

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
SUPERINTENDÊNCIA DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

PROPULSÃO ELÉTRICA AZIMUTAL
REALIDADE DA PROPULSÃO NAVAL

RIO DE JANEIRO, 2012

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
SUPERINTENDÊNCIA DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS

PROPULSÃO ELÉTRICA AZIMUTAL
REALIDADE DA PROPULSÃO NAVAL

ROBERTO TADEU CARNEIRO DIAS

Monografia apresentada como requisito para aprovação parcial do curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Maquinas no Centro de Instrução Almirante Garça Aranha.

Orientador: Prof. Mestre Luiz Otavio Ribeiro Carneiro

RIO DE JANEIRO, 2012

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA-CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MAQUINAS**

TERMO DE APROVAÇÃO

**PROPULSÃO ELÉTRICA AZIMUTAL
REALIDADE DA PROPULSÃO NAVAL**

Por

ROBERTO TADEU CARNEIRO DIAS

Este estudo monográfico tem como requisito para obter do certificado para a função de Primeiro oficial de maquinas, tendo sido aprovado pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

NOTA:_____

Profª Ms Luiz Otavio Ribeiro Carneiro
Orientador – CIAGA

BANCA EXAMINADORA

Profª Ms
Examinador – CIAGA

Profº Ms
Examinador – CIAGA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Edite Carneiro Dias, um exemplo de amor à família.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, minha fonte de energia e fé.

A minha esposa Gladys Helena de Lira Carneiro Dias e meus filhos Gabriel Lira Carneiro Dias e Roberta Lira Carneiro Dias que representam o norte da minha vida.

Ao meu pai Moacir Ribeiro Dias, exemplo de sabedoria e otimismo.

Aos meus companheiros da turma APMA 03-2012 .

A empresa Wilsons, Sons Ultra Tug, que me indicou e apoiou neste curso.

Quero agradecer também aos mestres desta instituição de ensino por toda experiência e informação transmitida, especialmente ao mestre e orientador Luis Otávio

Não posso esquecer os colegas da turma de 1990 que me incentivaram no retorno a profissão em 2007 em especial a Flavio Paes de Lira, um incentivador por excelência.

EPÍGRAFE

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo”

(Winston Churchill)

RESUMO

Este trabalho trata das modernas tecnologias que estão viabilizando a aplicação da propulsão elétrica em navio, em especial a embarcações de apoio as plataformas. O grande interesse despertado por este tema deve-se ao alto custo operacional da propulsão convencional e a emissão de poluentes decorrentes do processo da combustão de derivados de petróleo. Os tipos de propulsores e as vantagens deste sistema também são abordados neste trabalho.

Palavras chave: propulsão elétrica, economia e meio ambiente.

ABSTRACT

This paper deals with modern technologies which are making it possible the application of electrical propulsion on board of ships, in special, when it comes to the supply platform vessels. The great interest raised by this subject is due to the high cost of conventional propulsion and the pollutant emissions that are given off from petroleum by products combustion. The propeller types and the advantages of this system will also be presented in this paper.

Key words: electrical propulsion, economy, and environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figure 1.1. USS “ <i>Júpiter</i> ”	13
Figure 2.1. Sistema de Acionamento Elétrico Integrado.....	14
Figure 2.2. Motor de combustão como acionador do eixo propulsor	15
Figure 2.3. PSV Saveiros Fragata	16
Figure 3.1. Teste de curva em círculo	17
Figure 3.2. Propulsores Azipod’s de 14.000 KW cada – Royal Caribbean Cruises ..	18
Figure 3.3. Propulsora Azimutal Retrátil Fáb. Kamewa	19
Figure 3.4. Detalhamento do Azipull	19
Figure 3.5. Azimutal Z Drive.....	20
Figure 4.1. Distribuição dos Equipamentos na Praça de Máquinas.....	23
Figure 4.2. Sistema de controle do Azymuth thruster	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1.....	22
Tabela 4-2.....	26

LISTA DE ABRAVIATURAS E SIGLAS

CC – corrente contínua

CA – corrente alternada

MW – mega watt

KW – quilo watt

MARPOL – Poluição Marítima (Marine Pollution)

CO² – dióxido carbônico

NO_x – Óxido de nitrogênio

SO_x – Óxido de enxofre

ABB - Asea Brown Boveri

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A PROPULSÃO ELÉTRICA	13
3.	CENÁRIO ATUAL.....	14
3.1.	DIFERENÇA ENTRE PROPULSÃO MECÂNICA TRADICIONAL E ELÉTRICA	15
4.	PROPULSORES POD.....	17
4.1.	PROPULSOR AZIPOD	17
4.2.	PROPULSOR AZYMUTH.....	18
4.3.	PROPULSOR AZIPULL.....	19
4.4.	L DRIVE E Z DRIVE.....	20
5.	AS PRINCIPAIS VANTAGENS DO SISTEMA DIESEL-ELÉTRICO	21
5.1.	REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	21
5.2.	REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO	22
5.3.	FLEXIBILIDADE DO PROJETO	22
5.4.	AUMENTO DA CAPACIDADE DE SOBREVIVÊNCIA DO NAVIO	24
5.5.	REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO	24
5.6.	REDUÇÃO DA EMISSÃO DE POLUENTES.....	25
5.7.	EMISSÕES DE GASES NA ATMOSFERA.....	25
5.8.	REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E VIBRAÇÃO.....	26
6.	CONCLUSÕES	28

1. INTRODUÇÃO

A dependência que o transporte marítimo tem dos combustíveis fósseis coloca em evidência duas questões relevantes: custo operacional, devido ao alto preço dos combustíveis e impacto ambiental. Há ainda um ponto adicional, que se refere à redução das reservas de petróleo e a sua possível extinção, em um futuro mais distante. Tudo isto exige que se realizem estudos com a finalidade de redução do emprego de combustíveis derivados de petróleo no transporte marítimo.

A utilização da Propulsão Elétrica vem se difundindo fortemente nos diversos setores da indústria marítima, e está se estabelecendo como uma das melhores e mais atrativas opções para promover a redução dos custos operacionais, tão desejada neste ambiente altamente competitivo.

A energia elétrica possui como característica de maior importância a versatilidade de poder ser convertida para corrente contínua (CC) ou alternada (CA), inclusive com diferentes níveis de tensão e de frequência. Esta capacidade de conversão, propiciada pela Eletrônica de Potência, é fundamental para o crescimento das já numerosas aplicações da eletricidade em sistemas e equipamentos a bordo de navios.

A utilização de acionamentos de velocidade variável tem crescido consideravelmente em função das necessidades de conservação e qualidade de energia, existindo nos dias de hoje, uma acentuada e constante preocupação em melhorar o desempenho do acionamento dos motores de um modo geral.

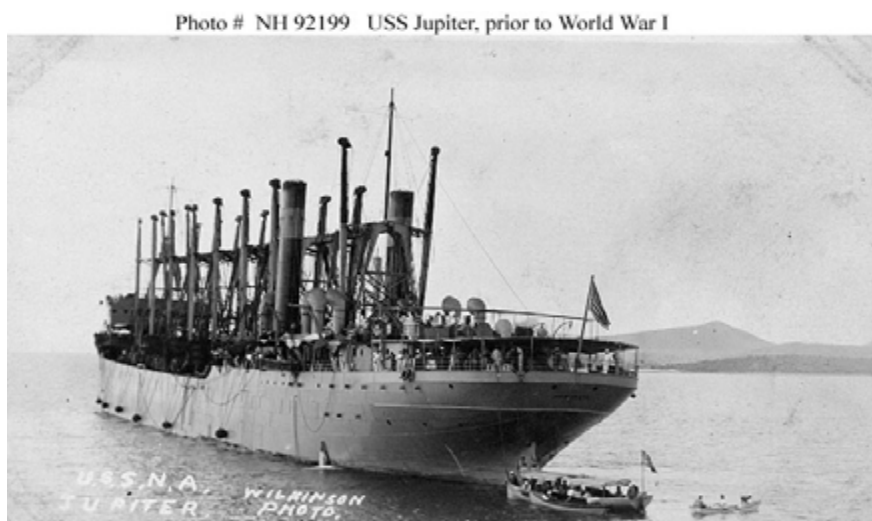
2. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A PROPULSÃO ELÉTRICA

A propulsão de navios e submarinos utilizando motores elétricos não é uma inovação tecnológica recente. A primeira aplicação de propulsão elétrica no setor naval ocorreu no século XIX, com a construção e operação de uma pequena lancha movida a baterias para o transporte de passageiros na Rússia. Em 1913, a bordo do navio carvoeiro USS “Júpiter” (Fig. 1), foi implementada uma instalação experimental com 4.1 MW de potência instalada por eixo.

Durante as décadas de 1980 a 1990 do sec. XX, os avanços tecnológicos, na área de Eletrônica de Potência, tornaram a transmissão elétrica de energia mais eficiente e compacta, e desta forma, possibilitou o emprego da propulsão elétrica em diversas classes de navios, como quebra-gelos, oceanográficos, tanques e numerosos transatlânticos.

Atualmente, as pesquisas para a definição das melhores alternativas de tecnologia envolvendo propulsão elétrica estão em plena evolução. As pesquisas relativas aos motores de propulsão apresentam os seguintes requisitos essenciais: formato compacto, peso e volume reduzido, elevadas faixas de potência gerada para valores específicos de torque, resistência ao choque, e baixos valores de ruídos e vibrações.

Figure 1.1. USS “Júpiter”



3. CENÁRIO ATUAL

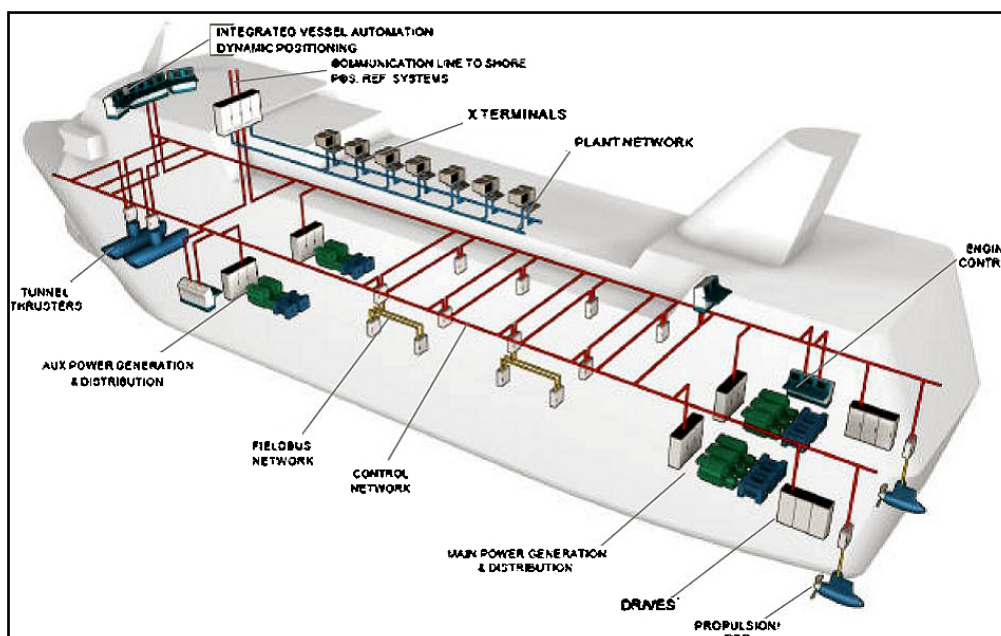
Conceito de Propulsão Elétrica Integrada, utilizando o acionamento elétrico, é a tecnologia mais promissora nos desenvolvimentos da engenharia naval atual, desde o advento dos reatores nucleares e das turbinas a gás a 50 anos atrás.

Entende-se por Propulsão Elétrica um sistema constituído por um gerador elétrico, acionado por um dispositivo de acionamento principal, que fornece energia para um motor elétrico que aciona o hélice do navio. A principal característica deste sistema é o controle da velocidade do navio pelo controle da rotação do motor elétrico.

No Sistema de Propulsão Elétrica ao invés de dois sistemas de potência separados, cada um com sua limitação de carga específica, passa-se a dispor de uma capacidade de geração única que pode ser distribuída com maior flexibilidade entre as diversas áreas e sistemas de bordo de acordo com as alterações de demanda.

Portanto, o conceito de Propulsão Elétrica visa basicamente à integração entre o sistema de potência da propulsão do navio com os sistemas auxiliares (Fig.: 2) . E com a eletrificação dos sistemas auxiliares, abre-se a possibilidade de utilização de estruturas modulares com maior flexibilidade para expansões futuras.

Figure 2.1. Sistema de Acionamento Elétrico Integrado

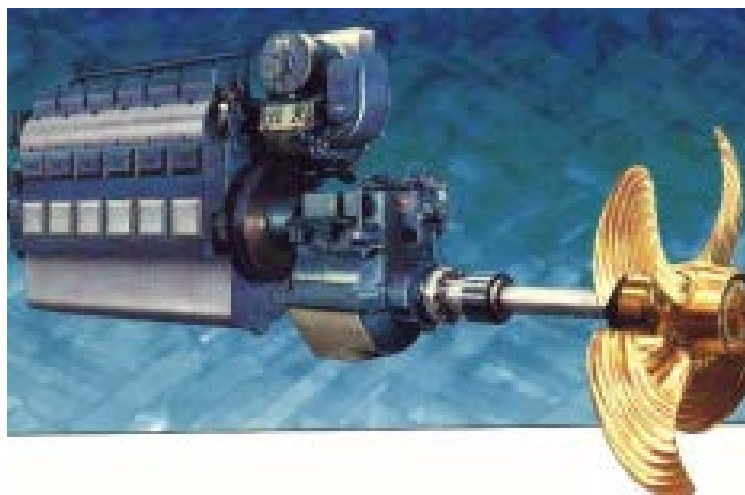


3.1. DIFERENÇA ENTRE PROPULSÃO MECÂNICA TRADICIONAL E ELÉTRICA

Nos navios dotados de Propulsão Mecânica tradicional, a rotação do hélice é definida pela rotação do motor diesel, portanto, o motor em algumas condições de operação não opera na faixa do rendimento ótimo, gerando desta forma um inevitável desperdício de combustível.

No sistema de propulsão mecânico convencional o dispositivo de acionamento principal a ser empregado, que pode ser uma turbina a vapor, um motor diesel, ou uma turbina a gás, é acoplado diretamente ao eixo propulsor do navio através da engrenagem redutora Figure 2.2.

Figure 2.2. Motor de combustão como acionador do eixo propulsor



www.ebah.com.br

Neste tipo de configuração do sistema de propulsão é necessário um diesel gerador auxiliar, instalado em local separado do sistema de propulsão, que fornecerá a potência elétrica para o atendimento do sistema auxiliares de bordo.

A Propulsão Elétrica pode ser descrita de forma mais precisa como a transmissão elétrica de potência entre o dispositivo de acionamento principal e a carga representada pelos propulsores do navio. Este sistema de propulsão consiste essencialmente na transmissão elétrica para a mudança entre a relativamente alta velocidade e baixo torque do dispositivo de acionamento principal para a baixa velocidade e elevado torque requerido para girar os propulsores..

No sistema de Propulsão Elétrico a eficiência da transmissão não é tão sensível à variação da velocidade do eixo propulsor, como ocorre com a transmissão

mecânica convencional. Portanto, nos períodos em que a embarcação (Fig.: 4) opera com velocidade mais baixa a eficiência da transmissão elétrica é maior do que a da transmissão mecânica.

Figure 2.3. PSV Saveiros Fragata



Existem quatro aspectos de maior relevância na escolha do arranjo da propulsão elétrica a ser empregado:

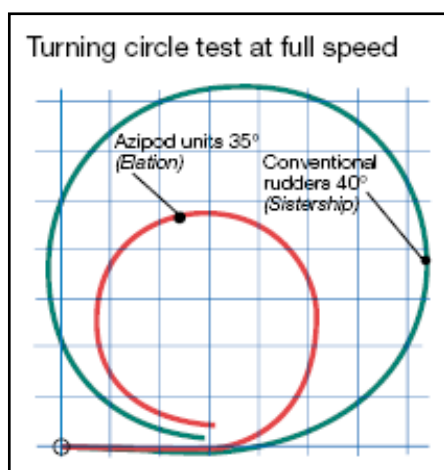
- O tipo de potência elétrica disponível entre o gerador e o motor elétrico (CA ou CC);
- O método de controle da velocidade (variação da tensão CC e/ou a variação da frequência e da tensão para aplicações em CA);
- O tipo do equipamento de acionamento principal, e;
- O método de controle do propulsor.

4. PROPULSORES POD

Os propulsores tipo POD representam um desenvolvimento técnico significativo para a economia e eficiência de propulsão. Muito utilizado para: navios quebra-gelos, navios de passageiros, embarcações de suprimento offshore, balsas de travessia e navios tanque, sendo cada vez mais aplicados em qualquer tipo de embarcação.

A melhor manobrabilidade é característica de propulsores Azimuth, Azipod e Azipull, e se deve principalmente ao fato de ser possível fazer uma rotação completa de 360° graus com os propulsores. A figura 5 ilustra um teste de curva em círculo comparando o sistema convencional com o sistema Azipod.

Figure 3.1. Teste de curva em círculo



Além dessa principal vantagem, a propulsão azimuthal também é mais eficiente que a convencional graças ao uso de motores elétricos, ela faz melhor uso das dimensões da embarcação conferindo mais espaço para outras instalações, os custos de manutenção também são menores e unidade propulsora pode ser entregue na fase final de construção do navio economizando custos e planejamento nos custos total e horas de construção.

4.1. PROPULSOR AZIPOD

Azipod® é marca registrada da ABB (Asea Brown Boveri), termo que significa "pod" + Azimuth, pod é devido ao formato do thruster e AZI de Azimuth por conta da capacidade de giro de 360°. Devido à hidrodinâmica avançada, a unidade Azipod® possui excelente desempenho de campo de esteira.

O Azipod® é um motor elétrico fixado fora do casco (Fig.: 6), o seu induzido é o eixo propulsor, que possui hélices de passo fixo, desta forma o sentido e a velocidade da hélice é controlado por um inversor de frequência. Esta tecnologia é extremamente eficaz na manobrabilidade da embarcação e sua potência pode atender aos mais variados tipos de embarcações.

Figure 3.2. Propulsores Azipod's de 14.000 KW cada – Royal Caribbean Cruises



4.2. PROPULSOR AZYMUTH

O Azymuth thruster é um thruster que pode ser retrátil (Fig.: 7), rebatível, ou fixo quando usado para propulsão. A máquina motriz é um motor elétrico alimentado pelo gerador, dentro da embarcação. O hélice pode ter passo variável com acionamento hidráulico ou fixo controlado por inversor de frequência. Este tipo de thruster usado como propulsor é mais comum em pequenas embarcações. A figura abaixo mostra um Propulsor Azimutal fixo com passo variável.

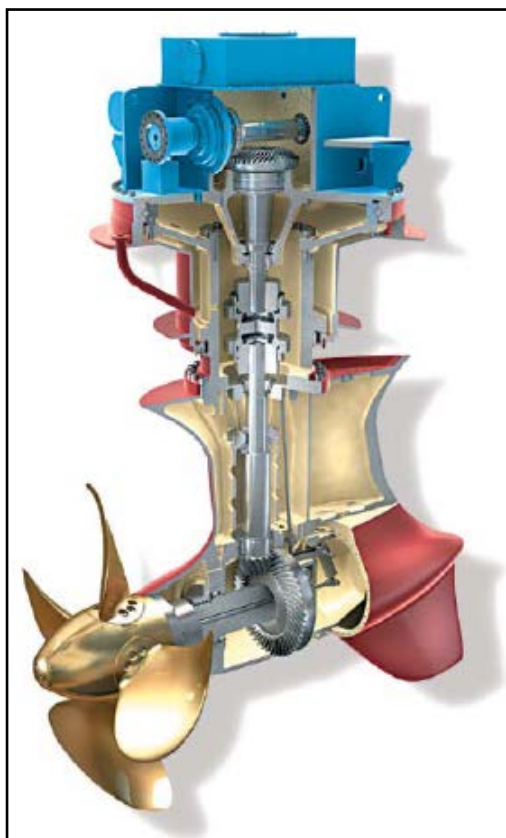
Figure 3.3. Propulsora Azimutal Retrátíl Fáb. Kamewa



4.3. PROPULSOR AZIPULL

Finalmente, o propulsor Ulstein Aquamaster, do tipo Azipull, mostrado na figura 8. Este tipo de unidade difere quanto à posição do hélice, que fica de frente para o escoamento, ou seja, virado para proa, enquanto que em outras unidades o hélice fica atrás.

Figure 3.4. Detalhamento do Azipull



Esta unidade apresenta as seguintes vantagens:

- Melhor manobrabilidade;
- Melhor desempenho e eficiência;
- Baixo arrasto;
- Estabilidade de curso;
- Baixo ruído e vibração;
- Facilidade e flexibilidade.

4.4. L DRIVE E Z DRIVE

O L drive (Fig.: 9) é um tipo de propulsor azimutal em que o “pod” é movido mecanicamente ao invés de eletricamente. O “pod” pode ser girado através de uma faixa de 360° graus, permitindo mudanças rápidas na direção da propulsão e eliminando a necessidade de um leme convencional. Esta forma de transmissão de energia é chamada uma L drive, porque o movimento de rotação tem que fazer um girar ângulo reto, parecendo, assim, um pouco com a letra "L". É mais vantajoso do que a do tipo Z Drive por possuir apenas uma “gearbox”, diminuindo as perdas. O Z drive, o movimento de rotação tem que fazer duas voltas em ângulo reto, assemelhando-se, assim, a letra "Z". Tem a desvantagem de possuir duas “gearbox”, causando perdas.

Figure 3.5. Azimutal Z Drive



5. AS PRINCIPAIS VANTAGENS DO SISTEMA DIESEL-ELÉTRICO

As vantagens do sistema diesel-elétrico elencado por alguns dos fabricantes ABB, AUSTON, STN ATLAS e SIEMENS são: capacidade de atender mudanças bruscas de cargas, possibilidade de controle de velocidade suave e preciso, níveis baixos de ruído e vibração.

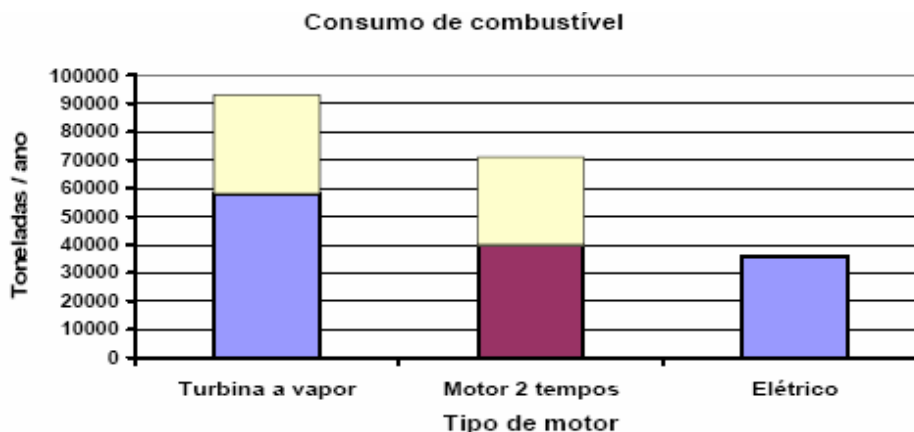
5.1. REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

O aumento da eficiência de um navio pode ser obtido pela melhoria do projeto do casco, por melhorias nos sistemas de propulsão e pela melhoria no processo de manutenção. Assim, a eficiência operacional será maximizada pela minimização dos custos diretos e indiretos, o que implica em reduzir o consumo de combustível, em diminuir a poluição ambiental, mas sempre mantendo a confiabilidade alta dos sistemas (custos reduzidos de manutenção). Portanto, devem ser sempre procurados os projetos mais adequados (otimizados) de cascos e de propulsores de embarcações.

Em navios com propulsão mecânica tradicional, a velocidade do motor é que define a rotação do hélice; conseqüentemente, dependendo do perfil de operação do navio, o motor pode não operar na faixa de rendimento ótimo, associado às altas velocidades. Isto significa desperdício de combustível e excessivo desgaste mecânico

Com o uso da propulsão elétrica, este problema é eliminado, e o motor primário pode operar no ponto de melhor rendimento independente da velocidade de rotação do hélice. Em virtude da extinção da conexão mecânica entre motor primário (que gera potência através da queima de combustível) e o eixo propulsor, não existe mais relação direta entre a velocidade do eixo do motor primário e a rotação do hélice.

Tabela 4-1



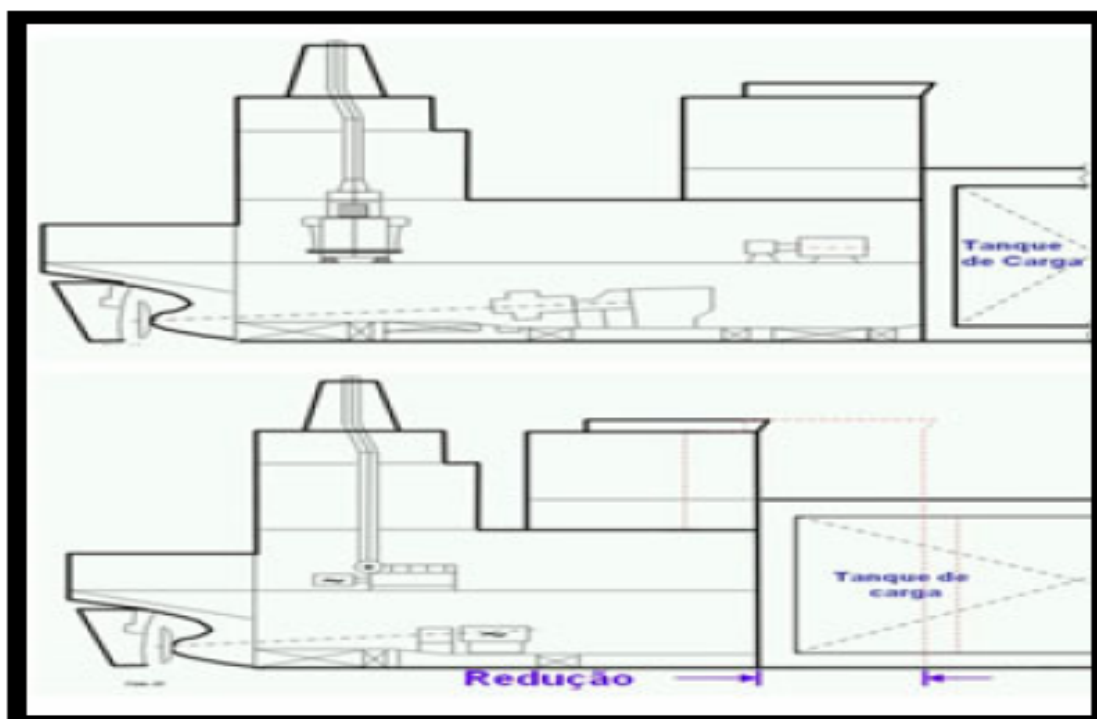
5.2. REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO

A tendência para os futuros navios elétricos é de uma ampla difusão de sistemas auxiliares e acessórios alimentados por eletricidade, em substituição aos sistemas mecânicos, hidráulicos e pneumáticos. Sistemas elétricos são mais fáceis de controlar à distância e possuem maior compatibilidade com controles eletrônicos. Esta tendência possibilita o incremento de automação com conseqüente redução de tripulação, proporcionando adicional benefício através da redução de custo operacional

5.3. FLEXIBILIDADE DO PROJETO

Os equipamentos da propulsão elétrica são modulares e não precisam ser posicionados próximos uns aos outros (podem inclusive ser instalados em compartimentos diferentes). Dependendo do tamanho das máquinas, elas podem ser instaladas nas partes mais altas do casco, deixando apenas o motor elétrico junto ao fundo do casco conectado ao propulsor.

Figure 4.1. Distribuição dos Equipamentos na Praça de Máquinas



Observa-se na Fig. 11 um ganho no espaço destinado ao transporte de cargas reposicionando a máquina diesel no convés superior, e desta forma, reduz-se o volume ocupado pelos dutos de admissão e exaustão dos motores. Como resultado desta flexibilização, torna-se desnecessário concentrar equipamentos em praças de máquinas principais; sendo possível espalhar os compartimentos de máquinas pelo navio, em áreas menos críticas, com um aproveitamento otimizado do espaço disponível a bordo.

No navio com propulsão elétrica não são necessários motores auxiliares. Toda energia demandada pelo navio será gerada pelos motores principais. Esta diminuição na quantidade de motores também provoca redução de custos e economia de espaço.

A modularidade do sistema permite também que em altas velocidades sejam utilizados todos os dispositivos de acionamento principal e, nas velocidades econômicas sejam desligados os que não forem necessários.

5.4. AUMENTO DA CAPACIDADE DE SOBREVIVÊNCIA DO NAVIO

A modularidade e a flexibilidade proporcionam um sistema de geração de energia e de propulsão redundantes, distribuídos e reconfiguráveis. Consequentemente os danos em um compartimento de máquinas, seja provocado por incêndio, alagamento ou simples mau funcionamento, podem facilmente ser detectados e “by-passados”, mantendo-se o funcionamento do sistema inalterado.

A facilidade para o redirecionamento da energia elétrica a bordo, possibilita uma elevada gama de possibilidades de ações para minimizar os efeitos decorrentes de múltiplas falhas simultâneas.

Com a propulsão elétrica, o cenário muda radicalmente. Os geradores de bordo alimentam simultaneamente a propulsão, as auxiliares e os sistemas de armas, através de um sistema de distribuição redundante e reconfigurável. Os motores são dimensionados para atender ao navio em velocidade máxima, com todos os sistemas vitais em operação.

Com isto, em velocidade normal, o navio possui capacidade de geração em excesso, capaz de atender todos os usuários com folga, assimilando sem dificuldades as substituições ou inclusões futuras de novos equipamentos ou sistemas.

5.5. REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Uma vez que com a adoção da Propulsão Elétrica não são necessários motores auxiliares, esta redução na quantidade de equipamentos instalados resulta numa diminuição dos custos de manutenção. Associado a este fato, sabe-se que os equipamentos elétricos apresentam custos e períodos menores de manutenção e devido à elevada automação dos sistemas elétricos, as manutenções preditiva e preventiva são ferramentas eficazes para a redução dos custos totais de manutenção.

5.6. REDUÇÃO DA EMISSÃO DE POLUENTES

Atualmente todas as Marinhas do mundo são pressionadas pelos órgãos ambientais para que as mesmas em seus projetos de futuros navios, e também em relação aqueles já em funcionamento, apresentem uma redução na quantidade de poluentes emitidos durante a realização das operações . Todos os tipos de poluentes emitidos (gasosos, líquidos ou sólidos) estão sendo cada vez mais monitorados e as legislações (ex: MARPOL) estão sendo elaboradas com requisitos mais rigorosos.

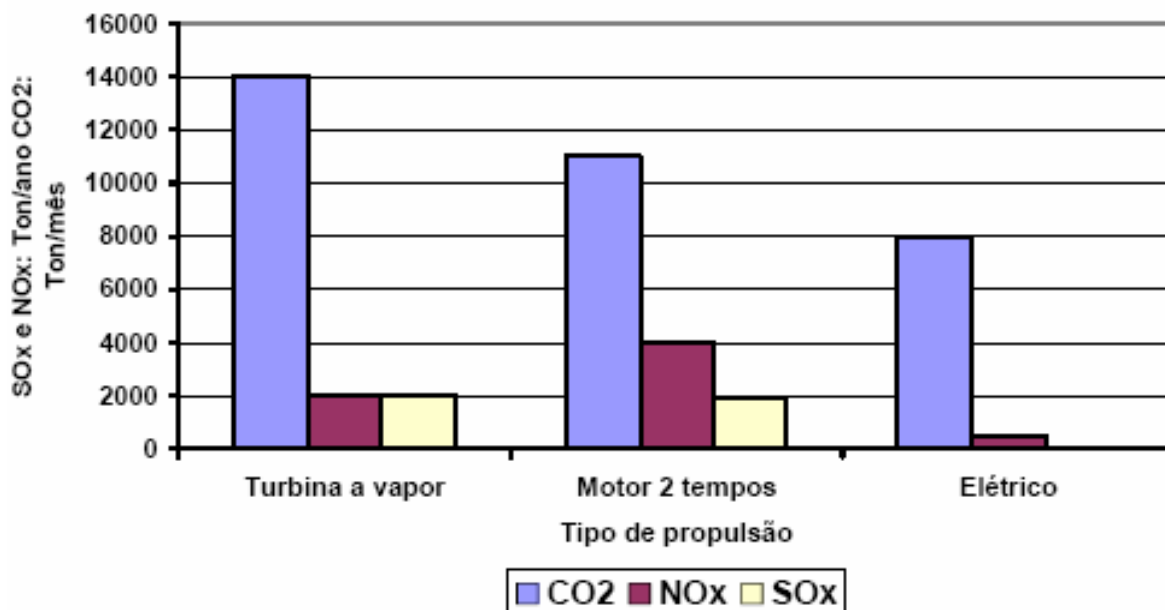
Em decorrência das pressões internacionais busca-se utilizar cada vez menos combustíveis fósseis. As emissões de gases poluentes oriundas da queima de óleo diesel e gasolina são os maiores responsáveis pelo efeito estufa. Neste contexto, a propulsão elétrica está sendo fortemente indicada, principalmente para navios que operam em países que assinaram o Protocolo de Kyoto.

A Propulsão Elétrica gera menos gases poluentes que os sistemas convencionais (que operam somente com turbinas a vapor ou motores diesel), pois o motor diesel opera constantemente no ponto ótimo de projeto, o que proporciona uma redução no consumo de combustível e conseqüentemente uma menor liberação de gases poluentes (ex: CO² - Dióxido Carbônico, NO_x – Óxido de Nitrogênio e SO_x – Óxido de Enxofre) durante as operações. É interessante destacar que o modelo utilizado na pesquisa considerou também a geração de gases durante a operação portuária e tempos com o navio parado durante as viagens.

5.7. EMISSÕES DE GASES NA ATMOSFERA.

No futuro não somente os poluentes emitidos durante a vida operativa do navio serão controlados, mas também todos aqueles produzidos durante a sua construção até o encerramento do período operativo do meio (desativação do meio naval). É uma nova filosofia, ainda de difícil aplicação prática, mas que está ganhando muita força nos dias atuais, devido à atitudes políticas de interesse mundial.

Tabela 4-2



5.8. REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO E VIBRAÇÃO.

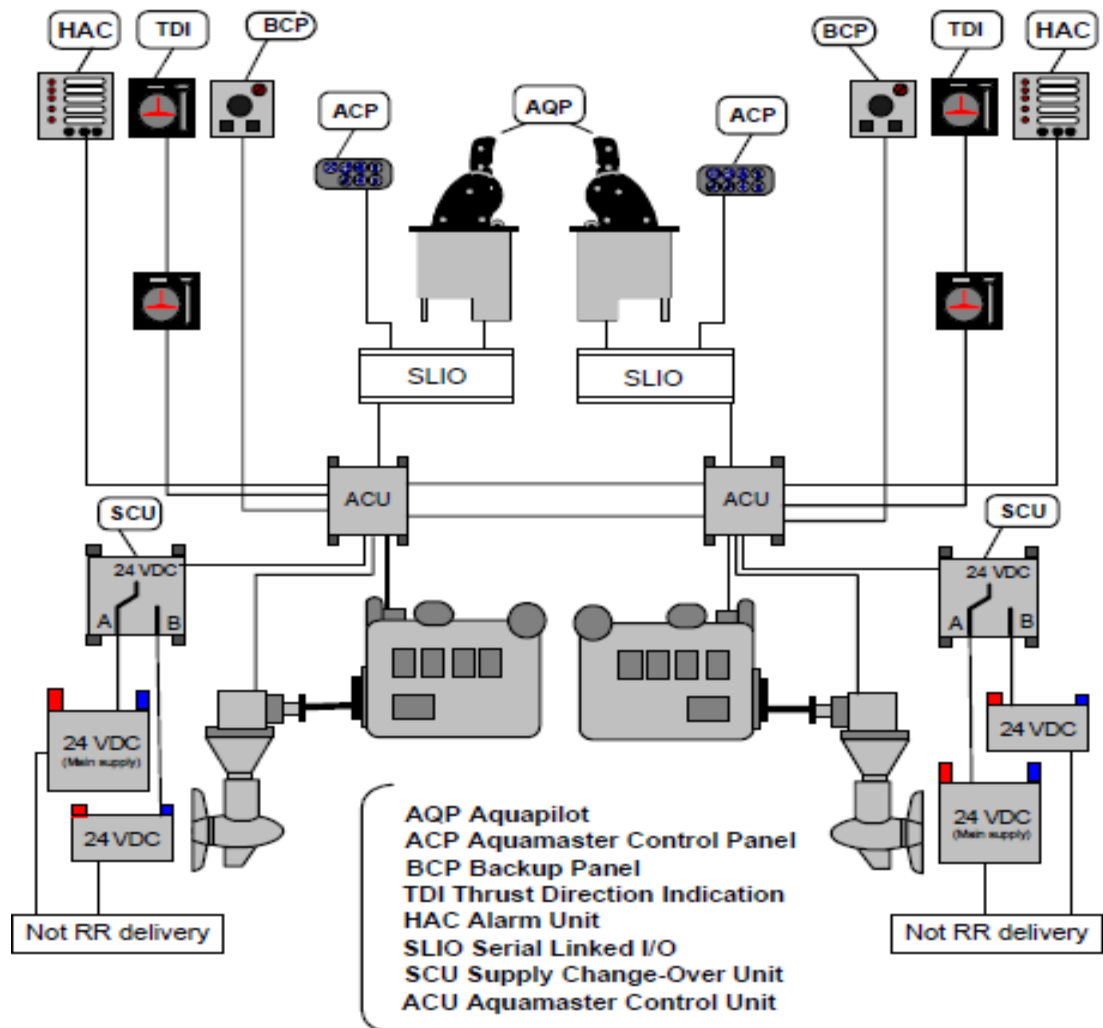
Na Propulsão Elétrica não é necessário haver o alinhamento das máquinas acionadoras principais com as linhas de eixo, tornando, portanto desnecessária a utilização de engrenagens redutoras. A eliminação desta engrenagem contribui significativamente para a redução nos níveis de ruído e vibração.

Algumas vantagens associadas à adoção do acionamento elétrico são listadas a seguir:

- Excelente controle de velocidade e torque em toda faixa de velocidade;
- Facilidade para adoção de controles automáticos e remotos (fig. 09);
- Maior capacidade de reversão rápida de velocidade, propiciando a redução de tempo e distância de parada brusca (30 a 50% de redução na distância de parada, em caso de emergência);
- Não é necessário usar hélice de passo controlável, haja vista que, o custo deste hélice representa cerca de 33% do valor da máquina principal, enquanto que, o hélice de passo fixo representa apenas 8%
- Redução do ruído do motor e da vibração transmitida do eixo ao hélice; e

- Flexibilidade no gerenciamento da distribuição da potência em operações
- Normal e rápida recuperação após a detecção de defeitos.

Figure 4.2. Sistema de controle do Azimuth thruster



Fonte: Manual Rolls Royce

6. CONCLUSÕES

Como foi visto neste trabalho, a aplicação da propulsão elétrica em navios tem uma história de sucessos ao longo dos últimos anos.

O sucesso nas tentativas recentes, de aumentar a densidade de potência dos motores elétricos empregados neste tipo de propulsão, permite que navios possam se beneficiar das vantagens inerentes ao uso da propulsão elétrica em um futuro próximo.

REFERÊNCIAS

FREIRE, P., R., M., FERREIRA, C., L.. Propulsão Elétrica – Histórico e Perspectivas Futuras. 20º Congresso Nacional de Transporte Marítimos. Construção Naval e Offshore – EXPONAVAL 2004, Sociedade Brasileira de Engenharia Naval – SOBENA.

PEREIRA, N., N., BRINATI, H., L. Estudo do Impacto da Propulsão Diesel-Elétrica Na Emissão de Gases Poluentes. 22º Congresso Nacional de Transporte Marítimos, Construção Naval e Offshore – EXPONAVAL 2006, Sociedade Brasileira de Engenharia Naval – SOBENA

PADOVEZZI, Carlos D. e GELEHRTER, Rui. Tendências Tecnológicas da Propulsão de Navios - Seminário. São Paulo : CELACADE – Centro Latinoamericano de Capacitacion y Desarrollo de Empresas, 2009.

O'ROURKE, Ronald. Navy Ship Propulsion Technologies: Options for Reducing Oil Use - Background for Congress. Washington, USA : Congressional Research Service, 2006. Order Code RL33360.

BRINATI, Hernani Luiz. Instalações Propulsoras. PNV-411 - Vol I e II. São Paulo : EPUSP - Depto de Engenharia Naval e Oceânica, 1980.