.,800.,2790.,2610.,4275.,120
 *J.,2462.,0.,18.2,655.,0.,0./

14HU28L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,12.,775.,750.,3180.,2880.,4110.,185
 *J.,0.,0.,23.,0.,0.,0./

14HU28L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,14.,775.,750.,3710.,3360.,4620.,185
 *J.,0.,0.,25.,0.,0.,0./

14HU28L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,16.,775.,750.,4240.,3840.,5130.,185
 *J.,0.,0.,27.,0.,0.,0./

14HU28L,3H-VG,6HVILLAR,6HES-B&W,18.,775.,750.,4770.,4320.,5640.,185
 *J.,0.,0.,29.,0.,0.,0./

16H26-MTB,5HF-40V,6HVILLAR,6HES-B&W,10.,620.,600.,1800.,1650.,4000.
 *,1740.,3200.,3000.,19.,1000.,260.,400./
 DATA B7/
 16H26-MTB,5HF-40V,6HVILLAR,6HES-B&W,12.,620.,600.,2160.,1980.,4580.
 *,1740.,3300.,3000.,22.,1000.,260.,400./
 16H26-MTB,5HF-40V,6HVILLAR,6HES-B&W,14.,620.,600.,2520.,2310.,5060.
 *,1740.,3300.,3000.,24.5,1000.,260.,400./
 16H26-MTB,5HF-40V,6HVILLAR,6HES-B&W,16.,620.,600.,2880.,2640.,5540.
 *,1740.,3300.,3000.,27.,1000.,260.,400./
 END

=====

BLOCK DATA

COMMON /BLOC1/X(16,7),Y(16,7),Z(16,7)

DATA X/-.7750, .2107, .0872, .0900, .0116, .0883, .0081, .0631, .0429, -.02
 149, -.0124, .0236, -.0301, .0877, -.1243, -.0269, -.7612, .2223, .0911, .076
 28, .0354, .0842, .0151, .0644, .0650, -.0187, .0292, -.0245, -.0442, .1124,
 3, .1341, -.0006, -.7336, .2399, .0964, .0701, .0210, .0939, .0177, .0656, .10
 462, -.0270, .0647, -.0776, -.0537, .1151, -.0775, .1145, -.6836, .2765, .099
 55, .0856, .0496, .1270, .0175, .0957, .1463, -.0502, .1629, -.1313, -.0863,
 6, .1133, .0355, .2255, -.5760, .3161, .1108, .1563, .2020, .1790, .0170, .1193
 7, .1706, -.0699, .3574, -.3034, -.0944, .0839, .1715, .2006, -.3290, .3562,
 8, .1134, .4449, .3557, .1272, .0066, .1415, .1238, -.0051, .2882, -.2508, -.01
 915, -.0156, .2569, .0138, -.0384, .4550, .0661, .10124, .2985, .0930, .0118,
 *,5080, .2203, -.0514, .2110, .0486, .0046, -.1433, .2680, .2283/
 DATA Y/-.6979, .2191, .1180, .1568, -.0948, .0671, -.0030, .0463, .0501, -.
 10169, .0094, .0255, .0448, -.0468, -.1128, -.0494, -.6799, .2297, .1231, .15
 210, -.0736, .0647, .0063, .0359, .0688, -.0186, .0057, .0542, .0306, -.0163,
 3, .1075, -.0198, -.6443, .2598, .1224, .2079, -.1715, .0788, -.0057, .0442,
 4, .1181, -.0153, .0061, .0759, .0649, -.0996, -.0748, .0622, -.5943, .2870, .1
 5381, .1913, -.0707, .1072, .0171, .0691, .1431, -.0332, .0998, .0084, .0041,
 6, .0180, .0127, .1492, -.4908, .3273, .1399, .2681, .0233, .1392, .0104, .085
 78, .1817, -.0466, .2114, -.0491, .0006, -.0467, .1538, .1591, -.2874, .3701,
 8, .1389, .5093, .1098, .1079, -.0108, .1353, .1973, -.0154, .1805, .0308, .048
 95, -.1125, .1922, .0687, -.0317, .4490, .1033, .9315, .1370, .0825, -.0043,
 *,3402, .2402, -.0481, .1123, .3415, .0619, -.2319, .1293, -.0222/
 DATA Z/-.6318, .2760, .1179, .1572, -.0918, .0231, -.0048, .0045, .0106, .0
 1065, -.0313, .1180, .0484, -.0770, -.0479, -.0599, -.6068, .2876, .1242, .16
 236, -.0662, .0231, -.0001, .0129, .0262, .0010, .0066, .1091, .0359, -.0507,
 3, .0568, -.0439, -.5584, .3126, .1340, .1683, -.0387, .0498, -.0053, .0184,
 4, .0686, -.0089, .0376, .1128, .0061, -.0173, -.0407, .0088, -.4868, .3476, .1
 5356, .1797, .0145, .0458, -.0041, .0118, .0849, -.0089, .0513, .1692, -.0255
 6, .0286, .0650, .0891, -.3846, .3678, .1392, .2718, .0722, .0480, -.0144, .02
 711, .1237, -.0176, .0471, .2713, -.0170, -.0189, .2150, .0918, -.2050, .4012
 8, .1566, .4848, .1451, .0316, -.0210, .0728, .1174, .0089, .0212, .3626, .031
 92, -.0471, .2722, .0497, .0098, .4901, .1583, .8435, .1736, .0232, -.0141, .2
 *,510, .1483, .0100, .0122, .5950, .0697, -.1412, .3212, .0637/
 END

=====

BLOCK DATA

COEF. DA SERIE 6C

COMMON /CER60/A01(75),A02(75),A03(75),A04(75),A05(75),A06(75),
 *A07(75),A08(75),A09(75),A10(75),A11(75),A12(75)

DATA A01/
 * 14.5496740, 2.0543365, 15.6760454, 9.6277838, 11.8046217,

*	7.6491289,	4.9686785,	1.8698778,	0.6317063,	0.0595172,
*	-8.2847853,	-14.7957792,	-10.1061478,	-4.7057705,	-1.3616953,
*	13.9565172,	8.6509571,	4.1853800,	1.2919874,	0.2578350,
*	0.5716764,	6.0696030,	10.4243422,	16.2365417,	16.8483276,
*	0.3390146,	0.2686214,	0.1487274,	-0.0614546,	0.0155676,
*	-3.8561125,	-8.0446348,	-8.8934221,	-9.1724958,	-8.0307751,
*	-5.9243631,	-3.3365202,	-1.4806080,	-0.3943636,	-0.0807562,
*	-1.7527809,	-5.2953234,	-9.5402660,	-12.4285049,	-12.9745712,
*	-9.7889328,	-5.9321299,	-2.4141302,	-0.7158684,	-0.0264893,
*	-4.2498236,	-9.6466055,	-9.6399059,	-10.1977644,	-8.0623980,
*	-5.9891405,	-2.8857441,	-1.3599606,	-0.2238261,	-0.1076959,
*	3.6124630,	6.6879883,	6.2720270,	4.9444494,	3.7068100,
*	2.1740150,	1.1369257,	0.3849398,	0.1009914,	0.0035852,
*	6.9628191,	15.2288560,	17.9089139,	19.3510261,	17.5423138/

DATA A02/

*	12.9872980,	7.5211010,	3.2194672,	0.9291503,	0.0877803,
*	9.5129471,	19.5549841,	20.2862217,	19.8452249,	16.8846807,
*	12.2557774,	7.1035500,	3.2861004,	1.0207272,	0.2221842,
*	-0.1362346,	3.3218861,	6.1209259,	14.4467354,	15.0283947,
*	13.8835573,	7.4280672,	3.5065765,	0.6062516,	0.1107132,
*	3.0622845,	10.0803032,	21.5296779,	30.3299255,	33.0343471,
*	26.4788816,	17.1709690,	8.0321789,	2.7640219,	0.4579571,
*	-10.7471800,	-18.7150726,	-9.4334421,	-1.1930571,	4.3873234,
*	4.7188644,	3.2091570,	1.1042805,	0.1930576,	-0.0435932,
*	-1.9325104,	-5.4674807,	-9.5180349,	-12.6853123,	-13.0649900,
*	-10.3004732,	-6.2114887,	-2.7129402,	-0.8110600,	-0.0877597,
*	-1.8457451,	-8.7203598,	-16.4130535,	-24.2127221,	-24.7953579,
*	-20.0587032,	-11.8777180,	-5.4433203,	-1.5137110,	-0.2452759,
*	-1.9138985,	-4.4610977,	-9.0837946,	-10.9986553,	-11.6603966,
*	-8.1084223,	-4.8145428,	-1.5610838,	-0.4134493,	0.1088369/

DATA A03/

*	3.4111509,	7.4974995,	6.9852829,	6.9635315,	5.3567715,
*	3.9316854,	2.0169935,	0.9066764,	0.2020339,	0.0257313,
*	6.6729975,	16.6380384,	25.4480231,	31.6147134,	31.9054518,
*	24.9271216,	15.3641481,	7.0042305,	2.2247524,	0.3892128,
*	8.6686373,	19.5020447,	24.0250916,	27.1034150,	25.5359321,
*	19.5834780,	11.9175987,	5.4522429,	1.7596712,	0.2623063,
*	10.9422903,	21.5180664,	27.9649415,	29.7396600,	30.3489227,
*	23.1302602,	15.3347311,	7.2624245,	2.7374516,	0.5089674,
*	-1.1619692,	1.3053360,	8.6855106,	16.3621521,	18.1544189,
*	15.4776402,	9.5342808,	4.5968628,	1.3432674,	0.2720818,
*	5.1626692,	11.7528944,	15.5010586,	18.0186310,	16.9426033,
*	12.8033333,	7.4719887,	3.2530737,	0.9466791,	0.1193083,
*	-12.7457705,	-25.7646174,	-26.4746642,	-25.0731938,	-21.3634398,
*	-15.1794291,	-8.9593983,	-4.0148735,	-1.3162947,	-0.2068912,
*	3.8944101,	4.4902973,	-3.9946575,	-11.5984602,	-14.9297819/

DATA A04/

*	-12.9500008,	-8.3577204,	-3.9689856,	-1.2800665,	-0.2309000,
*	-20.6135864,	-41.6621118,	-40.3662152,	-37.1239061,	-30.0821266,
*	-21.2708123,	-12.3337069,	-5.3328266,	-1.9916544,	-0.4405312,
*	0.2975470,	0.4519086,	1.8919058,	2.1597567,	2.7397022,
*	1.9024715,	1.3293705,	0.4449680,	0.1605352,	-0.0214911,
*	-3.1337786,	-1.9336081,	6.7128019,	15.6393518,	18.8139038,
*	16.5526276,	10.6678200,	5.1658449,	1.6722765,	0.2874346,
*	-1.5805092,	-0.7903185,	5.8870945,	11.2933779,	14.2128925,
*	11.9899111,	8.1875601,	3.8165531,	1.3877907,	0.1844823,
*	-4.1246758,	-4.0614300,	0.3066370,	8.2181654,	10.4517803,
*	11.2554274,	7.5991907,	4.6500740,	1.6617661,	0.4975139,
*	-4.3190155,	-6.6258059,	0.2028761,	5.6847668,	9.0564327,
*	7.8358402,	5.2796268,	2.2620506,	0.7139192,	0.0289373,

* 9.2565365,	19.3319943,	21.0287769,	21.3774393,	18.7859466,
* 13.8824368,	8.1964569,	3.7979918,	1.2068615,	0.2555876/
DATA A05/				
* 2.6226673,	3.2480392,	-0.5120574,	-4.9929361,	-6.9630756,
* -6.9536047,	-4.8612537,	-2.7570343,	-1.0138912,	-0.2742634,
* 4.1792583,	5.8423033,	0.0038713,	-5.4918890,	-8.2956533,
* -7.4361715,	-4.9861937,	-2.3180075,	-0.8003770,	-0.0980271,
* 2.9804125,	4.0355511,	0.3865842,	-3.9628534,	-5.7272320,
* -5.6352079,	-3.8979349,	-2.2647657,	-0.7665300,	-0.2669222,
* -3.7988749,	-6.4192238,	-4.5718832,	-1.7890577,	-0.1419604,
* 0.9578657,	0.8635454,	0.6140504,	0.2162399,	0.0689909,
* -7.7339182,	-12.6607876,	-3.4520130,	4.8907146,	10.5126352,
* 10.4258671,	7.7172651,	3.8909941,	1.4866734,	0.2763594,
* -9.5670891,	-16.1050329,	-9.9060211,	-2.2783766,	2.3896885,
* 4.4426117,	3.4956284,	2.1204205,	0.7438036,	0.2169974,
* -18.9723345,	-36.8042016,	-29.2158356,	-22.1802971,	-13.4521494,
* -8.2991848,	-3.7062302,	-1.9672346,	-0.5834123,	-0.3020338,
* -2.0663786,	-1.8150558,	1.1079655,	5.0908842,	6.2375135/
DATA A06/				
* 5.9466953,	3.8165941,	2.0035086,	0.6620204,	0.1725841,
* 1.4384203,	3.9613628,	5.6389866,	7.1318989,	7.1761665,
* 5.5967169,	3.4439621,	1.5157595,	0.4691336,	0.0330133,
* 17.0297606,	31.8206713,	24.9728816,	16.8954766,	9.1655769,
* 4.0256310,	1.0522680,	0.0777516,	-0.1558391,	-0.0344202,
* -0.1651251,	-1.4036942,	-3.3926239,	-5.3170538,	-5.5363436,
* -4.5155458,	-2.7007208,	-1.2868004,	-0.3716514,	-0.0965055,
* 26.2876034,	50.2369723,	41.8341432,	31.9314880,	21.1195140,
* 13.0371609,	6.6725979,	3.2611809,	1.0945177,	0.3777789,
* -3.7946663,	-6.9833469,	-4.8893452,	-2.6226628,	-0.6466088,
* 0.4170871,	0.7108781,	0.5318359,	0.2508349,	0.0780696,
* -5.4386597,	-8.3405247,	-3.6825047,	2.2978477,	5.3161077,
* 6.2461205,	4.5104437,	2.6815338,	0.9909297,	0.3087687,
* -6.5539837,	-15.8904123,	-11.5304909,	-6.7321568,	-2.7937956,
* -0.4626160,	0.3161128,	0.3713357,	0.1530139,	0.0584769/
DATA A07/				
* 0.2541038,	-1.0719833,	-0.6352645,	-0.5433651,	-0.2318116,
* -0.1914065,	-0.0486688,	-0.0509913,	-0.0061540,	-0.0079566,
* 0.4232967,	0.9188903,	0.3808877,	0.0979775,	-0.2726381,
* -0.2330157,	-0.2215381,	-0.0689196,	-0.0249686,	0.0067028,
* 0.0767438,	-0.2299209,	-0.0352766,	-0.4586072,	-0.2250979,
* -0.3476290,	-0.1073853,	-0.1021630,	-0.0048420,	-0.0119163,
* 0.1033556,	-0.0254478,	0.1244402,	-0.1679318,	-0.0597742,
* -0.1605617,	-0.0491817,	-0.0482668,	0.0013265,	-0.0007928,
* -0.5678897,	-0.5325940,	-1.0131073,	-0.3841697,	-0.6425973,
* -0.1694998,	-0.2416412,	-0.0185932,	-0.0401150,	0.0075951,
* 0.7987618,	1.1443949,	1.2090826,	0.5995327,	0.5356344,
* 0.1840011,	0.1666388,	0.0554376,	0.0428432,	0.0136688,
* 1.0533705,	1.9209175,	1.0037403,	0.2387508,	-0.4447516,
* -0.5599872,	-0.4835957,	-0.2413784,	-0.0936094,	-0.0126482,
* 0.3139602,	0.5186394,	0.0483412,	-0.3154302,	-0.6417488/
DATA A08/				
* -0.6129426,	-0.4904987,	-0.2571989,	-0.1152593,	-0.0189720,
* 0.5438935,	1.3433160,	0.4136766,	0.2309270,	-0.4441709,
* -0.3196826,	-0.3828980,	-0.1376140,	-0.0764807,	-0.0022155,
* -0.0938585,	0.0203828,	-0.0070176,	0.1913938,	0.0796384,
* 0.1466315,	0.0474045,	0.0573766,	0.0105730,	0.0095868,
* 0.9878004,	1.4899988,	0.7654355,	-0.3164427,	-0.7687533,
* -0.9493363,	-0.6489097,	-0.3635415,	-0.1125914,	-0.0284385,
* 0.5471122,	1.1614199,	0.3941625,	0.1301091,	-0.3785159,
* -0.2697778,	-0.2746769,	-0.0669547,	-0.0292852,	0.0120257,

*	0.1808243,	0.6623049,	0.0799502,	0.1871417,	-0.2327542,
*	-0.0688175,	-0.1604075,	-0.0234118,	-0.0272779,	0.0055343,
*	-0.2561980,	-1.4928312,	-0.3910394,	-0.0789750,	-0.1812488,
*	-0.4867885,	-0.0117688,	-0.1049349,	0.0296546,	-0.0025614,
*	0.7543287,	1.9979572,	0.8957469,	0.9485394,	0.0687391,
*	0.1795903,	-0.1063150,	0.0323723,	-0.0177826,	0.0089682/
DATA A09/					
*	1.9480696,	3.1552839,	1.6873817,	-0.1030191,	-1.1483269,
*	-1.4804840,	-1.1093960,	-0.6209035,	-0.2252641,	-0.0494890,
*	0.9869102,	1.4906454,	0.7706689,	-0.2956169,	-0.8185137,
*	-1.0588932,	-0.7749705,	-0.4851913,	-0.1831350,	-0.0555365,
*	1.2266397,	1.5940895,	1.0262156,	-0.3943946,	-0.7978703,
*	-1.1611843,	-0.7614009,	-0.4903417,	-0.1635495,	-0.0458509,
*	0.5290112,	1.0182819,	0.7978415,	0.5244963,	0.2427630,
*	0.0495641,	-0.0470969,	-0.0628357,	-0.0392735,	-0.0137878,
*	0.4983636,	0.7293935,	0.1869531,	-0.4128681,	-0.7178155,
*	-0.7078288,	-0.4841899,	-0.2327750,	-0.0693002,	-0.0046506,
*	-0.3784830,	-0.6929912,	-1.0174055,	-1.0915546,	-1.0971842,
*	-0.8066642,	-0.5111476,	-0.2192922,	-0.0702668,	-0.0087769,
*	0.9161593,	1.4401112,	1.2272587,	0.5134318,	0.2720826,
*	-0.0784238,	-0.0602084,	-0.0785230,	-0.0184580,	-0.0044427,
*	0.0801561,	0.7414123,	0.0277420,	0.3548732,	-0.1814688/
DATA A10/					
*	0.0271390,	-0.1597147,	-0.0264358,	-0.0406982,	-0.0042037,
*	1.5257082,	2.3014975,	2.2248888,	1.0662317,	0.8221986,
*	0.1701530,	0.1598024,	0.0064128,	0.0341093,	0.0086206,
*	1.1486053,	1.7849102,	0.6622314,	-0.6020940,	-1.3255901,
*	-1.4417000,	-1.0513411,	-0.5756791,	-0.2122658,	-0.0475444,
*	1.1457920,	2.0873585,	1.2343016,	0.4450613,	-0.2798935,
*	-0.4933256,	-0.4893973,	-0.2806188,	-0.1295756,	-0.0242116,
*	0.6738259,	0.9807466,	0.3191110,	-0.4476712,	-0.8826237,
*	-0.9517099,	-0.6992539,	-0.3999087,	-0.1557336,	-0.0408702,
*	0.7930704,	1.2909708,	1.2313366,	0.7233817,	0.5132478,
*	0.1416311,	0.0503937,	-0.0542858,	-0.0287787,	-0.0166316,
*	0.5889751,	1.1519413,	0.2914792,	-0.2412496,	-0.8240440,
*	-0.8027830,	-0.6744570,	-0.3525029,	-0.1532894,	-0.0328551,
*	0.6864411,	0.6958462,	0.6947060,	-0.2129788,	-0.2302237,
*	-0.5760615,	-0.3157174,	-0.2659979,	-0.0781476,	-0.0331722/
DATA A11/					
*	0.2257404,	0.4851618,	0.2556209,	0.1716481,	-0.0121929,
*	-0.0270473,	-0.0603174,	-0.0285604,	-0.0150641,	-0.0072865,
*	0.2943734,	0.4529909,	0.5969617,	0.4584014,	0.4837444,
*	0.3197326,	0.2381461,	0.1278625,	0.0492547,	0.0205311,
*	-0.1804690,	-0.0444665,	-0.5552304,	-0.3765060,	-0.6689419,
*	-0.3942372,	-0.3582849,	-0.1355842,	-0.0655932,	-0.0094810,
*	0.7857257,	1.4314156,	0.4701235,	-0.2220825,	-0.8747298,
*	-0.8647953,	-0.7025383,	-0.3443935,	-0.1406032,	-0.0207007,
*	1.2769957,	2.2627106,	1.7656422,	1.0245638,	0.4838448,
*	0.1014275,	-0.0198854,	-0.0478000,	-0.0190101,	-0.0044426,
*	0.6674957,	1.5785198,	0.6015071,	0.3836390,	-0.3730438,
*	-0.2766064,	-0.3919283,	-0.1393590,	-0.0881553,	-0.0004944,
*	0.5787748,	1.3146391,	0.9678315,	0.9218967,	0.5433488,
*	0.4118122,	0.1651888,	0.0934716,	0.0136718,	0.0054106,
*	0.7219169,	0.9956002,	0.5887362,	-0.2218696,	-0.5471104/
DATA A12/					
*	-0.7883457,	-0.5856972,	-0.3946693,	-0.1586125,	-0.0484847,
*	1.3900261,	2.9576368,	1.9449539,	1.5729170,	0.5888725,
*	0.3610556,	-0.0308532,	-0.0007085,	-0.0490134,	-0.0031020,
*	-0.3900655,	-0.7126732,	-0.5314181,	-0.3337805,	-0.1386250,
*	-0.0280498,	0.0264681,	0.0291116,	0.0105931,	0.0037651,


```

* -0.0823216, -0.1463156, 0.0696292, 0.2509693, 0.4040951,
* 0.3881131, 0.3309325, 0.1817481, 0.0932999, 0.0152624,
* -1.1923418, -2.5368023, -2.0758142, -1.8923492, -1.3120890,
* -0.9727482, -0.5212609, -0.2881986, -0.1000035, -0.0331273,
* 0.5723765, 0.8150229, 0.5709172, -0.0188781, -0.2039831,
* -0.3786107, -0.2487222, -0.1653813, -0.0483666, -0.0169808,
* 0.7177579, 1.3667116, 1.0927010, 0.7975764, 0.4822506,
* 0.2734010, 0.1319267, 0.0641398, 0.0249204, 0.0093473,
* 0.6897469, 0.8183961, 0.9293203, 0.1627162, 0.1838319,
* -0.2005255, -0.0511100, -0.1124139, -0.0093009, -0.0149762/
END

```

=====

BLOCK DATA

C
C
C

DADOS DOS MOTORES

```

COMMON /SEL/N,A0(119),A1(119),A2(119),A3(119),A4(119),A5(119),
*A6(119),A7(119),A8(119),A9(119),A10(119),A11(119),A12(119),A13(119
*),A14(85),B1(119),B2(119),B3(119),B4(119)
DATA N,A0/131,
16HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN, 5.,200., 0.,
* 4000., 0., 8125., 2700., 5950., 6570., 110., 1030.,570.,800.,
1 6HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN, 6.,225.,0.,
* 5400.,0.,8620.,2700.,5950.,6570.,130.,1030.,570.,800.,
16HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN, 7.,225.,0.,
* 6300.,0.,10105.,2700.,5950.,6570.,150.,1030.,570.,800.,
16HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN, 8.,225.,0.,
* 7200.,0.,11105.,2700.,5950.,6570.,175.,1030.,570.,800.,
16HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN, 9.,225.,0.,
* 8100.,0.,12105.,2700.,5950.,6570.,190.,1030.,570.,800.,
16HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN,10.,225.,0.,
* 9000.,0.,13105.,2700.,5950.,6570.,210.,1030.,570.,800.,
16HKZ 57//4H80 F, 6HMEP=MA,1HN,12.,225.,0.,
*10800.,0.,15105.,2700.,5950.,6570.,250.,1030.,570.,800./
DATA A1/
16HKZ 60//5H105 E, 6HMEP=MA,1HN, 6.,165.,0.,
* 6000.,0., 9280.,3260.,7020.,8450., 183.,1150.,600.,1050.,
16HKZ 60//5H105 E, 6HMEP=MA,1HN, 7.,165.,0.,
1 7000.,0.,10330.,3260.,7020.,8450.,222.,1150.,600.,1050.,
1 6HKZ 60//5H105 E, 6HMEP=MA,1HN,8.,165.,0.,
1 8000.,0.,11380.,3260.,7020.,8450.,246.,1150.,600.,1050.,
1 6HKZ 60//5H105 E, 6HMEP=MA,1HN,9.,165.,0.,
1 9000.,0.,12405.,3260.,7020.,8450.,267.,1150.,600.,1050.,
1 6HKZ 70//5H120 E, 6HMEP=MA,1HN, 5.,130.,0.,
* 6500.,0.,8475., 3300.,7960.,9300.,219.,1350.,700.,1200.,
1 6HKZ 70//5H120 E, 6HMEP=MA,1HN, 6.,140.,0.,
* 8400.,0.,10160.,3300.,7960.,9300.,267.,1350.,700.,1200.,
1 6HKZ 70//5H120 E,6HMEP=MA,1HN, 7.,140.,0.,
* 9800.,0.,11440.,3300.,7960.,9300.,317.,1350.,700.,1200./
DATA A2/
1 6HKZ 70//5H120 E, 6HMEP=MA,1HN, 8.,140.,0.,
*11200.,0.,12720.,3300.,7960.,9300.,354.,1350.,700.,1200.,
1 6HKZ 70//5H120 E,6HMEP=MA,1HN,9.,140.,0.,
*12600.,0.,14000.,3300.,7960.,9300.,387.,1350.,700.,1200.,
1 6HKZ 70//5H120 E,6HMEP=MA,1HN,10.,140.,0.,
*14000.,0.,15280.,3300.,7960.,9300.,425.,1350.,700.,1200.,
1 6HKSZ 70,4H/125, 6HMEP=MA,1HN, 6.,140., 0.,
* 9900.,0.,10160.,3490.,10960.,9570.,280.,1400.,700.,1250.,

```

1 6HKSZ 70,4H/125, 6HMEP-MA,1HN, 7,140, 0,
 *11550,0,12185,3490,10810,9570,330,1400,700,1250,
 1 6HKSZ 70,4H/125, 6HMEP-MA,1HN, 8,140, 0,
 *13200,0,13485,3490,10810,9570,370,1400,700,1250,
 1 6HKSZ 70,4H/125, 6HMEP-MA,1HN, 9,140, 0,
 *14850,0,14785,3490,10810,9570,405,1400,700,1250/
 JATA A3/
 1 6HKSZ 70,4H/125, 6HMEP-MA,1HN,10,140, 0,
 *16500,0,16085,3490,10960,9570,445,1400,700,1250,
 1 6HKSZ 78,4H/155, 6HMEP-MA,1HN,6,122, 0,
 *12600,0,11783,4200,9190,11620,400, 1050,780,1550,
 1 6HKSZ 78,4H/155, 6HMEP-MA,1HN,7,122, 0,
 *14700,0,13465,4200,9190,11620,475, 1050,780,1550,
 1 6HKSZ 78,4H/155, 6HMEP-MA,1HN,8,122, 0,
 *16800,0,14915,4200,9190,11620,530, 1050,780,1550,
 1 6HKSZ 78,4H/155, 6HMEP-MA,1HN,9,122, 0,
 *18900,0,16365,4200,9190,11620,575, 1050,780,1550,
 1 6HKSZ 78,4H/155, 6HMEP-MA, 1HN,10,122,0,
 *21000,0,17815,4200,9190,11620,635, 1050,780,1550,
 1 6HKZ 86/5H160 F, 6HMEP-MA,1HN, 6,122, 0,
 *15000,0,12690,4450,10660,12290,523,1250,860,1600/
 JATA A4/
 1 6HKZ 86/5H160 F, 6HMEP-MA,1HN, 7,122, 0,
 *17500,0,14240,4450,11070,12290,615,1250,860,1600,
 1 6HKZ 86/5H160 F, 6HMEP-MA,1HN, 8,122, 0,
 *20000,0,15790,4450,11070,12290,695,1250,860,1600,
 1 6HKZ 86/5H160 F, 6HMEP-MA,1HN, 9,122, 0,
 *22500,0,17340,4450,10660,12290,750,1250,860,1600,
 1 6HKSZ 90,4H/160, 6HMEP-MA,1HN, 6,122, 0,
 *17400,0,13380,4460,12820,12265,610,1810,900,1600,
 1 6HKSZ 90,4H/160, 6HMEP-MA,1HN, 7,122, 0,
 *20300,0,14980,4460,12820,12265,685,1810,900,1600,
 1 6HKSZ 90,4H/160, 6HMEP-MA,1HN, 8,122, 0,
 *23200,0,16580,4460,12820,12265,770,1810,900,1600,
 1 6HKSZ 90,4H/160, 6HMEP-MA,1HN, 9,122, 0,
 *26100,0,18180,4460,12820,12265,840,1810,900,1600/
 JATA A5/
 1 6HKSZ 90,4H/160, 6HMEP-MA,1HN,10,122, 0,
 *29000,0,19780,4460,12820,12265,920,1810,900,1600,
 1 6HKZ 93/5H170 E, 6HMEP-MA,1HN, 6,115,0,
 *16500,0,13630,4870,10640,13250,640, 1320,930,1700,
 1 6HKZ 93/5H170 E, 6HMEP-MA,1HN, 8,115,0,
 *22000,0,16930,4870,10640,13250,820, 1320,930,1700,
 1 6HKZ 93/5H170 E, 6HMEP-MA,1HN, 9,115,0,
 *24750,0,18580,4870,10640,13250,905, 1320,930,1700,
 1 6HKZ 93/5H170 E, 6HMEP-MA,1HN,10,115,0,
 *27500,0,19570,4870,10640,13250,990, 1320,930,1700,
 1 6HKZ 93/5H170 E, 6HMEP-MA,1HN,12,115,0,
 *33000,0,22870,4870,10640,13250,1180,1320,930,1700,
 1 6HKSZ 10, 5H5/180, 6HMEP-MA, 1HN, 6,106,0,
 *24000,0,15120,5300,11610,14265,900, 1540,1050,1800/
 JATA A6/
 1 6HKSZ 10, 5H5/180, 6HMEP-MA, 1HN, 7,106,0,
 *28000,0,16920,5300,11610,14265,1020,1540,1050,1800,
 1 6HKSZ 10, 5H5/180, 6HMEP-MA, 1HN, 8,106,0,
 *32000,0,18720,5300,11610,14265,1150,1540,1050,1800,
 1 6HKSZ 10, 5H5/180, 6HMEP-MA, 1HN, 9,106,0,
 *36000,0,20520,5300,11610,14265,1265,1540,1050,1800,
 1 6HKSZ 10, 5H5/180, 6HMEP-MA, 1HN,10,106,0,
 *40000,0,22320,5300,11610,14265,1380,1540,1050,1800,

1 6HKSZ 10, 5H5/180, 6HMEP=MA, 1HN, 12, 106, 0,
 *48000, 0, 25920, 5300, 11610, 14265, 1630, 1540, 1050, 1800,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 5, 155, 150,
 * 7400, 6750, 9232, 3640, 9166, 9330, 224, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 6, 155, 150,
 * 8900, 8100, 10712, 3640, 9166, 9330, 252, 1530, 620, 1400./
 JATA A7/
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 7, 155, 150,
 *10400, 9500, 11852, 3640, 9166, 9330, 283, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 8, 155, 150,
 *11900, 10800, 12992, 3640, 9166, 9330, 320, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 9, 155, 150,
 *13400, 12200, 14132, 3640, 9166, 9330, 350, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 10, 155, 150,
 *14900, 13500, 15272, 3640, 9166, 9330, 386, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 11, 155, 150,
 *16300, 14900, 16412, 3640, 9166, 9330, 412, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 62 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 12, 155, 150,
 *17800, 16200, 17552, 3640, 9166, 9330, 448, 1530, 620, 1400,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 5, 134, 130,
 *10500, 9500, 10875, 4070, 10530, 10750, 355, 1800, 740, 1600./
 JATA A8/
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 6, 134, 130,
 *12500, 11400, 12215, 4070, 10530, 10750, 382, 1800, 740, 1600,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 7, 134, 130,
 *14600, 13300, 13575, 4070, 10530, 10750, 441, 1800, 740, 1600,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 8, 134, 130,
 *16700, 15200, 14935, 4070, 10530, 10750, 500, 1800, 740, 1600,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 9, 134, 130,
 *18800, 17100, 16295, 4070, 10530, 10750, 534, 1800, 740, 1600,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 10, 134, 130,
 *20900, 19000, 17655, 4070, 10530, 10750, 598, 1800, 740, 1600,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 11, 134, 130,
 *23000, 20900, 19015, 4070, 10530, 10750, 643, 1800, 740, 1600,
 1 6HK 74 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 12, 134, 130,
 *25100, 22800, 20375, 4070, 10530, 10750, 698, 1800, 740, 1600./
 JATA A9/
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 6, 121, 117,
 *16500, 15000, 14475, 4650, 12100, 12050, 556, 2100, 840, 1800,
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 7, 121, 117,
 *19300, 17500, 15075, 4650, 12100, 12050, 631, 2100, 840, 1800,
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 8, 121, 117,
 *22000, 20000, 16615, 4650, 12100, 12050, 700, 2100, 840, 1800,
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 9, 121, 117,
 *24800, 22500, 18155, 4650, 12100, 12050, 769, 2100, 840, 1800,
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 10, 121, 117,
 *27500, 25000, 19695, 4650, 12100, 12050, 850, 2100, 840, 1800,
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 11, 121, 117,
 *30300, 27500, 21235, 4650, 12100, 12050, 912, 2100, 840, 1800,
 1 6HK 84 E, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 12, 121, 117,
 *33000, 30000, 22775, 4650, 12100, 12050, 981, 2100, 840, 1800./
 JATA A10/
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 5, 145, 140,
 * 9400, 8500, 9370, 3400, 8940, 8775, 270, 1360, 670, 1400,
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 6, 145, 140,
 *11200, 10200, 10510, 3400, 8940, 8775, 305, 1360, 670, 1400,
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 7, 145, 140,
 *13100, 11900, 11650, 3400, 8940, 8775, 345, 1360, 670, 1400,
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES=B&W, 8, 145, 140,
 *15000, 13600, 12790, 3400, 8940, 8775, 385, 1360, 670, 1400.

1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 9, 145, 140,
 *16800, 15300, 13930, 3400, 8940, 8775, 430, 1360, 670, 1400,
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 10, 145, 140,
 *18700, 17000, 15070, 3400, 8940, 8775, 470, 1360, 670, 1400,
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 11, 145, 140,
 *20600, 18700, 16210, 3400, 8940, 8775, 510, 1360, 670, 1400./
 JATA A11/
 1 6HK 67 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 12, 145, 140,
 *22400, 20400, 17350, 3400, 8940, 8775, 550, 1360, 670, 1400,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 5, 126, 122,
 *13200, 12000, 11115, 3980, 9980, 10300, 400, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 6, 126, 122,
 *15800, 14400, 12475, 3980, 9980, 10300, 515, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 7, 126, 122,
 *18500, 16800, 13835, 3980, 9980, 10300, 585, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 8, 126, 122,
 *21100, 19200, 15195, 3980, 9980, 10300, 655, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 9, 126, 122,
 *23800, 21600, 16555, 3980, 9980, 10300, 725, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 10, 126, 122,
 *26400, 24000, 17995, 3980, 9980, 10300, 790, 1580, 800, 1600./
 JATA A12/
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 11, 126, 122,
 *29000, 26400, 19355, 3980, 9980, 10300, 860, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 80 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 12, 126, 122,
 *31700, 28800, 20715, 3980, 9980, 10300, 935, 1580, 800, 1600,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 5, 114, 110,
 *17100, 15500, 12390, 4400, 11183, 11500, 630, 1750, 900, 1800,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 6, 114, 110,
 *20500, 18600, 13930, 4400, 11183, 11500, 735, 1750, 900, 1800,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 7, 114, 110,
 *23900, 21700, 15470, 4400, 11183, 11500, 815, 1750, 900, 1800,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 8, 114, 110,
 *27300, 24800, 17010, 4400, 11183, 11500, 925, 1750, 900, 1800,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 9, 114, 110,
 *30700, 27900, 18550, 4400, 11183, 11500, 1010, 1750, 900, 1800./
 JATA A13/
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 10, 114, 110,
 *34100, 31000, 20170, 4400, 11183, 11500, 1100, 1750, 900, 1800,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 11, 114, 110,
 *37500, 34100, 21710, 4400, 11183, 11500, 1190, 1750, 900, 1800,
 1 6HK 90 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 12, 114, 110,
 *40900, 37200, 23250, 4400, 11183, 11500, 1285, 1750, 900, 1800,
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 6, 103, 100,
 *24400, 22200, 17430, 4920, 13150, 13000, 1031, 2150, 980, 2000,
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 7, 103, 100,
 *28500, 25900, 18330, 4920, 13150, 13000, 1105, 2150, 980, 2000,
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 8, 103, 100,
 *32600, 29600, 20230, 4920, 13150, 13000, 1238, 2150, 980, 2000,
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 9, 103, 100,
 *36600, 33300, 22130, 4920, 13150, 13000, 1353, 2150, 980, 2000./
 JATA A14/
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 10, 103, 100,
 *40700, 37000, 24030, 4920, 13150, 13000, 1469, 2150, 980, 2000,
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 11, 103, 100,
 *44800, 40700, 25930, 4920, 13150, 13000, 1623, 2150, 980, 2000,
 16HK 98 G, 1HF, 6HVILLAR, 6HES-B&W, 12, 103, 100,
 *48800, 44400, 27830, 4920, 13150, 13000, 1727, 2150, 980, 2000,
 *SHRND 10, 1H5, 6HISHIBR, 2HAS, 8, 108, 0,
 *32000, 0, 21405, 4500, 11665, 15100, 1180, 1750, 1050, 1800,

*6HRND 10,1H5,6HISHIBR,2HAS,9,,108,,0,,
 *36000,,0,,23405,,4500,,11685,,15100,,1305,,1750,,1050,,1800,/
 DATA B1/
 *6HRND 10,1H5,6HISHIBR,2HAS,10,,108,,0,,
 *40000,,0,,25405,,4500,,11685,,15100,,1448,,1750,,1050,,1800,,
 *6HRND 10,1H5,6HISHIBR,2HAS,11,,108,,0,,
 *44000,,0,,27405,,4500,,11685,,15100,,1595,,1750,,1050,,1800,,
 *6HRND 10,1H5,6HISHIBR,2HAS,12,,108,,0,,
 *48000,,0,,29405,,4500,,11685,,15100,,1720,,1750,,1050,,1800,,
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,6,,122,,0,,
 *17400,,0,,13872,,4000,,10210,,13160,,578,,1500,,900,,1550,,
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,7,,122,,0,,
 *20300,,0,,16522,,4000,,10210,,13160,,702,,1500,,900,,1550,,
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,8,,122,,0,,
 *23200,,0,,18202,,4000,,10210,,13160,,778,,1500,,900,,1550,,
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,9,,122,,0,,
 *26100,,0,,19882,,4000,,10210,,13160,,864,,1500,,900,,1550,/
 DATA B2/
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,10,,122,,0,,
 *29000,,0,,21562,,4000,,10210,,13160,,953,,1500,,900,,1550,,
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,11,,122,,0,,
 *31900,,0,,23242,,4000,,10210,,13160,,1034,,1500,,900,,1550,,
 *6HRND 90,1H,6HISHIBR,2HAS,12,,122,,0,,
 *34800,,0,,24922,,4000,,10210,,13160,,1113,,1500,,900,,1550,,
 *6HRND 76,1H,6HISHIBR,2HAS,5,,122,,0,,
 *10000,,0,,10730,,3800,,9970,,12900,,370,,1400,,760,,1550,,
 *6HRND 76,1H,6HISHIBR,2HAS,6,,122,,0,,
 *12000,,0,,12180,,3800,,9970,,12900,,425,,1400,,760,,1550,,
 *6HRND 76,1H,6HISHIBR,2HAS,7,,122,,0,,
 *14000,,0,,14530,,3800,,9970,,12900,,509,,1400,,760,,1550,,
 *6HRND 76,1H,6HISHIBR,2HAS,8,,122,,0,,
 *16000,,0,,15980,,3800,,9970,,12900,,564,,1400,,760,,1550,/
 DATA B3/
 *6HRND 76,1H,6HISHIBR,2HAS,9,,122,,0,,
 *18000,,0,,17430,,3800,,9970,,12900,,627,,1400,,760,,1550,,
 *6HRND 76,1H,6HISHIBR,2HAS,10,,122,,0,,
 *20000,,0,,18880,,3800,,9970,,12900,,684,,1400,,760,,1550,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,5,,150,,0,,
 *8250,,0,,9485,,3050,,8305,,10650,,260,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,6,,150,,0,,
 *9900,,0,,10630,,3050,,8305,,10650,,298,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,7,,150,,0,,
 *11500,,0,,12835,,3050,,8305,,10650,,354,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,8,,150,,0,,
 *13200,,0,,14135,,3050,,8305,,10650,,396,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,9,,150,,0,,
 *14850,,0,,15435,,3050,,8305,,10650,,440,,1250,,680,,1250,/
 DATA B4/
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,10,,150,,0,,
 *16500,,0,,16735,,3050,,8305,,10650,,477,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,5,,137,,0,,
 *7500,,0,,9485,,3050,,8305,,10650,,260,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,6,,137,,0,,
 *9000,,0,,10630,,3050,,8305,,10650,,298,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,7,,137,,0,,
 *10500,,0,,12835,,3050,,8305,,10650,,354,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,8,,137,,0,,
 *12000,,0,,14135,,3050,,8305,,10650,,396,,1250,,680,,1250,,
 *6HRND 68,1H,6HISHIBR,2HAS,9,,137,,0,,
 *13500,,0,,15435,,3050,,8305,,10650,,440,,1250,,680,,1250,,

*6HRND 68,1H ,6HISHIBR,2HAS,10.,137.,0.,
*15000.,0.,16735.,3050.,8305.,10650.,477.,1250.,680.,1250./
END

=====

NO ERRORS DETECTED. NUMBER OF CARDS = 2590.
COMPILATION TIME = 85 SECONDS ELAPSED, 35.43 SECONDS PROCESSING.
D2 STACK SIZE = 135 WORDS. FILESIZE = 140 WORDS. ESTIMATED CORE STOR
TOTAL PROGRAM CODE = 5582 WORDS. ARRAY STORAGE = 3975 WORDS.
NUMBER OF PROGRAM SEGMENTS = 62. NUMBER OF DISK SEGMENTS = 567.
PROGRAM CODE FILE = (117PNV)NAMD ON PACK.
COMPILER COMPILED ON 08/09/78 (FORTRAN ON PACK).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- | 1 | LOUKAKIS, T.A. Computer aided prediction of reakeeping, performance in ship design. MIT Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Cap.II.Theoretical Background, secção 2.6.1 - Séries 60, Report nº 7013 , 1970.
- | 2 | SZAJNBOK, M. & FREITAS, P.T.R, Instalações Propulsoras Diesel. Programa Final - Projeto NDPN-509, São Paulo, 1975.
- | 3 | TODD, F.H. Séries 60-Methodical Experiments with Models of Single-screw- merchant ships. David Taylor Model Basin of the United States Navy. Report 1712.
- | 4 | International Jubilee Meeting 1972. Comemorações do 40º Aniversário do N.S.M.B. (Netherlands ship Model Basin) Wageningen.
- | 5 | SABIT, A.S. Regression analysis of the resistance results of the BSRA series. Egito, Universidade de Alexandria.
- | 6 | TODD, F.H. Resistance and propulsio. In: Principles of naval architecture. New York, SNAME, 1967, Chapter VII; section 3. (Frictional resistance).
- | 7 | SZAJNBOK, M. Um programa para seleção de motores. In: Congresso Nacional de Transportes Marítimos e de Cpnstrução Naval,V. Rio de Janeiro, 1974.
- | 8 | HOLTROP, I.J. Computer programs for the design and analysis of general cargo ships.
- | 9 | TODD,F.H. Resistance and propulsion. In: Principles of naval archicteture. New York, SNAME, 167, Chapter VII,section 16 (Cavitation)
- | 10 | SZAJNBOL, m. Um programa para projeto de instalações die sel diretas para propulsão de navios monohélices. In: Congresso de Engenharia Mecânica,III,Rio de Janeiro, 1975.

- | 11 | BRINATI, H.L. Características das instalações propulsoras
São Paulo, Departamento de Engenharia Naval - EPUSP. (Apostila).

- | 12 | TODD, F.H. Resistance and propulsion: In: Principles of naval architecture. New York, SNAME, 1967, chapter VII, section 13 e 14. (Interaction between hull and propeller; Model-self propulsion tests)

- | 13 | FREITAS, P.T.R. Estima da potência efetiva - EHP. Cascos da série BSRA.- Projeto NDPN-517. São Paulo, N.D.P.N., 1975.