

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

DANIEL MORAES PEREIRA

PROPULSÃO ELÉTRICA PARA NAVIOS MERCANTES

RIO DE JANEIRO

2014

DANIEL MORAES PEREIRA

PROPULSÃO ELÉTRICA PARA NAVIOS MERCANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador : Hermann Regazzi Gerk

RIO DE JANEIRO

2014

DANIEL MORAES PEREIRA

PROPULSÃO ELÉTRICA PARA NAVIOS MERCANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Hermann Regazzi Gerck

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, meu pai, minha mãe, meus irmãos, e amigos com quem convivi ao longo desses anos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida e não somente nesses anos, mas em todos os momentos, é o maior mestre que alguém pode conhecer.

RESUMO

A propulsão elétrica não é uma tecnologia nova, quando os primeiros motores elétricos começaram a ganhar espaço começou-se a buscar outros meios de propulsão utilizando tais motores como meio propulsor. O objetivo desta monografia é passar informações referentes a propulsão elétrica para navios mercantes, comentando brevemente sobre o sistema tradicional de propulsão, tipos de motores elétricos utilizados, tipos de propulsores e suas vantagens.

Palavras-chave: propulsão elétrica, motor elétrico, tipos de propulsores.

ABSTRACT

Electric propulsion is not a new technology, when the first electric motors began to gain space began to seek ways using this motors such as impeller means. The purpose of this monograph is to pass information relating to electric propulsion for merchant ships, commenting briefly on the traditional propulsion system electrics types of motors used, types of propellants and their advantages.

Keywords: electric propulsion, motors, type of thrusters.

Lista de Figuras

Figura 1 - Propulsão Mecânica.....	11
Figura 2 - Propulsão Convencional e Propulsão Elétrica.....	13
Figura 3 - Z-Drive	17
Figura 4 - L-Drive	18
Figura 5 - Tubo Kort	19
Figura 6 - Tunnel Thruster	20
Figura 7 - Tunnel Thruster	21
Figura 8 - Sistema de Propulsão Elétrica	22
Figura 9 - Sistema de Automação	28
Figura 10 - Queen Mary 2	29

Sumário

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPULSÃO CONVENCIONAL	10
3 PROPULSÃO ELÉTRICA	12
3.1 Atualmente	13
3.2 Propulsão Elétrica Integrada	14
3.3 Azimuth Pod Drive	16
3.4 Azimuth Z Drive	17
3.5 L Drive	18
3.6 Tubo Kort	18
3.7 Propulsor com Jato de Água	19
3.8 Tunnel Thruster	20
3.9 Vantagens	21
4 MOTOR PROPULSOR	25
4.1 Tipos de Motores Propulsor	25
5 AUTOMAÇÃO E OS SISTEMAS ELÉTRICOS	27
6 QUEEN MARY 2	29
6.1 Propulsão, Ferro, Thrusters	30
6.2 Ligando o Navio	30
6.3 Navegando	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
Referências Bibliográficas	35

1 INTRODUÇÃO

Os navios mercantes devem ser projetados de forma a conciliar diversos requisitos, aliado a fatores econômicos como custos do projeto, construção, manutenção e de operação ao longo de todo seu tempo de vida útil. Tais custos devem ser os menores possíveis.

Navios com sistemas de propulsão convencional mecânica possuem menor custo, mais requerem um custo significativo em relação a manutenção, já navios com sistema de propulsão elétrica possuem um custo maior e um custo baixíssimo de manutenção em relação ao anterior, além de baixo consumo de combustível e exigirem pouco espaço para serem instalados.

A propulsão elétrica em tendo sucesso ao longo do tempo, o que incentiva o desenvolvimento de novas tecnologias para motores elétricos e desenvolvimento de cabos de transmissão para melhor condução da energia através da embarcação com a menor perda possível de energia.

2 PROPULSÃO CONVENCIONAL

Desde o início do desenvolvimento dos navios mercantes, para transporte de diferentes tipos de produtos, que os sistemas de propulsão criados desempenharam um papel significativo para o avanço da indústria marítima. Nos últimos dois séculos, muitos projetos de propulsão foram criadas a fim de melhorar ainda mais a velocidade, consumo de combustível e eficiência dos navios mercantes e da Marinha.

Hoje, os sistemas de propulsão mais convencionais para navios mercantes consistem de um eixo, que aciona diretamente os diferentes tipos de hélices, enquanto ele estiver conectado a uma caixa de câmbio. A energia é gerada principalmente a partir de um motor a diesel de alto torque, enquanto um leme normalmente localizado em frente da hélice na popa do navio fornece a direção. Um estudo demonstrou que a utilização de diferentes tipos de hélices podem produzir resultados diferentes, dependendo do tipo de navio a que são utilizados.

Hélices de passo fixo criou a base da produção da hélice. Hélices mono-bloco são mais comumente usados hoje, enquanto eles cobrem um amplo espectro de tipos de design e tamanhos. Elas podem variar daquelas pesando apenas alguns quilos para aquelas, que podem pesar cerca de 130 toneladas. Seus projetos podem variar conforme o número lâmina do hélice, pode ser em qualquer número entre dois e sete lâminas. Esses tipos de hélices são usados para fornecer propulsão para navios de contentores, navios graneleiros e até mesmo de patrulha de alta velocidade. Elas oferecem várias vantagens, a fim de resolver uma variedade de problemas de propulsão, tais como efeitos de cavitação e regeneração ruído excessivo.

Em contraste com as hélices de passo fixo as hélices de passo controlável fornecer um grau extra de liberdade, uma vez que pode alterar o passo da lâmina. Além de que este tipo de configuração é sensível a problemas de cavitação que pode proporcionar vantagens significativas de capacidade de manobra já que o controle de impulso pode ser alcançada sem a necessidade de acelerar o mecanismo de propulsão. Hélices de passo controlável são utilizados principalmente em navios de passageiros, balsas e navios de carga geral, que exigem manobras de atracação frequentes.

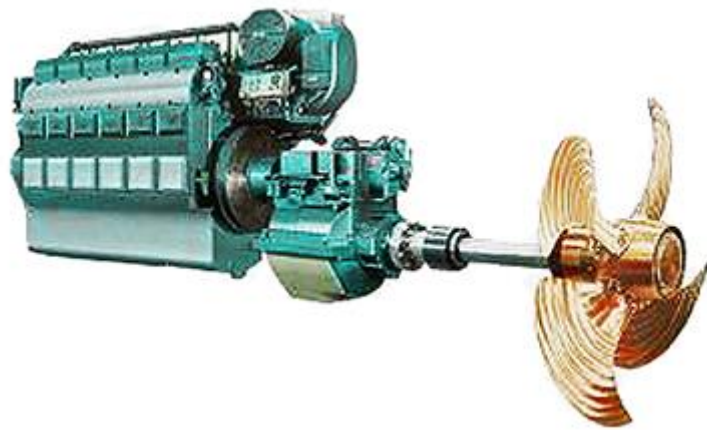


Figura 1 - Propulsão Mecânica

3 PROPULSÃO ELÉTRICA

A propulsão elétrica mudou o modo de se transmitir energia do motor principal para o hélice e também o modo de administrar e distribuir a energia elétrica pelo navio. Isso não mudou a fonte primária de energia do navio, o qual ainda permanece o motor diesel, a turbina a gás, ou a turbina a vapor.

O Sistema de propulsão com transmissão mecânica e engrenagens de redução foi primeiro desenvolvida no Reino Unido e em seguida foi desenvolvido o primeiro motor e gerador in 1910, propulsão elétrica para navios foi desenvolvida nos EUA e em outros lugares. Ambos sistemas foram concorrentes até 1920, quando um britânico desenvolveu um sistema leve e de alta eficiência, o qual dominou a tecnologia de propulsão por décadas ao redor do mundo.

Por volta de 1939 o navio quebra gelo SISU foi o primeiro do tipo a ser entregue com um sistema de propulsão elétrica, equipado com um motor elétrico de corrente contínua Ward-Leonardo. Desde então, diversos tipos de sistemas de propulsão elétrica tem sido usado por centenas de navios quebra gelo e outros que operam em regiões frias.

Depois da Segunda Guerra Mundial, a tecnologia de acionamento mecânico continuou melhorando e se mantendo dominante. Entre navios de guerra, a tecnologia da propulsão elétrica foi amplamente adotada por submarinos, o qual geradores diesel elétricos tornou-se o sistema padrão. Isso permitiu que os submarinos permanecessem submersos por períodos limitados de tempo devido a necessidade de recarregar suas baterias, pois teriam que retornar a superfície para queimar combustível diesel. Em navios comerciais, a propulsão elétrica foi usada em alguns grandes navios de cruzeiro, como o Normandie em 1936 e o Canberra em 1960.

Esses experimentos, mesmo que promissores não foram competitivos com a tecnologia mecânica em grandes submarinos e navios de superfície até 1980, quando a tecnologia desenvolvida em motores, especialmente em eletrônica de potência em unidades motoras, fazendo da propulsão elétrica potencialmente mais rentável do que o acionamento mecânico. Em 1985, O Reino Unido começou a construir 23 fragatas da classe Duke, o qual utilizava um sistema de propulsão combinado diesel elétrico e turbina a gás. O sistema diesel elétrico de baixa potência é utilizado para operações tranquilas, em operações de até 14 nós, e a unidade de turbina a gás para velocidades mais altas de até 28 nós.

Em 1987, o navio de cruzeiro Queen Elizabeth II passou por uma revisão, quando seu sistema de acionamento mecânico foi substituído por um sistema elétrico integrado. Este sistema foi operado com sucesso e preparou o terreno para a adoção da tecnologia de propulsão elétrica para navios de cruzeiro. Hoje, a maioria dos cruzeiros mundo estão sendo construídos com propulsão elétrica.

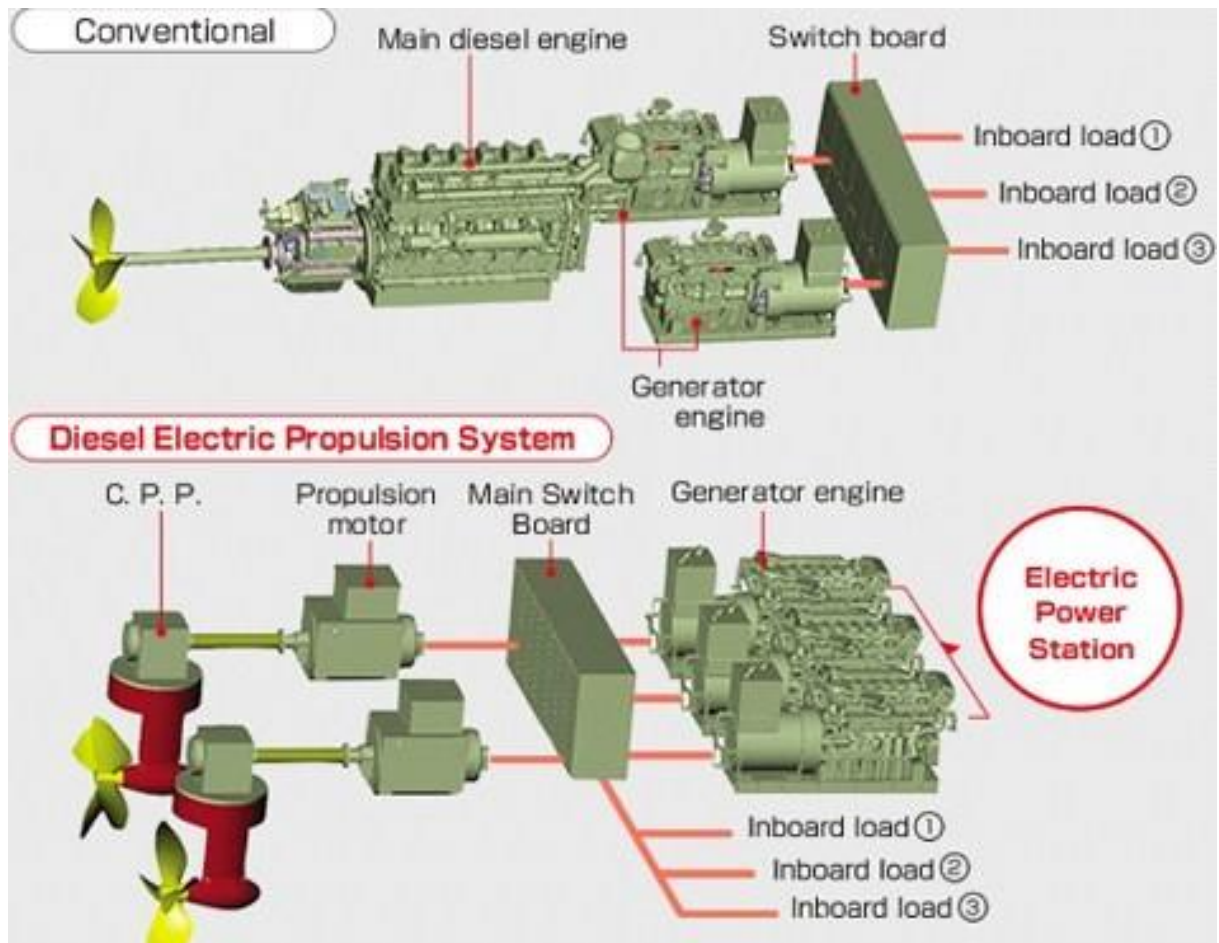


Figura 2 - Propulsão Convencional e Propulsão Elétrica

3.1 Atualmente

A distribuição da aplicação da propulsão elétrica em navios de carga, navios de cruzeiro, navios de guerra, são um pouco diferentes um do outro.

Navios de Carga Comercial

Atualmente não existe grande interesse de se aplicar a propulsão elétrica em navios de carga que transportam sobre rotas marítimas longas. A propulsão elétrica hoje é muito usada em navios quebra gelo e plataformas flutuantes offshore e está se tornando mais comum em navios de passageiros. Navios aliviadores, tubo, lança cabos e de pesquisa, estão sendo construídos com propulsão elétrica já incluída.

Navios de Cruzeiro

Propulsão elétrica com motor pod é atualmente regra para navios de cruzeiro. Tal tecnologia prove grandes benefícios para o projeto e manobra do navio. Na propulsão pod, o motor é montado na água sob o navio. O projeto pod é denominado pelo motor e seu sistema de arrefecimento, a tecnologia do motor é o principal facilitador da tecnologia da propulsão elétrica.

Os sistemas de propulsão utilizados atualmente são geralmente desenvolvidos no exterior, principalmente na Europa.

3.2 Propulsão Elétrica Integrada

A energia elétrica produzida pelos motores diesel e geradores é conduzida por cabos para um quadro elétrico, que divide a energia elétrica para dois sistemas de distribuição, um para a propulsão do navio e outro para equipamentos elétricos não utilizados na propulsão. O quadro elétrico pode alterar a distribuição de energia entre esses dois sistemas, tendo como base a atender os requisitos de propulsão e não propulsão do navio. A grande quantidade de energia necessária para impulsionar o navio em alta velocidade é, portanto, disponível para outros usos, se e quando necessário. Mesmo quando o navio está viajando em alta velocidade, a energia pode ser momentaneamente desviada para longe do sistema de propulsão. A flexibilidade de alternar entre o poder serviço do navio e da potência de propulsão inerentemente proporciona um maior grau de redundância, de sobrevivência, e reconfiguração, que são as três principais atrações da propulsão elétrica em navios de guerra.

Como resultado a propulsão elétrica integrada é de grande importância para navios de Guerra e outros navios ao redor do mundo.

Em sistemas não-IEP, navios de guerra e navios de cruzeiro com cargas de serviços relativamente altas frequentemente deixam o sistema de propulsão operando em cargas fracionadas em baixa eficiência de combustível.

O sistema de propulsão elétrica integrada oferece o benefício adicional de economia de combustível, combinando a carga total do navio em menos principais motores que funcionam perto de plena carga, a eficiência elevada.

Além disso, menos horas de funcionamento são acumulados em cada turbina e gerador, requerendo menos manutenção e reposição.

Por estas razões, a propulsão elétrica integrada tornou-se o sistema dominante de propulsão em novos navios de cruzeiro e está sendo rapidamente adotado por navios. Navios com tal sistema requer energia elétrica na faixa de 50-100 MW.

A Propulsão Elétrica Integrada inclui os seguintes subsistemas principais:

Motores principais:

Os motores principais de navios comerciais são geralmente motores diesel. Em navios de guerra são turbinas a gás (turbinas de aviões adaptadas) que queimam combustível de avião. Em submarinos e porta-aviões Americanos, os motores são turbinas a vapor, vapor este que é obtido de um reator nuclear.

Gerador:

Converte todo o poder mecânico de motores de alta velocidade em eletricidade.

Sistema de distribuição de energia de propulsão:

Distribui energia elétrica para os motores propulsores e outros equipamentos da propulsão.

Motor propulsor:

Modifica a frequência e a tensão elétrica necessária para os motores do navio para operar em uma velocidade desejada durante várias fases de operação.

Motor propulsor:

Converter a energia elétrica das unidades motoras para energia mecânica de baixa rpm adequado para as hélices do navio.

Hélices:

Gira em baixas rotações e impulsionar o navio através da água.

Sistema de distribuição elétrico para cargas não propulsoras:

Distribui energia elétrica para várias cargas elétricas não propulsoras no navio. Este sistema inclui unidades adicionais do motor, cabos e comutadores.

3.3 Azimuth Pod Drive

No Azimutal Pod drive, o hélice é conectado diretamente no eixo do motor elétrico. A hélice de passo fixo é impulsionado pelo motor elétrico de velocidade variável, o qual é fixado no casco externamente ao navio, podendo rotacionar 360° ao redor do eixo vertical de fixação do motor elétrico. Portanto, navios equipados com esse tipo de tecnologia não necessitam de leme, propulsor transversal de popa, longo eixo através do casco. A hélice do pod normalmente virado para a frente no modo de puxar. Isso reduz a esteira e a resistência

criada pelo casco em contato com a água e grande economia de combustível desde que não exista carga parasita no casco, o que aumentaria o atrito do casco com a água.

3.4 Azimuth Z Drive

Na propulsão elétrica azimutal, o motor é colocado no casco do navio e a energia mecânica gerada pelo motor elétrico é transmitida para o hélice por meio de eixo de transmissões ou engrenagens. Do eixo do motor ao hélice existe dois segmentos através de engrenagens, formando um z. Essa propulsão é também muito conhecida como z-drive. O propulsor pode rotacionar 360° ao redor do eixo vertical. Ele executa tanto a propulsão, quanto a função de governo do navio. Tem a desvantagem de possuir duas caixas de engrenagens, causando perdas.

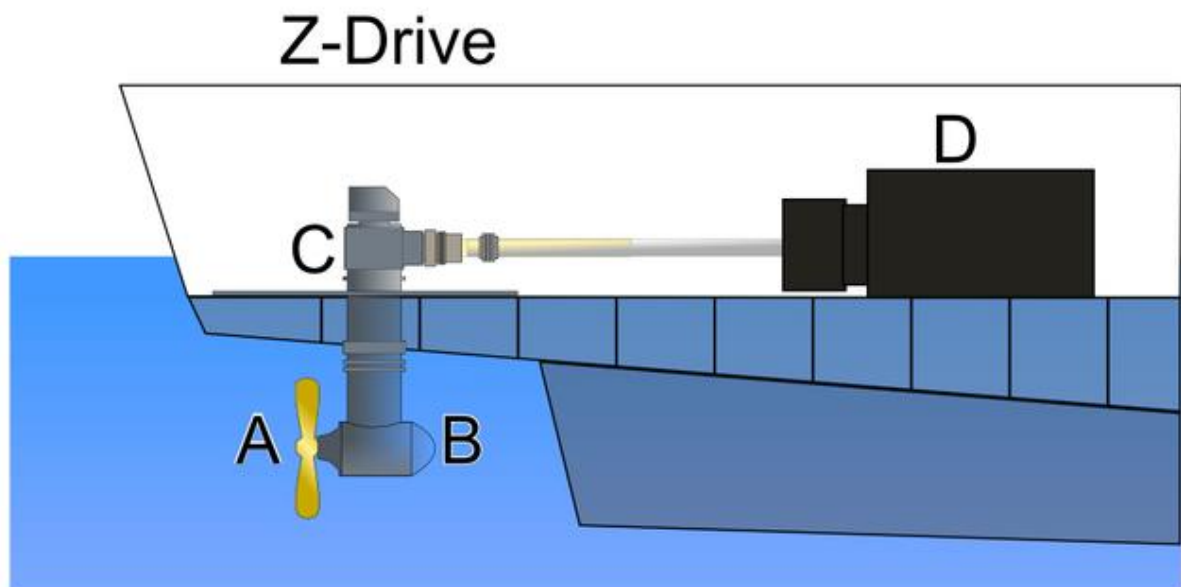


Figura 3 - Z-Drive

3.5 L Drive

O L-drive 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 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 Z-drive por possuir apenas uma caixa de engrenagem, diminuindo as perdas.



Figura 4 - L-Drive

3.6 Tubo Kort

Consiste em tubos fixos que envolvem o hélice, organizando o fluxo de descarga aumentando a aceleração da água e possibilitando um ganho na tração a vante de até 30%.

Gera um aumento considerável em relação aos hélices convencionais por isso são utilizados em rebocadores PSV's, etc.

Com o navio em velocidade a resistência ao avanço do próprio tubo contraria os benefícios de aumento de propulsão.



Figura 5 - Tubo Kort

3.7 Propulsor com Jato de Água

Opera com base no princípio de operação de uma bomba centrífuga. Um rotor aspira a água da parte de baixo do casco do navio e o transfere para uma voluta. As aberturas de saída de água estão dispostas na parte inferior do propulsor que fica tangente a linha de base do

casco, sendo, desta forma, ideal para a instalação em embarcações que operam em águas rasas.

Esse sistema também se distingue por conferir alta manobrabilidade às embarcações de navegação interior e costeira que o utilizam como propulsão principal ou de emergência.

3.8 Tunnel Thruster

Os Tunnel Thrusters foram inicialmente aplicados nas proas de ferrie boats e rebocadores, esses versáteis equipamentos de controle rapidamente se tornaram populares em embarcações envolvidas no serviço de Offshore e grandes navios. Esse dispositivo ajuda a manobrar perto de navios, plataformas, portos etc.

E ainda disponibiliza controle preciso a baixas velocidades através de pontes e canais estreitos e rasos.

Atualmente os Tunnel Thrusters são encontrados em todo o mundo em operações que necessitam de navios com manobras precisas.



Figura 6 - Tunnel Thruster



Figura 7 - Tunnel Thruster

3.9 Vantagens

A propulsão elétrica oferece vantagens significativas para navios de cruzeiro e navios de Guerra. Entretanto, navios mercantes de longo curso possuem vantagens menores, que podem mudar no futuro com o desenvolvimento de novas tecnologias. Uma desvantagem em navios mercantes é a baixa eficiência do sistema de acionamento mecânico em plena operação, devido as perdas de energia envolvida na conversão da energia mecânica. Em navios de Guerra, passa uma pequena fração de seu tempo na potência máxima. Normalmente 80% do tempo em meia velocidade, consumindo 1/8 da potência ou menos. Portanto, a perda ligeira de potência devido à baixa eficiência durante a operação em cargas parciais a maior parte do tempo. A comum vantagem para todos os navios de propulsão elétrica são:

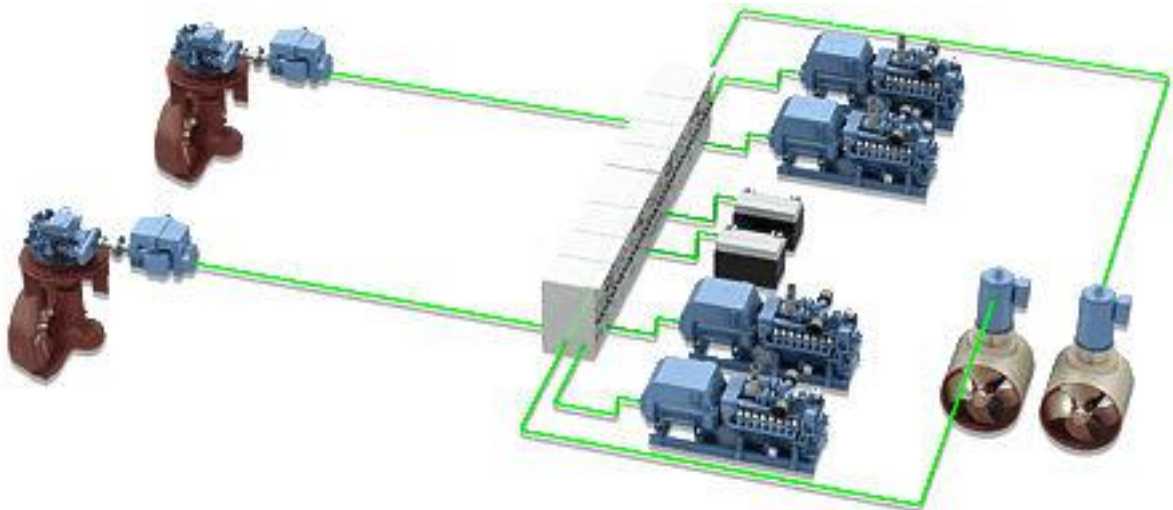


Figura 8 - Sistema de Propulsão Elétrica

Aumento da carga útil

Com a eliminação do acionamento mecânico do motor, engrenagens de redução, eixos, entre outros componentes, a propulsão elétrica permite instalar vários componentes do navio em locais que permitam mais eficiência. A propulsão elétrica pode liberar espaço nos navios que podem ser utilizados para transportar passageiros ou cargas adicionais. Estima-se que cerca de 30% de volume é liberado com a instalação de tal sistema, comparado ao espaço necessário quando se utiliza a propulsão convencional.

Baixa vibração

A baixa vibração e ruído do hélice fazem o navio operar muito mais silenciosamente. isto é de extremo interesse para os navios de cruzeiro, para o conforto dos passageiros, e navios de guerra que desejam operar em modo furtivo.

Maior flexibilidade

Os geradores elétricos e os cabos que transmitem energia para os motores elétricos responsáveis pela propulsão podem ser alocados em qualquer parte do navio, o que é mais vantajoso ao invés de se utilizar linhas de eixos e engrenagens para percorrerem o navio. Com um sistema integrado de energia elétrica, a distribuição de energia dos geradores podem

ser rapidamente reconfigurada em casos de danos ao navio para garantir um fornecimento contínuo de energia para os sistemas vitais dos navios.

Maior capacidade de manobra

A propulsão pod permite o navio mudar de direção e orientação mesmo em velocidades muito baixas. Além disso, a velocidade e a direção do motor principal não precisa ser alterada para a velocidade, a direção e a rotação da hélice. Para navios quebra-gelo, balsas, rebocadores e navios oceanográficos que exigem mudanças de velocidade frequentes e reversões de direção, a propulsão elétrica oferece uma grande vantagem sobre a propulsão mecânica. A velocidade e a direção de rotação do motor elétrico pode ser mudada rapidamente de locais remotos, tornando possível colocar o controle do navio diretamente nas mãos do piloto ou dos computadores de posicionamento dinâmico.

Manutenção reduzida

A manutenção é uma tarefa muito importante para os navios que utilizam propulsão mecânica, pois precisam manter componentes como engrenagens, caixas de redução alinhadas e em condições para o funcionamento do navio. Na propulsão elétrica, as engrenagens são substituídas por motores de velocidade variável, e os eixos por cabos de transmissão de energia. Isso elimina o grande trabalho de manutenção típico dos sistemas de propulsão mecânicos. Com propulsão pod, a manutenção e a reparação são ainda mais reduzidos. O pod pode ser destacado e rapidamente reparado ou substituído por uma unidade sem a necessidade de cortar uma abertura no casco do navio e trabalhar com outros equipamentos ao redor.

Economia de combustível

A propulsão pod pode reduzir o consumo de combustível em 5 à 15%, devido a melhoria da eficiência hidrodinâmica. A economia também vem do menor número de componentes expostos, que criam resistência para o movimento avante.

A redução do consumo de combustível também vem da diminuição da quantidade de espaços necessários para o armazenamento de combustível. Dependendo o navio o consumo pode chegar em até 25% comparado a propulsão convencional.

Maior automação

O sistema de propulsão elétrica pode ser projetado para ser altamente automatizado, portanto, exigindo menos manutenção e menor número de tripulantes para operar o sistema.

Maior durabilidade do equipamento

O torque suave e a velocidade continuamente variável dos motores elétricos causam menor desgaste nos eixos e acoplamentos do motor, resultando em maior tempo de vida para todos os equipamento envolvidos.

4 MOTOR PROPULSOR

Os motores elétricos utilizados na propulsão elétrica podem se de corrente alternada ou contínua, podendo ser motores elétricos tradicionais ou motores elétricos recém-desenvolvidos.

Os novos motores diferem dos tradicionais em termos de tecnologia, potência, e potenciais de aplicação em diferentes navios. Existem fabricantes específicos de motores elétricos para a propulsão elétrica, sendo que cada fabricante possuem suas próprias características em seus motores.

4.1 Tipos de Motores Propulsor

Motor Síncrono

Motores síncronos é a tecnologia mais adequada para grandes navios. Tem sido usado com sucesso na propulsão de navios comerciais, particularmente navios de cruzeiro por duas décadas. Possui melhor eficiência comparado ao motor de indução, mas pode perder sincronismo se uma grande quantidade de carga for aplicada de uma só vez em uma rápida manobra.

Motor de Indução

É o tipo de motor elétrico de construção simples e robusta, possibilitando o mesmo ter um custo mais baixo que outro tipos de motores. Possui uma longa vida útil, devido as reduzidas necessidades de manutenção.

O motor de indução é utilizado em navios de grande porte, possui baixo custo e baixo valor de manutenção.

Os motores tradicionais são projetados para operarem com frequência fixa de bordo via engrenagens pesadas.

Motor de Imã Permanente

Esse motor normalmente utiliza o ímã permanente em seu rotor, que são feitos de produtos de ligas de ímãs permanentes, como samário-cobalto ou de neodímio-ferro-boro.

As ligas de ferro-neodímio-boro têm maior produto energético, enquanto que as ligas de samário-cobalto tem melhor propriedade térmica. O produto de energia de ambos os grupos é sensível à temperatura de operação. O produto da energia se degrada mais rápido em temperaturas mais elevadas e estará totalmente perdida na temperatura de Curie da liga. Choques mecânicos também degradam o produto da energia.

O ímã permanente NdFeB tem baixo custo, grande força e opera a temperaturas de até 150 C, ao passo que ímãs permanentes SmCo operam em temperaturas de até 290 C. Esses limites de operação são definidos na concepção do sistema. Por exemplo, é necessário um ímã permanente de alta temperatura em um gerador de ímã permanente diretamente ligado a uma alta velocidade do rotor de turbina a gás operando em 900 C.

Motor Supercondutor Síncrono

São sistemas eletromecânicos que contam com o uso de um ou mais elementos supercondutores. O parâmetro mais importante e de maior interesse em uma máquina supercondutora é o campo magnético elevado que não é possível em uma máquina convencional, levando a uma redução considerável do volume do motor, grande aumento na densidade de energia.

5 AUTOMAÇÃO E OS SISTEMAS ELÉTRICOS

O sistema de automação para navios, composto de computadores, monitores, redes de comunicação e software é extremamente flexível e conta com uma interface amigável, o que permite ao usuário monitorar e controlar diversos equipamentos da embarcação com simples toques no computador.

Uma rede redundante de comunicação troca dados com os diversos controladores da embarcação, colhendo informação de status de cada equipamento e executando comandos. Existem funções nestas redes que garantem a confiabilidade do sistema: no caso de uma falha no link de comunicação, o outro link assume automaticamente, de forma transparente, para o usuário. Uma única falha no sistema de comunicação não causará a perda de qualquer uma das funções do sistema.

O sistema de gerenciamento de energia permite dar partida ou interromper cada grupo gerador de acordo com a necessidade, otimizando o consumo de combustível. Além disso, o sistema é anti-blackout, já que tem autonomia em procedimentos que evitam que o navio fique sem energia. Para que isso aconteça, o sistema de gerenciamento de energia interage com todas os grupos geradores a fim de garantir que sempre haja carga suficiente para manter o navio em pleno funcionamento.

Enquanto isso, o sistema de Monitoramento de Alarme verifica o status de cada equipamento e fornece relatórios em tempo real que podem ser acessados de estações de trabalho instaladas em lugares estratégicos a bordo do navio. Toda informação pode ser impressa para análise futura.

O sistema de automação tem muitas opções para integrar-se com outros sistemas a bordo da embarcação, permitindo total conexão com todas as suas funções principais.

Diesel-elétrica

Combina produtos e sistemas que trabalham integrados num novo conceito de propulsão diesel-elétrica para navios: geradores e motores resfriados a ar ou a água equipam hélices e propulsores.

Numa solução diesel-elétrica para navios, a energia embarcada é garantida por geradores a diesel, mas a propulsão é elétrica, proporcionando uma economia significativa no consumo de combustível, maior flexibilidade operacional, redução da poluição ambiental e do tempo de docagem.

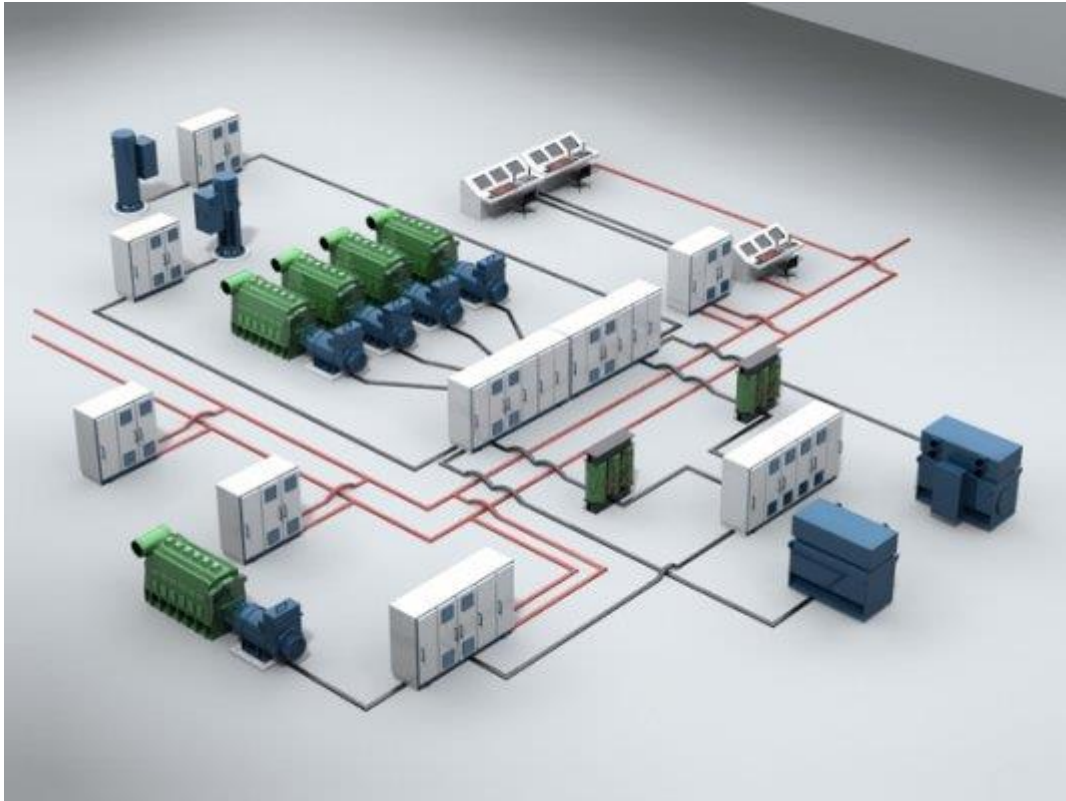


Figura 9 - Sistema de Automação

6 QUEEN MARY 2

Queen Mary 2 é o sétimo maior navio de cruzeiro do mundo. O navio é gerenciado pela Cunard Cruise Line e foi entregue em 2004.

Construído no estaleiro Chantiers de l'Atlantique para Cunard em 2003, o Queen Mary 2 foi, na época, o maior transatlântico já construído.

O Queen Mary 2 teve sua viagem inaugural em janeiro de 2014, de Southampton a Fort Lauderdale, na Flórida.



Figura 10 - Queen Mary 2

6.1 Propulsão, Ferro, Thrusters

O navio é equipado com quatro motores a diesel Wärtsilä, complementados por duas turbinas a gás GE LM2500. Com uma potência total de 118MW, a usina desenvolve 157.000 hp.

A propulsão é fornecida por quatro unidades de 20 MW da MerMaid 'podded' de propulsão, duas fixas e duas azimutal de 360 °. Eles incorporam um motor de corrente elétrica alternada que aciona diretamente um hélice de passo fixo com lâminas altamente enviesados para baixo ruído e vibração.

Os ferros tem 345m de comprimento e possuem uma tensão de ruptura de 9300 kN. Ele também tem três propulsores 3.2MW para fornecer suporte em manobras em que não se utilizam rebocadores.

6.2 Ligando o Navio

Em última análise, tudo no Queen Mary 2 é dependente de eletricidade. Ela fornece a força necessária para fazer o movimento do navio e fornece energia para outros sistemas para o mesmo parar.

O Queen Mary 2 é composto por quatro motores a diesel e duas turbinas a gás. A razão do Queen Mary 2 ter motores diesel e turbinas a gás tem a ver com o espaço. A fim de se fazer travessias transatlânticas regularmente programadas, o sistema tinha que ser capaz de gerar uma certa quantidade de energia elétrica para alimentar todo o navio.

Os quatro diesel geradores podem gerar cada um 16.8 megawatts de potência. Eles queimam óleo pesado e cada um pode queimar até 3.1 toneladas de combustível por hora. Possuem cerca de 40 metros de comprimento e ocupam um mesmo espaço na praça de máquinas.

As duas turbinas a gás possuem sua própria praça de máquinas, localizadas na parte alta da embarcação. As turbinas a gás são do modelo General Electric LM2500+, cada uma com 25 megawatts de potência.

Infelizmente essas turbinas consomem combustível mais caro que o diesel e queimam muito mais combustível por hora. Consequentemente as turbinas só são utilizadas quando se requer uma geração maior de energia, não alcançada pelos diesel geradores.

Os motores diesel não podem ficar funcionando intermitentemente, é necessário que em intervalos regulares ele seja desligado para revisão. Tal revisão pode levar até duas semanas, deixando o navio com apenas três motores diesel.

A energia total produzida pelos motores é 117,2 megawatts, o que é equivalente a 157.168 cavalos de potência.

6.3 Navegando

A eletricidade gerada pelos motores diesel e turbinas a gás é alimentado em um quadro principal de alta tensão. De lá, ele é distribuído para os vários consumidores de energia elétrica em todo o navio, incluindo o ar condicionado, a cozinha, a ponte, a refrigeração, etc.

O maior consumidor de energia elétrica são os pods. Os pods são propulsores que realmente movem o navio através da água. Queen Mary 2 tem quatro pods Rolls Royce Mermaid. Os pods são suspensos abaixo do casco do navio em invólucros de aço e pesam 260 toneladas cada um. Dois desses pods são Azimutais, podem rotacionar 360 graus. Os outros pods possuem posição fixa.

Cada uma dos pods contém um motor elétrico. Ligado ao eixo do motor elétrico, na frente de cada pod há uma hélice de lâmina fixa com um diâmetro de seis metros. Esses pods são os mais poderosos já construídos, cada um possui 22 megawatts e meio de potência.

Além de ser poderoso, o sistema pod tem outras vantagens sobre os sistemas de propulsão tradicionais.

Se tivéssemos ido de volta para a propulsão normal, que está tendo grandes motores dentro do navio com eixos, você tende a ficar um pouco mais de ruído através do navio em manobra por causa das escavações das hélices. Nós não conseguimos isso com as pods que temos, porque eles são pods trator, eles estão puxando o navio através da água, a água vai

para as lâminas que reduz qualquer ruído cavitações. Então, no final de trás do navio, você muito raramente consegue ouvir qualquer barulho.

Os pods também fornece ao Queen Mary 2 mais espaço dentro do navio do que se ela tivesse um sistema de propulsão tradicional. Outra vantagem dos pods é que esses motores são colocados na parte de baixo, sob o navio, dando mais espaço.

O Queen Mary 2 não é o único navio de passageiros utilizando propulsão pod mas a maioria dos outros tem apenas dois pods. O QM2 necessita de quatro, porque precisa da capacidade de impulsionar o navio na velocidade de 29,5 nós. Esses pods foram projetados para dar essa velocidade. A maioria dos outros navios que têm pods, o máximo é de cerca de 18,5 megawatts. Os construtores do QM2 aumentaram bastante o poder dos seus pods, para serem capazes de ter os 86 a 90 megawatts de potência necessários para impulsionar o navio a essa velocidade, eles precisavam ter quatro deles.

Em 2006, um dos pods foram danificados em uma colisão com um objeto submerso. Como resultado, ele foi removido para reparação e para a maior parte do ano, o navio navegou com apenas três pods. A perda de um pod não ocasionou tanto problema na velocidade do navio, e o mesmo ainda podia fazer 27,5 nós com os três pods.

Os dois azipods são usados para guiar o navio. No projeto inicial para Queen Mary 2, os azipods eram somente usados para manobrar o navio no porto. O navio teria um leme e quando no mar, os dois azipods estariam bloqueados e direção seria feita com o leme como em navios tradicionais. No entanto, foi determinado que o leme produziria muito arrasto, diminuindo a velocidade do navio e por esse motivo decidiu-se eliminar o leme e usar os azipods para direcionar o navio.

Os azipods realmente entram em manobras de atracação e desatracação. Do passadiço pode-se virar os dois azipods 90 graus e em conjunto com três grandes propulsores de proa do navio mover o navio de lado para o cais ou para longe do cais. Como resultado, o Queen Mary 2 raramente precisa de ajuda de rebocadores.

A disposição em quatro pod faz Queen Mary 2 mais manobrável em tais situações que vem com apenas dois pods. Os dois pods fixos movimentam o navio para à vante e para à ré. Portanto, ambos os azipods podem ser ligados e utilizados para o movimento lateral. Em um navio com apenas dois pods, eles mantêm um azipod para frente e para trás e eles usam o outro para mover o navio para o lado.

Ainda assim, há ocasiões em que ainda vão ser utilizados rebocadores, o bordo do navio tem cerca de 6.000 metros quadrados, quando o vento sopra sobre, os resultados podem ser muito significativos, pois o bordo oferece grande resistência.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da propulsão elétrica em navios, mostrou ter sido uma excelente escolha, pois com o passar dos anos vem se mostrando cada vez mais eficiente e presente nas embarcações.

O desenvolvimento de tecnologias tanto na parte de desenvolvimento de geradores, motores elétricos, eletrônica e no próprio motor diesel contribuem de modo muito eficiente para o desenvolvimento de novos sistemas de propulsão com rendimentos cada vez melhores, reduzindo a emissão de gases tóxicos na atmosfera, o gasto de combustíveis e aumento dos lucros providos pelas embarcações com tal sistema de propulsão instalado.

Com a propulsão mecânica, era necessário construir o navio em torno no seu motor principal, o que limitava bastante a construção e mudanças no projeto, além do fato de se houvesse por algum motivo a necessidade de retirar o motor principal do navio, seria necessário o corte do casco, o que aumentaria ainda mais as operações, e por consequência os gastos, sendo alguns deles desnecessários como a pintura do casco.

Com a utilização da propulsão elétrica seleciona-se melhor os motores para as embarcações. O engenheiro tem maior flexibilidade no projeto, e mesmo quando concluído ainda é possível escolher motores melhores ou mais modernos para se colocar no projeto pois os cabos elétricos são flexíveis e podem percorrer todo o navio sem a necessidade de promover modificações em sua planta ou estrutura.

Apesar da propulsão elétrica ser o futuro na propulsão, ela ainda depende dos combustíveis fósseis como combustível do motor que permitirá a rotação do gerador que produzirá a energia para toda a embarcação.

Referências Bibliográficas

PATEL, M. R. Shipboard Propulsion, Power Electronics, and Ocean Energy. 6000 Broken Sound Parkway Nw, Suite 300: CRC Press, 2012. 350p.

Advantages and Disadvantages Of Using Podded Propulsord. Disponível em: <www.ukessays.com/essays/engineering/advantages-and-disadvantages-of-using-podded-propulsors.php> Acesso em: 5 ago. 2014

Alternative Propulsion Powering For Merchant Ships. Disponível em: <mylifeatsea.blogspot.com.br/2009/05/alternative-propulsion-powering-for.html> Acesso em: 26 jul. 2014

Bow thruster. Disponível em: <en.wikipedia.org/wiki/Bow_thruster> Acesso em: 5 ago. 2014

Como os navio de cruzeiro se movimentam. Disponível em: <viagem.hsw.uol.com.br/cruzeiros3.htm> Acesso em: 3 ago. 2014

Different Types of Marine Propulsion Systems Used in the Shipping World. Disponível em: <www.marineinsight.com/tech/main-engine/different-types-of-marine-propulsion-systems-used-in-the-shipping-world/> Acesso em: 4 ago. 2014

Electric Propulsion System for Ship: Does it have a Future in the Shipping. Disponível em: <www.marineinsight.com/tech/marine-electrical/electric-propulsion-system-for-ship-does-it-have-a-future-in-the-shipping> Acesso em: 4 ago. 2014

L-drive. Disponível em: <en.wikipedia.org/wiki/L-drive> Acesso em: 2 ago. 2014

L-Drive. Disponível em: <<http://www.thrustmaster.net/azimuth-thrusters/thru-hull-l-drive-azimuth-thrusters/>> Acesso em: 5 ago. 2014

Merchant shipping and the marine engineering technology revolution. Disponível em: <www.engineersjournal.ie/merchant-shipping-and-the-marine-engineering-technology-revolution/> Acesso em: 2 ago. 2014

Navios movidos a eletricidade. Disponível em: <brazil.geblogs.com/navios-movidos-a-eletricidade> Acesso em: 3 ago. 2014

Propulsão Convencional e Propulsão Elétrica. Disponível em: <<http://www.aam-equipment.nl/images/picIndex031.jpg>> Acesso em: 5 ago. 2014

Propulsão Mecânica. Disponível em:

<<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Marine-propulsion-system.jpg>>

Acesso em: 5 ago. 2014

Propulsão Naval. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Propulsão_naval> Acesso em: 5 ago. 2014

Queen Mary 2. Disponível em: <http://images.cruisemates.com/cruise-ships/7/7/2/press_queen_mary_2_ship_full.jpg> Acesso em: 5 ago. 2014

Queen Mary 2. Disponível em: <http://images.cruisemates.com/cruise-ships/7/7/2/press_queen_mary_2_ship_full.jpg> Acesso em: 5 ago. 2014

RMS Queen Mary 2. Disponível em: <en.wikipedia.org/wiki/RMS_Queen_Mary_2> Acesso em: 2 ago. 2014

Sistema de automação. Disponível em:

<www.weg.net/var/ezflow_site/storage/images/media-center/noticias/produtos-e-solucoes/weg2/sistema-weg-de-automacao-para-navios_noticia_detalhe_h.jpg> Acesso em: 5 ago. 2014

Sistema de propulsão DE. Disponível em:

<engenhariaoffshore.blogspot.com.br/2013/07/pessoalpara-comecar-publicar-eu-decidi.html> Acesso em: 5 ago. 2014

Sistema de Propulsão Elétrica. Disponível em:

<http://img.nauticexpo.com/images_ne/photo-g/ship-propulsion-systems-electrical-diesel-39194-4828723.jpg> Acesso em: 5 ago. 2014

Tubo Kort. Disponível em: <<http://www.joelsantos.com.br/2014/wp-content/uploads/2014/02/tubo-kort-2-.jpg>> Acesso em: 5 ago. 2014

Tunnel Thruster. Disponível em: <http://greeceyachting.co.uk/bow-thruster_files/image001.gif> Acesso em: 5 ago. 2014

Tunnel Thruster. Disponível em:

<http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRjXMqSuCYJPuTOn-H-s81nLFus3U1xM_R6SaNbbCwzo88zD3Fm1A> Acesso em: 5 ago. 2014

Z-drive. Disponível em: <en.wikipedia.org/wiki/Z-drive> Acesso em: 2 ago. 2014

Z-Drive. Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/65/Z-Drive_side_view.PNG/640px-Z-Drive_side_view.PNG> Acesso em: 5 ago. 2014

Z-Drive. Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/65/Z-Drive_side_view.PNG/640px-Z-Drive_side_view.PNG> Acesso em: 5 ago. 2014