



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



PEDRO HENRIQUE VIEIRA PINTO AGUIAR



AZIPOD

RIO DE JANEIRO

2013

PEDRO HENRIQUE VIEIRA PINTO AGUIAR

AZIPOD

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Oficial Superior de Máquinas
Roberto Moreira Leal

Rio de Janeiro

2013

PEDRO HENRIQUE VIEIRA PINTO AGUIAR

AZIPOD

Monografia apresentada como exigência para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Náuticas Náutica/Máquinas da Marinha
Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução
Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador (a): Oficial Superior de Máquinas Roberto Moreira Leal

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Aos meus pais Eunice e Pedro que sempre me deram suporte para seguir meus sonhos e
minha irmã Mariana que sempre tive como exemplo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me iluminar em minha trajetória, agradeço a minha família por acreditarem em mim e estarem sempre ao meu lado e a todos meus amigos que também me deram força nos momentos em que mais precisei.

Uma mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.
(ALBERT EINSTEIN)

RESUMO

Este trabalho aborda o sistema de propulsão e governo AZIPOD®, uma nova tecnologia que surgiu no final do século XX. Durante o desenvolvimento do trabalho serão abordados assuntos como, por exemplo, o surgimento da tecnologia, como ela está difundido nos dias de hoje, seus impactos ambientais, o seu funcionamento, componentes e algumas comparações com outros tipos semelhantes de sistemas.

Palavras-chave: Marinha mercante. Posicionamento dinâmico. AZIPOD®. Sistemas de propulsão. Propulsão elétrica.

ABSTRACT

This study addresses the system AZIPOD® of propulsion and steering, a new technology that emerged in the late twentieth century. During the development of this paper issues such as the emergence of technology, as it is widespread nowadays, its environmental impacts, its operation, components and some comparisons with other similar types of systems.

Keywords: Merchant Navy. Dynamic positioning. AZIPOD®. Propulsion systems. Electric propulsion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. PROPULSORES AZIPOD'S DE 14.000 KW CADA – <i>ROYAL CARIBBEAN CRUISES</i>	12
FIGURA 2. POD DO SISTEMA DE PROPULSÃO AZIPOD®	14
FIGURA 3. GRÁFICO COMPARATIVO DO CONSUMO DE OC DO SISTEMA AZIPOD® E DE UM SISTEMA CONVENCIONAL.....	18
FIGURA 4. INSTALAÇÃO BÁSICA DO SISTEMA AZIPOD® E DA PLANTA DE GERAÇÃO DE ENERGIA	20
FIGURA 5. ARRANJO DE PROPULSÃO AZIPOD® DUPLA	21
FIGURA 6. COMPARATIVO DE ENERGIA REQUERIDO POR DIVERSOS SISTEMAS PROPULSORES	22
FIGURA 7. INSTALAÇÕES DE UM SISTEMA AZIPOD® MOSTRANDO O QUADRO ELÉTRICO	26

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. O SURGIMENTO DA TECNOLOGIA AZIPOD®	12
1.1. ANTERIORMENTE AO AZIPOD®	13
1.2. CENÁRIO ATUAL	14
1.3. ENTENDENDO O SISTEMA	15
2. IMPACTOS AMBIENTAIS	17
2.1. CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	18
3. COMPONENTES DO SISTEMA	20
3.1. ARRANJOS	21
3.1.1. ARRANJO SIMPLES E DUPLO.....	21
3.1.2. PROPULSÃO CRP.....	22
3.1.3. SISTEMA COMPACTO	23
3.1.4. VANTAGENS DO SISTEMA	23
4. SISTEMA DE GOVERNO.....	25
4.1. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	25
4.1.1. MODO DE CRUZEIRO	27
4.1.2. MODO AZIMAN	27
4.1.3. MODO BACK UP.....	27
4.1.4. CONTROLE REMOTO	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
GLOSSÁRIO	32

INTRODUÇÃO

A constante busca por melhorias nos atuais sistemas de propulsão, no que se refere a economia, potência, eficiência, manobrabilidade, densidade de potência, controle de poluentes entre outros, é o que provoca a inevitável evolução, e aqueles que não evoluem, perecem.

Os sistemas atuais envolvendo a transmissão mecânica de energia já estão ultrapassados e não são mais viáveis economicamente nos forçando a evoluir mais uma vez em busca de melhorias, e a tecnologia que promete atender à todas essas melhorias é justamente a propulsão elétrica tratada adiante.

Todos mercantes que trabalham ou já trabalharam em embarcações com linha de eixo, já passaram dificuldade com os problemas agregados a este sistema. Questões como, por exemplo, o aquecimento de mancais, vibração da linha de eixo, falha nas caixas redutoras, avaria de bombas de lubrificação das caixas, entre outras complicações. Tudo isso hoje é passado para mercantes que hoje trabalham em embarcações que utilizam a tecnologia AZIPOD®.

Neste trabalho trataremos de um assunto de extrema relevância para a área de Máquinas e claro também para Náutica, porém dando ênfase às questões ambientais, funcionamento, aos equipamentos e toda a tecnologia que envolve o sistema e não abordando assuntos inerentes a navegação propriamente dita.

CAPÍTULO 1

1. O SURGIMENTO DA TECNOLOGIA AZIPOD®



Figura 1. Propulsores AZIPOD'S de 14.000 KW cada – *Royal Caribbean Cruises*

O sistema AZIPOD® (desenvolvido pelo Grupo ABB) foi lançado no mercado à aproximadamente vinte anos e vem evoluindo desde então. O termo AZIPOD® vem da estruturação POD + AZIMUTH, o primeiro em referencia ao formato do *thruster* e o segundo por seu giro de 360 graus.

A transmissão de energia elétrica para o motor é feita através de anéis deslizantes, o que fornece ao POD sua capacidade de girar 360 graus. Devido a esta característica o POD gera a sua embarcação alta manobrabilidade e acaba com a necessidade do uso de equipamentos como, por exemplo, lemes, maquinas do leme, *thrusters* laterais e engrenagens de redução entre outros.

O sistema utiliza corrente alternada em sua alimentação, corrente esta que é primeiramente retificada e posteriormente invertida em corrente alternada utilizando o sistema PWM como na propulsão por corrente alternada que também faz uso de

motores de indução. Todo o sistema de alimentação dos MEP's (motores elétricos propulsores) é monitorado por sensores de baixa de isolamento devido ao fato que, juntamente com todo o equipamento, encontram-se abaixo da linha d'água.

Obviamente, com a substituição do MCP, algum outro sistema irá se encarregar de suprir a potencia para os propulsores, entrando assim os MCA's. Com a evolução exponencial da tecnologia dos motores de combustão interna, principalmente pelos motores WARTSILLA que são atualmente considerados os melhores do mundo, se tornou mais fácil controlar as emissões de gases associados a tecnologia de injeção eletrônica que substitui o eixo de cames, gerando assim aproximadamente 25% a mais de eficiência ao sistema.

Alguns críticos dizem que a tecnologia AZIPOD® possui alguns tipos específicos de problemas eletrônicos, o que é realidade, porém ainda assim o sistema se mostra eficiente, já que possui muito mais pontos positivos do que negativos. O progresso e a evolução do sistema são inevitáveis, independente dos receios a cerca dele. Cada vez mais a evolução trará maior segurança, rapidez e eficiência para o sistema, tornando extremamente necessário o acompanhamento do mercado e análise para o desenvolvimento e evolução contínuos do sistema.

1.1. ANTERIORMENTE AO AZIPOD®

Anteriormente a esse sistema, os MEP's localizavam-se no interior da embarcação e a transmissão era feita por eixos e partes móveis. Com o advento dos AZIPOD's os MEP's passaram a ser localizados dentro do próprio sistema, na parte exterior do casco, e seu hélice conectado diretamente ao eixo propulsor, trazendo como uma de suas vantagens o fato de que agora o eixo pode ser instalado mais abaixo do casco do que o normal, fornecendo melhor eficiência mecânica e melhor hidrodinâmica.

POD de um AZIPOD®

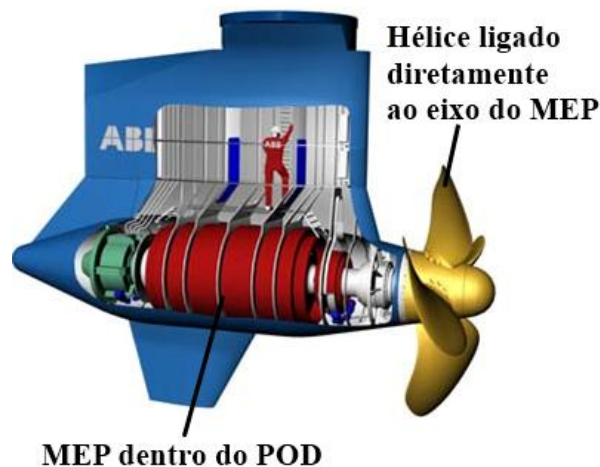


Figura 2. POD do sistema de propulsão AZIPOD®

1.2. CENÁRIO ATUAL

No ano de 2011 mais de 100 navios já faziam uso da tecnologia AZIPOD® e mais aproximadamente 250 encomendas de instalação, o que totaliza cerca de sete milhões de horas confiáveis acumuladas em atividades que exigiam do sistema tais como navios quebra gelo, navios de cruzeiro de luxo, navios de pesquisa, embarcações de apoio marítimo, plataformas de perfuração, ferries e mega iates, demonstrando a confiabilidade e eficiência do sistema, como mostra levantamento feito pela ABB.

A instalação de turbinas eólicas no mar requer um navio robusto capaz de transportar, manobrar e instalar com precisão materiais de fundação para usinas eólicas *offshore* e turbinas de todos os tipos e tamanhos. Para explorar totalmente as condições climáticas operacionais em ambientes marítimos, oito sistemas de propulsão compactos AZIPOD® C, de alto desempenho e eficiência energética, foram instalados no *Pacific Orca* e *Pacific Osprey*, os maiores navios do mundo de instalação de usinas eólicas (WIV), ambos administrados pela *Swire Blue Ocean A/S*.

Os sistemas AZIPOD® foram entregues à *Samsung Shipyard* na Coreia pela nova fábrica da ABB em Xangai, China, estabelecida em 2011 para construir as unidades AZIPOD® de baixa potência. A nova fábrica produz o AZIPOD® CO e CZ, com potência nas faixas de 1,33 - 4,5 megawatts (MW) e 3,3 - 4,7 MW

respectivamente. A fábrica ajuda a ABB a atender a demanda de navios de ponta de estaleiros chineses que cresce rapidamente e, ao mesmo tempo, a fornecer melhor serviço a mercados fundamentais da construção naval, como Japão e Coreia do Sul. Por volta de setembro de 2012, mais de 20 unidades AZIPOD® C foram entregues pela fábrica de Xangai.

Em 2011, a ABB forneceu quatro unidades AZIPOD® ao *Pacific Orca* e, em 2012, outras quatro foram encomendadas para o *Pacific Osprey*. O *Pacific Osprey* será entregue ao fornecedor de serviços da indústria de petróleo e gás offshore, com base em Cingapura, *Swire Pacific Offshore Operation* e será implementado em 2013 na usina eólica marítima *Dan Tysk* no Mar do Norte. Esse novo navio substituirá o *Pacific Orca*, que será reimplementado para atender a concessionária dinamarquesa, *DONG Energy*.

O sistema de propulsão marítima da ABB, o AZIPOD® C, economiza espaço a bordo do navio para um projeto mais eficiente de instalação de equipamentos, considerações essenciais para “levantar” WIVs como o *Pacific Orca*. Os AZIPODS® ajudam a melhorar a manobra e podem reduzir o consumo de combustível de um navio em até 25 %. Os AZIPODS® fornecidos à *Samsung Shipyard* irão propulsionar navios de 161 metros de comprimento (viga 49 metros) em velocidade superiores a 13 nós, enquanto transporta doze turbinas de 3,6 MW. Os AZIPODS® permitem que o navio seja manobrado com muita precisão, permitindo que ele seja suspenso sobre seis conjuntos de colunas de sustentação em águas de até 75 metros de profundidade.

1.3. ENTENDENDO O SISTEMA

O sistema AZIPOD® é um tipo de sistema de propulsão elétrica que consiste de três componentes principais:

1) Transformador de Suprimento

A potência fornecida pelos geradores pode ser tão elevada quanto 6600 KW, a qual é reduzida para a tensão necessária pelo transformador de suprimento e deste é fornecido ao motor disposto no interior do casulo (POD).

2) Motor de Propulsão

O motor de propulsão é utilizado para produzir empuxo ou para dirigibilidade. O sistema precisa de algum método para girar o impelidor e isto é feito com auxílio de motor elétrico.

3) Controlador/Conversor de Frequência

É utilizado para mudar a frequência da potência suprida de maneira que a velocidade de rotação do motor possa ser controlada dependendo da necessidade.

CAPITULO 2

2. IMPACTOS AMBIENTAIS

Estudos mostram que em media a atividade marítima mundial consome 300 milhões de toneladas de combustível por ano. Estudo realizado pela IMO GHG (*International Maritime Organization Study on Greenhouse Gas Emissions*) concluiu que a navegação é responsável por 2.7% das emissões globais de gás carbônico.

O mesmo estudo realizado pela IMO mostra que as emissões podem aumentar de 150% a 250% até o ano de 2050, sem restrições, devido ao aumento do transporte marítimo global.

Além de cascos mais lisos à prova de incrustações e maior eficiência na ignição dos motores de propulsão, o propulsor AZIPOD® é outra tecnologia que demonstra meios realistas de economia de energia.

Recentemente a *ABB Marine* aumentou a capacidade dos seus propulsores AZIPOD® para 4.5MW, com o alvo específico do mercado de navios sondas e plataformas de perfuração. Neste caso os propulsores são utilizados para manter posicionamento dinâmico. “A solução AZIPOD® não precisa de uma transmissão redutora – engrenagens e eixos – entre o motor elétrico e a hélice, que significa mais perdas de potência,” diz André Luiz da Silva, gerente da Unidade de Negócios *Marine & Cranes* no Brasil.

A solução AZIPOD® consegue ainda mais economia devido à configuração do seu sistema de controle. A rotação do hélice do propulsor é controlada por meio de um conversor de frequência, no qual a fonte de tensão é controlada por um programa da ABB (DTC = controle direto do torque). O conversor de frequência é alimentado através de um sistema elétrico de 11KV por meio de um transformador de quase 24 pulsos (todos resfriados a água).

Resumindo, segundo André Silva: “A solução do AZIPOD® oferece a melhor relação entre energia elétrica produzida e o empuxo resultante, produzindo uma redundância de energia elétrica maior, o que significa que o armador tem a opção de

manter mais potência em reserva ou de fazer seu projeto mais eficaz em termos de custo e peso pela redução do tamanho do grupo gerador. Em determinados casos, isto poderia implicar numa redução no número de cilindros do motor – por exemplo, utilizando 12 cilindros ao invés de 16. Isto poderia resultar em economia no consumo de combustível e na emissão de gás carbônico”.

2.1. CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Na figura abaixo comparamos o consumo de óleo combustível de uma embarcação que faz uso do AZIPOD® e outra de eixo acoplado ao MCP. Pela análise do gráfico verificamos que o sistema AZIPOD® comporta-se melhor em relação ao consumo quando suas operações são em maior parte de posicionamento dinâmico e não longas jornadas.

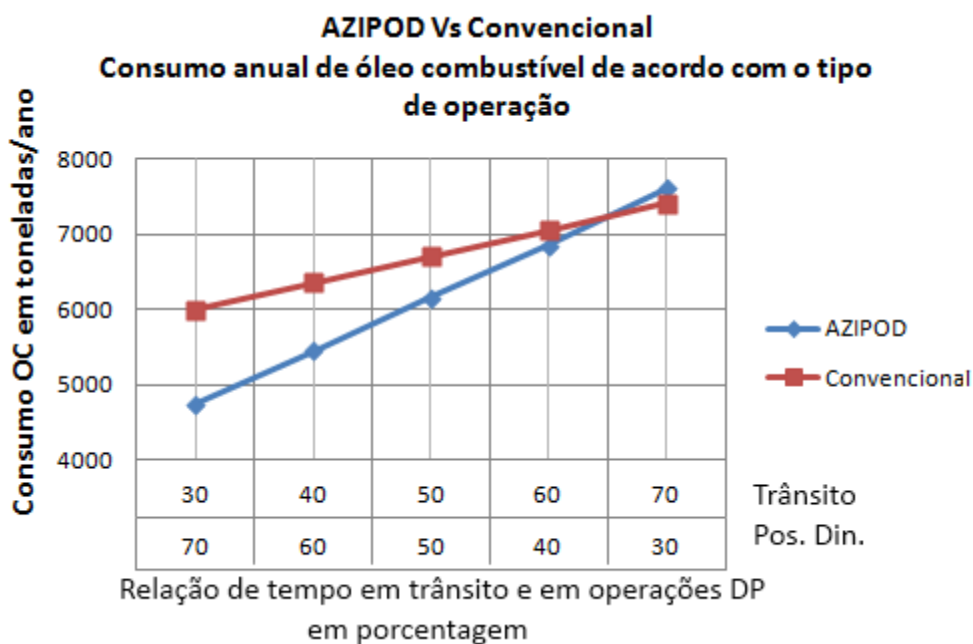


Figura 3. Gráfico comparativo do consumo de OC do sistema AZIPOD® e de um sistema convencional

Logo, o sistema será mais bem aplicado quando utilizado por embarcações que necessitem de alta capacidade de manobra, ou seja, utilizem posicionamento dinâmico na maior parte do tempo. Não devemos esquecer, porém, que devido ao fato de que o sistema AZIPOD® possui menos peças (gerando menor risco de defeito), custo

de manutenção menor do que o convencional, ocupar menos espaço no interior da embarcação (o que possibilita transporte de mais carga) e devido ao fato de manter rotação constante possuir baixo índice de emissão de gases poluentes, é possível que o sistema seja rentável em determinadas embarcações que não atuem em posicionamento dinâmico na maior parte do tempo.

CAPITULO 3

3. COMPONENTES DO SISTEMA

Geralmente no sistema AZIPOD® são empregados quatro grupos de geradores acoplados ao quadro elétrico principal, distribuindo assim a energia aos transformadores, para vários utilizadores e para o sistema de propulsão. Assim se torna possível o planejamento de manobras de manutenção sem se interromper a operação da embarcação.

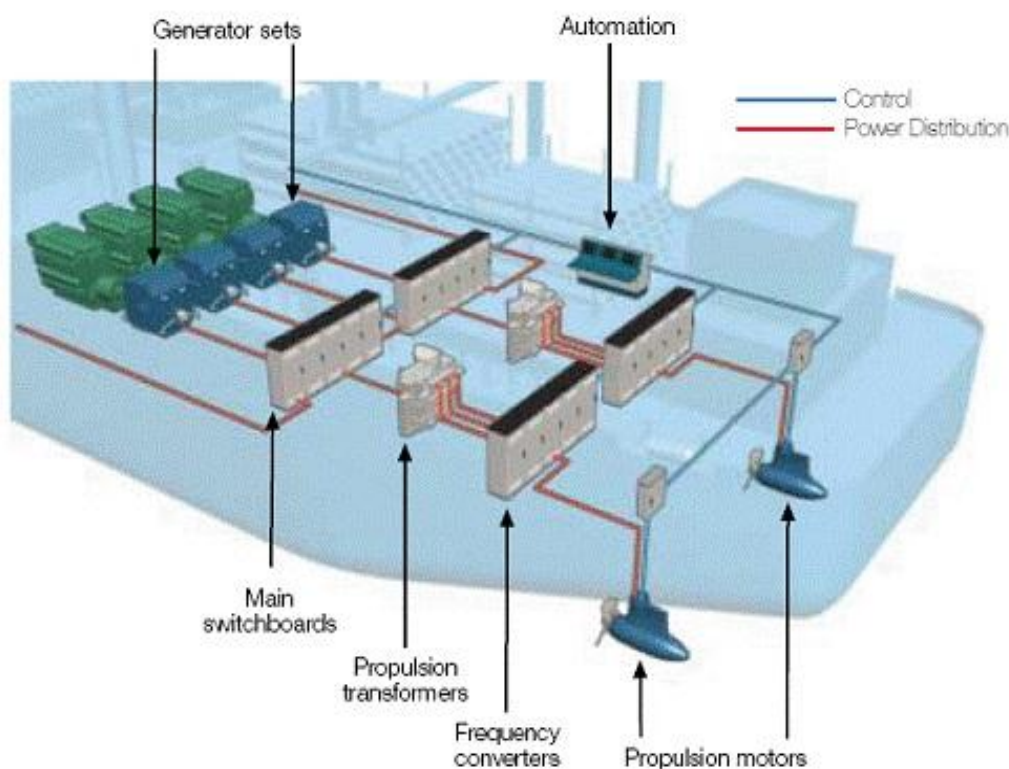


Figura 4. Instalação básica do sistema AZIPOD® e da planta de geração de energia

O sistema AZIPOD® é formado basicamente das unidades de propulsão AZIPOD® em si, dos “ACS Series Marine Drive”, dos transformadores, dos sistemas de controle e os de energia com grupos geradores e quadros elétricos. Seus MEP’s podem ser síncronos ou assíncronos e são instalados no interior do POD, acionando

diretamente um hélice propulsor de passo fixo (pois o controle de torque é feito por um inversor de frequência) situados no prolongamento do eixo. Os hélices são feitos de bronze para embarcações comuns e de aço inox para embarcações quebra-gelo. Os hélices são projetados para cada embarcação, o que gera melhor eficiência dos mesmos. São efetuados cálculos referentes aos esforços resultantes das forças atuantes geradas pelo próprio hélice.

3.1. ARRANJOS

Os AZIPOD®'s são instalados de acordo com as necessidades de cada embarcação, seja por maior manobrabilidade ou maior potencia. São estas suas seguintes configurações: arranjo simples, duplo e triplo. E arranjos do tipo CRP, mais específicos, geralmente encontrados em navios RoRo, ferries, navios de carga e contêineiros.

3.1.1. ARRANJO SIMPLES E DUPLO

Arranjo simples e duplo: no arranjo simples apenas um POD é instalado no casco, sendo mais utilizados em navios do tipo tanque. Já o arranjo duplo (dois POD's instalados) é mais encontrado em navios de passageiros como, por exemplo, cruzeiros.

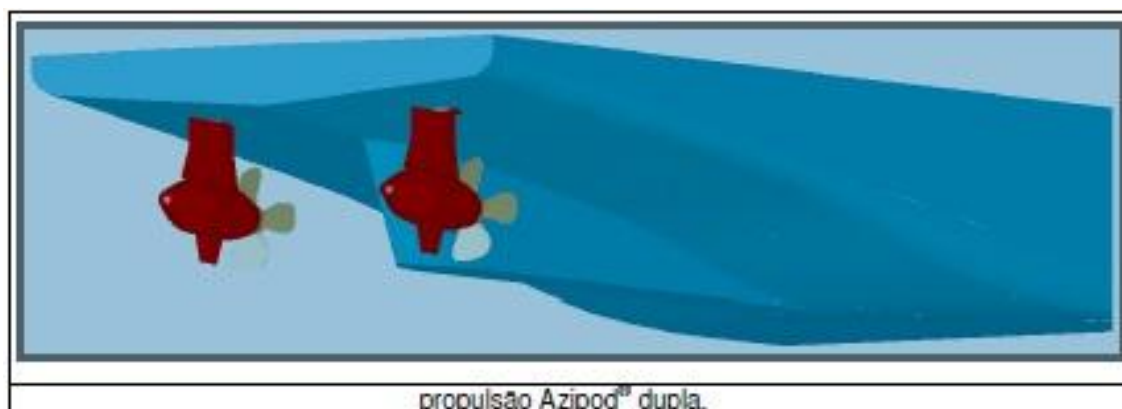


Figura 5. Arranjo de propulsão AZIPOD® dupla

3.1.2. PROPULSÃO CRP

Propulsão tipo CRP (*contra rotating propellers*): é uma tecnologia propícia para o uso em navios do tipo porta-containers de alta velocidade e ferries. O sistema CRP possui uma linha de eixo convencional e, atrás dela, o POD atua como leme e hélice de contra-rotação, disponibilizando maior manobrabilidade e redundância. O sistema desta forma elimina uma das linhas de eixo quando comparado com sistemas mais antigos. Estudos desenvolvidos pela ABB comprovam que o sistema de propulsão CRP AZIPOD® possui eficiência hidrodinâmica maior quando comparado com navios que utilizam a linha de eixo convencional, possuindo também vantagens oriundas de suas instalações elétricas. No sistema o hélice do AZIPOD® deve ser menor com o objetivo de evitar o efeito Vórtice de Cavitação formado pelo propulsor maior, o número de pás dos hélices também diferem evitando assim ressonância entre os propulsores e a velocidade do AZIPOD® deve ser maior, garantindo assim maior eficiência na propulsão.

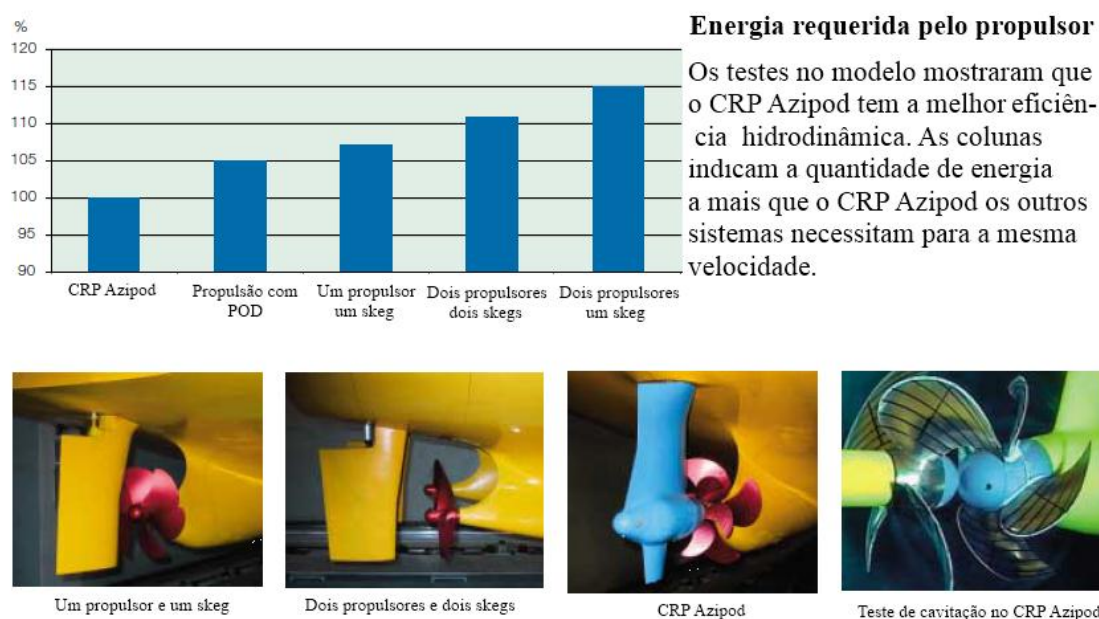


Figura 6. Comparativo de energia requerido por diversos sistemas propulsores

Como podemos verificar pela análise do gráfico o CRP AZIPOD® é mais eficiente do que os outros sistemas de propulsão analisados. O fabricante do equipamento (ABB) afirma que podem ser atingidos até 10% de melhorias na eficiência

da propulsão hidrodinâmica, diminuindo assim o consumo de óleo combustível e atingindo maiores velocidades.

3.1.3. SISTEMA COMPACTO

Sistema compacto: os sistemas exemplificados acima são modelos para propulsão de navios de grande porte, para navios de menor capacidade desenvolveu-se o sistema compacto, para embarcações com potências variando entre 0,5 e 4MW, como iates e pequenos cargueiros. O sistema é do tipo modular, ou seja, é de simples instalação, podendo ser feita facilmente em praticamente qualquer tipo de embarcação, trazendo benefícios durante a construção, manutenção e operação.

3.1.4. VANTAGENS DO SISTEMA

- Algumas características da embarcação que utiliza o AZIPOD®, é a excelente manobrabilidade, uma vez que proporciona melhor hidrodinâmica, mesmo nas piores condições como em ambientes árticos e em apoio marítimo;
- Combinado com uma planta de energia elétrica bem elaborada, a propulsão AZIPOD® proporciona melhor distribuição e aproveitamento do espaço na praça de máquinas e carga, com menores níveis de ruído e vibrações, menos tempo de indisponibilidade e mais redundância, o que aumenta consideravelmente a segurança da embarcação;
- Elimina a utilização de longas linhas de eixo, bem como lemes, *thrusters*, hélices de passo variável e caixa redutora;
- O propulsor AZIPOD® proporciona uma excelente capacidade de resposta, com torques consideráveis em qualquer direção, permitindo uma rápida mudança na direção do empuxo do hélice;
- O dinamismo de operações com o sistema AZIPOD® traz um consumo mais econômico de combustível, com menor emissão de gases e manutenção reduzida;
- A unidade AZIPOD® é um projeto versátil. Ela pode ser montada para puxar ou para empurrar, em águas livres ou em águas com gelo, pois a unidade pode ser

montada com hélices fora do centro e com ou sem “*nozzle*”, possibilitando assim projetos de cascos mais simples e com excelente desempenho de campo de esteira (*wake field*).

CAPITULO 4

4. SISTEMA DE GOVERNO

O sistema AZIPOD® é considerado tanto de propulsão quanto de governo, logo não há necessidade do uso do leme. Como sistema de governo ele deve obedecer às normas estabelecidas pela Convenção SOLAS para sistemas de governo. A Convenção exige condições mínimas de manobrabilidade em casos de emergência, onde o sistema deve ser capaz de acionar por máquina hidráulica o controle de rotação horizontal.

4.1. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Cada POD porta dois motores hidráulicos para controle da rotação horizontal, um controlado pelo quadro elétrico principal (QEP) e outro pelo quadro elétrico de emergência (QEE). Em caso de falta de energia no QEP o QEE torna-se responsável pelo governo do sistema, seguindo assim a Convenção SOLAS. Durante a operação normal dos equipamentos, apenas um dos conjuntos motor-bomba hidráulica por HPU (*Hydraulic Power Unit*) e por AZIPOD® é acionado, enquanto o outro encontra-se em *Stand-by*, atuando apenas em situações de emergência, quando então o QEE será energizado. A taxa de rotação da bomba varia de acordo com a necessidade, podendo ter 2,5 graus por segundo com apenas uma acionada e 5 graus por segundo quando as duas são acionadas.

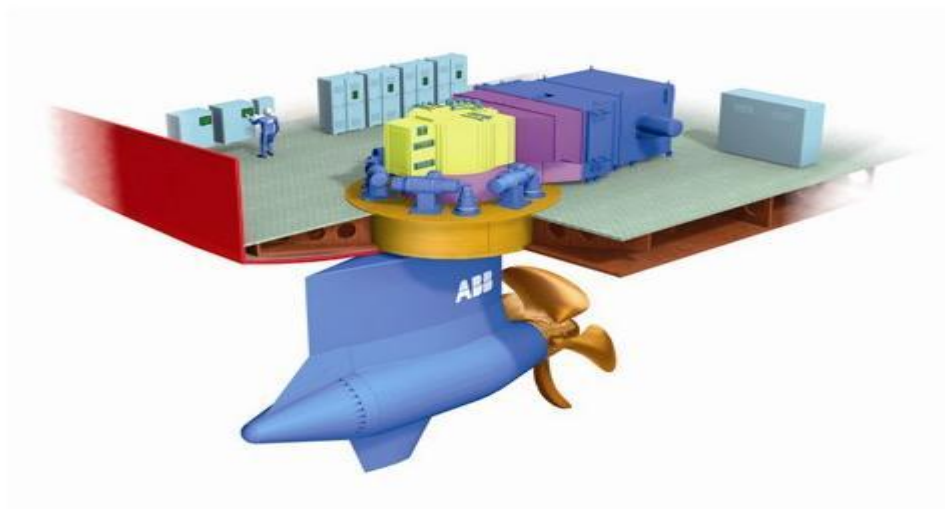


Figura 7. Instalações de um sistema AZIPOD® mostrando o quadro elétrico

Outra bomba hidráulica (*flushing pump*) é utilizada para fazer a recirculação do óleo hidráulico entre os tanques das bombas e tampas dos motores hidráulicos, equilibrando as temperaturas. Esta bomba é acionada por automação sempre que uma das bombas principais atuar. O painel de governo encontra-se no Centro de Controle das Maquinas (CCM) com pontos de acesso no passadiço e no próprio compartimento do AZIPOD®.

Outra taxa pode ser utilizada se necessário, fazendo o ângulo variar em 7,5 graus por segundo, porém o torque não pode ultrapassar dois terços da potência máxima. Apenas para esta situação em particular, cada grupo motor-bomba porta uma válvula de duas velocidades, permitindo que se aumente a taxa de rotação em uma vez e meia em cada condição de manobra.

Em embarcações de arranjo simples as unidades hidráulicas se separam automaticamente quando ocorre falha mecânica mantendo assim o sistema de governo operacional. Nas de arranjo duplo, através de um controle no painel do CCM, o sistema hidráulico pode ser separado de forma manual em secções distintas, de forma que posteriormente haja a correção da falha detectada pelo sistema de supervisão. O sistema de governo também inclui controle remoto e os alarmes mais comuns, os quais podem detectar, entre outras, falhas de energia elétrica e contornar o problema através de controladores duplos e classificados. Caso ocorra falha energética entre o *safety block* e o motor hidráulico o operados deve separar o sistema manualmente em secções independentes.

4.2 MODOS DE CONTROLE

Como estabelecido pela Convenção SOLAS para essas instalações, com múltiplas posições de controle de propulsão e governo, deve haver a priorização e uma manobra de transferência do controle para que apenas uma das posições controle o POD por vez, evitando assim acidentes na transferência de posições. Esta questão destaca-se em embarcações de apoio marítimo, pois existem mais posições de controle além das que serão citadas.

4.1.1. MODO DE CRUZEIRO

No modo cruzeiro a potencia é controlada pela posição no console central do passadiço através de alavancas de potencia e o governo é feito através do timão ou do piloto automático. O ângulo de governo é sincronizado para cada POD em trinta e cinco graus para bombordo ou boreste onde a máxima potencia é obtida entre esses ângulos preestabelecidos de governo. Quando o ângulo estiver fora dessa faixa operacional a potencia desenvolvida pelo hélice será zero.

4.1.2.MODO AZIMAN

Neste modo a potencia de cada POD é controlada por uma manete no tope da alavanca de azimute para um valor determinado “A VANTE/A RÉ”. O ângulo é controlado em 360 graus pela rotação da alavanca de azimute. Um valor preestabelecido de redução de potencia é implementado no hélice e a potencia resultante é obtida nos 360 graus de azimute.

4.1.3. MODO BACK UP

É o modo NFU (*non follow up*) para a potência “PARA AV/PARA RÉ” e governo “PARA BB/PARA BE” na posição do console central do passadiço. A limitação de potencia depende do ângulo de governo assumido pelo drive.

4.1.4.CONTROLE REMOTO

Existe também o controle remoto do AZIPOD® que consiste de um dispositivo operado manualmente combinado para ajustar a potencia e o governo, por manete e alavanca. E também existem painéis de operação e indicações do sistema. Os

painéis são usados na operação dos conversores de frequência e dos sistemas auxiliares. Eles possuem indicações da situação do AZIPOD®, indicando o sistema de governo e o estado dos conversores. Com o intuito de atender à Regra 29 da Convenção SOLAS existe um painel de gerenciamento de governo para cada AZIPOD® situados no CCM e no passadiço.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho podemos acompanhar a evolução do sistema AZIPOD® desde o seu surgimento até suas versões mais atuais e então podemos perceber uma tendência mundial voltada para aplicação deste sistema.

Ao longo dos anos de uso desta tecnologia diversas alterações e adaptações foram feitas de forma satisfatória com constantes melhorias e inovações, visando sempre a segurança, maiores economias de combustível e aumento da manobrabilidade dos navios.

Vimos que existem ainda hoje inconvenientes no sistema, como em qualquer tecnologia em constante evolução, mas nada comparado aos problemas enfrentados no surgimento deste sistema. Hoje esse sistema é aplicado à uma ampla área de atividades marítimas, onde podem garantir uma melhor operação do que os sistemas convencionais.

O AZIPOD® começa a receber uma maior atenção em virtude da baixa emissão de poluentes, visto que hoje em dia a principal preocupação tem sido com o meio ambiente, de forma a preservar melhor o nosso planeta e também o consumo dos bens não renováveis. Como se verificou no capítulo dois deste trabalho, o sistema AZIPOD® traz grandes benefícios em relações ambientais quando comparado com outros sistemas semelhantes voltados para o mesmo objetivo.

As tendências são claras. O número de embarcações fazendo o uso do AZIPOD® vem aumentando cada vez mais com o decorrer dos anos como citado no capítulo um e com as mais recentes atualizações uma maior variedade de atividades marítimas pode feita com embarcações que dispõem desse sistema apresentando um melhor desempenho no aspecto geral.

Diante dos fatos apresentados, pode-se concluir que o sistema AZIPOD® está cada vez mais no foco das empresas de navegação, tanto no cenário nacional como no internacional e ganhando cada vez mais espaço devido a suas inúmeras vantagens e constantes atualizações e adaptações fornecidas pelo seu fabricante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABB Azipod Efficiency Improved Again.
<http://www.marinelink.com/news/efficiency-improved341498.aspx>
 Acesso em: 13 de junho de 2013.
- [2] ABB, Samsung develop new propulsion concept.
<http://www.marinelink.com/news/article/abb-samsung-develop-new-propulsion-concept/303953.aspx> Acesso em 20 de junho de 2013:
- [3] Adeus Linha de Eixo, Bem Vindo AZIPOD
<http://www.blogdovapozeiro.com.br/p/adeus-linha-de-eixo-e-caixa-reductora.html>
- [4] BRASIL. Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar,(SOLAS), 1974 e seu protocolo de 1978, incorporando todas as emendas até 1997.Diretoria de portos e costas da Marinha Brasileira. Rio de Janeiro. 2001. Disponível em: <http://www.dpc.mar.mil.br>. Acesso em: 24 de julho de 2013
- [5] Empuxo Garantido com Eficiência.
<http://www.blogmercante.com/2010/04/empuxo/+&cd=2&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=br>
- [6] Escolha do Sistema Propulsivo.
- [7] FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio - Século XXI**. São Paulo: Editora Nova Fronteira. 2002.
- [8] HALL, Dennis T. **Practical Marine Electrical Knowledge**. 2. ed. London: Witherby &Co Ltd. 1999
- [9] http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/atuais/DanieIW%2BLEandroTrov/Relat1/05_sistema_propulsivo.htm+&cd=2&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=br
- [10] <http://www.tecnologiamaritima.blogspot.com/2012/07/posicionamento-dinamico-parte-4.html+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=BR>
- [11] IBRAHIM, Eden Gonzalez. **Propulsão elétrica de embarcações**. Rio de Janeiro: Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, 2006.
- [12] The CRP Azipod Propulsion Concept, The most economic way from crane to crane. ABB Group.

<http://imistorage.blob.core.windows.net/imidocs/90580p007%20crp%20azipod.pdf> Acesso em: 3 de julho de 2013.

- [13] What is Azipod®?
<http://www.abb.com/cawp/db0003db002698/b4c6f2757969bba6c12571f100410217.aspx> Acesso em: 13 de junho de 2013.

GLOSSÁRIO

ABB	acrônimo da empresa “ <i>Asea Brown Boverly</i> ”
AZIPOD	abreviatura da expressão em língua inglesa “ <i>AZImuthing POrded Drive</i> ”. Usada pela empresa ABB para designar seu produto.
CA	abreviatura de Corrente Alternada.
CC	abreviatura de Corrente Contínua.
CCM	abreviatura de Centro de Controle das Máquinas
CRP	abreviatura de “ <i>Contra Rotating Propellers</i> ”
EAM	acrônimo de Embarcação de Apoio Marítimo, significando navio ou embarcação empregada em apoio às plataformas marítimas de petróleo.
HPC	abreviatura de Hélice de Passo Controlado
MCA	sigla de Motor de Combustão Auxiliar, significando um motor de combustão interna empregado no acionamento de um gerador de energia.
MCP	abreviatura de Motor de Combustão Principal, significando um motor de combustão interna empregado na propulsão do navio, conectado diretamente ao eixo propulsor no sistema convencional, ou ligado a um gerador no caso da propulsão elétrica.
MEP	acrônimo de Motor Elétrico de Propulsão, significando um motor elétrico empregado na propulsão do navio.
POD	expressão técnica da língua inglesa, usada no meio marítimo para designar um conjunto propulsor com engrenagens ou motores que, muitas vezes, pode ser direcionado em azimute.
QEE	abreviatura de Quando Elétrico de Emergência.
QEP	acrônimo de Quadro Elétrico Principal.
DP	abreviatura da expressão inglesa “ <i>Dynamic Positioning</i> ”
PWM	abreviatura da expressão inglesa “ <i>Pulse Width Modulation</i> ”

HPU abreviatura da expressão inglesa “*Hydraulic Power Unit*”

NFU abreviatura da expressão inglesa “*Non Follow Up*”