

SISTEMAS DE PROPULSÃO AZIMUTAL – EFICIÊNCIA E SEGURANÇA

LUIZ FERNANDO THEODORO DE CASTRO*
Engenheiro Naval

Este artigo descreve os aspectos que explicam a evolução tecnológica dos sistemas de propulsão azimutais no cenário mundial da construção naval e menciona as principais características, vantagens e desvantagens destes sistemas.

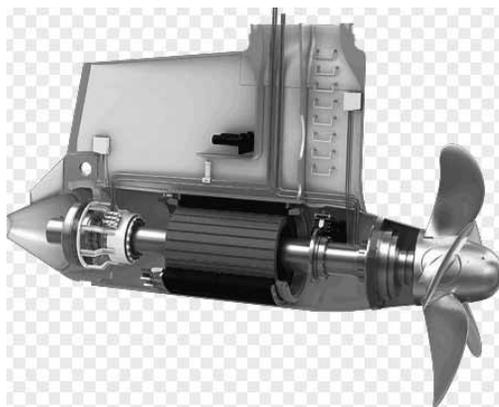
Há mais de cinco décadas, no campo da propulsão marítima, os sistemas que combinam propulsão e direção em um único conjunto vêm sendo utilizados por uma grande variedade de navios que requerem excelente capacidade de manobra e elevado grau de posicionamento dinâmico. Esses sistemas ganham maior destaque a partir dos anos 90, quando o alto custo do combustível impulsiona a busca de soluções capazes de diminuir o consumo das

embarcações e, conseqüentemente, o custo operacional dos armadores. Além disso, existe, mundialmente, uma forte pressão para a redução dos níveis de emissão de poluentes, que estão diretamente relacionados com o consumo de combustíveis.

A principal característica dos sistemas azimutais são os conjuntos compactos acionados por unidades compostas de motores diesel ou diesel-elétricos. Na configuração diesel, uma embreagem entre o motor e o propulsor transmite a potência necessária, através de um acoplamento elástico e um eixo cardã para o propulsor. Na configuração diesel-elétrica, um motor elétrico acoplado verticalmente ao propulsor é alimentado por um conjunto diesel-gerador.

* Engenheiro de Tecnologia Militar. Encarregado da Divisão de Coordenação de Submarinos, Navios Distritais, Navios da Diretoria de Hidrografia e Navegação e Embarcações de Apoio da Diretoria de Engenharia Naval.

É preciso fazer distinção entre o sistema de propulsão do tipo *podded thruster* e o sistema *azimuth thruster*. O primeiro diz respeito à configuração em que o motor elétrico de frequência variável é fixado externamente ao casco e acondicionado em cápsula submersa, com perfeito sistema de selagem triplíce, evitando-se contaminação por água salgada no interior do motor, e onde o seu induzido é o eixo propulsor, que, por sua vez, é dotado de hélice de passo fixo. O sentido de rotação e a velocidade das pás são controlados por inversor/conversor de frequência. O segundo sistema é composto de um conjunto impelidor retrátil, rebatível ou fixo, em que a motorização está instalada



Podded Thruster



*Electrical Azimuth Thruster
L – Drive*

*Diesel Azimuth Thruster
Z – Drive*

no interior da embarcação, podendo ser um motor elétrico, alimentado por gerador, ou um motor diesel. Neste caso, a hélice poderá ser de passo fixo ou passo variável com acionamento hidráulico, em que o sentido de rotação e a velocidade das pás são comandados por inversor de frequência, quando a motorização for elétrica, ou por engrenagem redutora-reversora, quando a máquina motriz for motor diesel. A configuração *azimuth thruster*, por ser mais simples, é comumente utilizada em pequenas embarcações.

A denominação AziPod (R) é marca registrada do grupo ABB Marine, com sede em Helsinque, Finlândia. O termo é derivado da aglutinação de “Azi” (Azimuth) + “Pod” (cápsula, casulo).

Dentre os principais fabricantes desses sistemas no mundo, podemos elencar os seguintes: Schottel (alemão), Rolls-Royce – KaMeWa (anglo-sueco), ZF Group (alemão), HRP (holandês, adquirido em 2009 pelo Grupo ZF), Berg Propulsion (sueco), Wärtsilä (finlandês), ABB Marine Naval (finlandês), Thruster Master (americano), Lips Propeller (holandês, adquirido em 1998 pelo TI Group-UK), sendo que os cinco primeiros possuem representação no Brasil.

Posicionados na região de popa dos navios, os conjuntos azimutais possibilitam a absorção de grandes potências, disponíveis até 27MW, bem como a realização de movimentos rotacionais (giro 360°), por meio de unidades hidráulicas. Alguns desses azimutais podem também ter movimentos na direção vertical para o ajuste do sistema de propulsão às diversas condições de calado, assegurando, assim, maior impulsão. A existência de tubulão em volta do hélice de alguns destes sistemas é necessária para obtenção de maior tração estática, apêndice comumente encontrado nos rebocadores e empurradores.

Fabricante	Potência (KW)	RPM	Diâmetro Hélice (mm)	Peso (Kg)
Schottel	150 - 6.000	2.300 - 600	650 - 4.200	880 - 65.000
Rolls Royce	330 - 27.000	1.800 - 100	1.000 - 8.000	1.500 - 27.000
ZF Group/HRP	100 - 2.000	5.000 - 2.100	600 - 2.550	240 - 1.000
Lips	2.300 - 7.000	1.200 - 750	2.700 - 4.400	ND
Wärtsilä	800 - 7.000	ND	ND	ND
Thruster Master	55 - 8.000	ND	ND	ND

Tabela característica dos fabricantes de conjuntos azimutais

Sem dúvida, este vem sendo o conceito ideal de propulsão aplicado a rebocadores/empurradores para navegação fluvial ou marítima, e em operações com plataformas semissubmersíveis de perfuração. É igualmente empregado nas embarcações de apoio PSV, em grandes navios de cruzeiro, *ferry-boats*, barcaças, embarcações de recreio, navios mercantes de pequena e média capacidades e em algumas classes de navios militares, tais como navios de assalto anfíbio e hidroceanográficos.

a) Vantagens em relação ao sistema de propulsão convencional (eixos, pés de galinha, hélices e lemes):

- excepcional manobrabilidade (visto que o impelidor pode ser girado em qualquer direção, dispensando inclusive o uso de *bow thruster*);
- requer menor distância de parada para a embarcação;
- ótima eficiência do propulsor (melhor aproveitamento da energia entregue ao hélice pelo motor, uma vez que as perdas mecânicas são menores);
- operação econômica (baixo consumo de óleo combustível e de óleo lubrificante e economia da capacidade de resfriamento interno

da embarcação, uma vez que o calor dissipado pelo motor é tratado diretamente pela água do mar que envolve o habitáculo do motor¹);

- redução das operações necessárias para a partida e parada dos motores;
- economia de espaço na instalação (ausência de mancais de sustentação e escora, linha de eixo, máquina do leme e leme);
- possibilidade de realização de inspeções internas e prevenção de falhas por meio de diagnósticos precisos;
- manutenção simplificada;
- alta confiabilidade;
- otimizado para minimizar cavitação e vibração;
- baixo ruído;
- construção confiável;
- menor período de docagem (inexistência das operações de retirada de linha de eixo e alinhamento);
- unidade propulsora em “L” ou “Z”;
- preservação ambiental (baixa emissão de gases de descarga); e
- planta propulsora totalmente concebida por um mesmo fabricante.

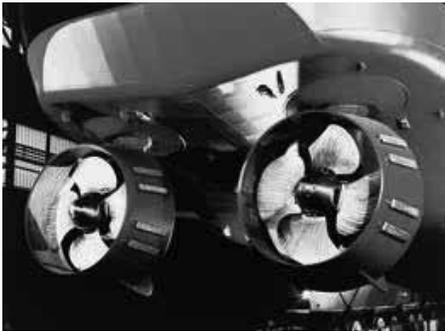
b) Desvantagens em relação ao sistema de propulsão convencional:

- maior peso do conjunto propulsivo;

¹ Comentário válido somente para sistemas do tipo AziPod.

- menor governabilidade (devido à inexistência de lemes);
- custo inicial elevado;
- grande número de componentes eletrônicos importados;
- limitação da potência produzida pelo motor (atualmente, a máxima potência disponível não ultrapassa 27MW)²;
- limitação do diâmetro dos hélices que podem ser implementados; e
- inadequado para navios mercantes com grande capacidade de carga.

c) Tipos de propulsores azimutais:



Rudder Tubular Propeller



AziPod

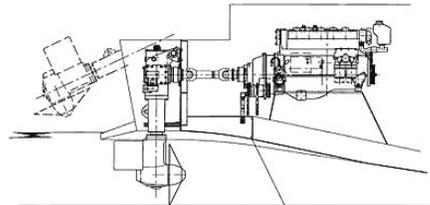


AziPod Twin Propeller

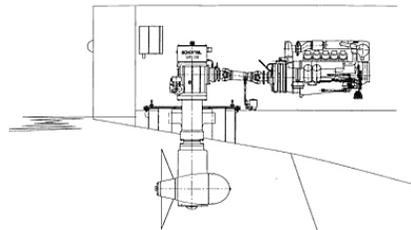


Azimuth Contra Rotating Propeller

d) Tipos de instalação:

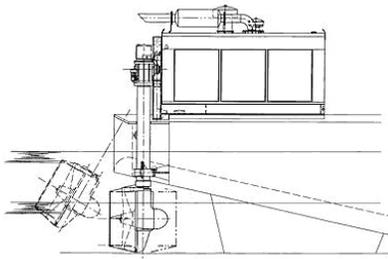


Instalação Transom

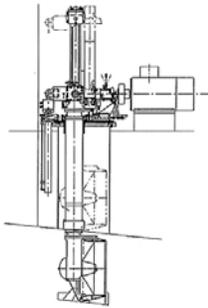


Instalação well mounted

2 Comentário válido somente para sistemas do tipo AziPod.



Instalação rebatível no convés



Instalação retrátil

e) Características direcionais de empuxo



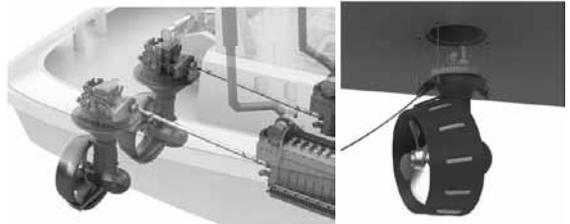
Empuxo unidirecional



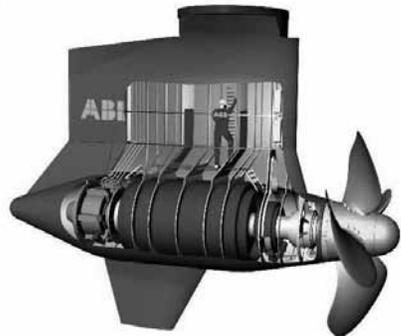
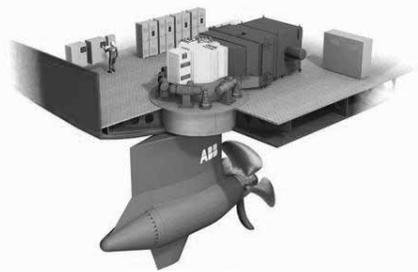
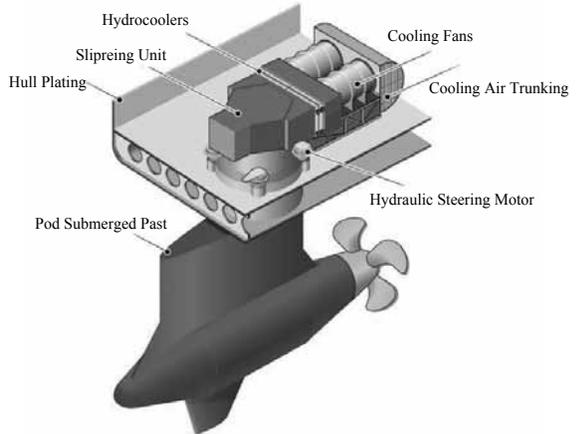
Empuxo multidirecional

As figuras a seguir dão uma ideia da interação dos sistemas *Azimuth Thruster* e *AziPod* com seus periféricos, como barra-

mentos, sistemas de giro, arrefecimento e sistema de selagem.



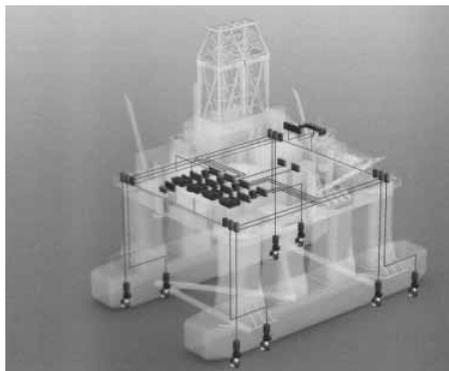
Azimuth Thruster



AziPod

f) Aplicação de azimutais em meios comerciais de alto valor agregado

O emprego destes sistemas em navios-sonda, plataformas de perfuração semisubmersíveis, navios de apoio *offshore* e navios-tanque passou a ser de suma importância, dada a necessidade de se manter sempre grau muito preciso de posicionamento dinâmico nesses navios, independentemente das condições de vento, ondas e correntes. Essa ação é executada com extrema eficiência pelos sistemas azimutais, dispostos em localizações pré-selecionadas ao redor das obras vivas, gerando forças de empuxo que se contrapõem às forças do vento e aos efeitos do estado de mar e correntes. Tipicamente, as unidades semissubmersíveis de prospecção de petróleo chegam a ter de seis a oito azimutais posicionados nas extremidades de vante e de ré do conjunto de flutuadores.



Representação esquemática de uma plataforma de perfuração dotada de oito unidades azimutais

g) Aplicação de azimutais em navios militares

Durante a última década, os sistemas azimutais vêm encontrando espaço no projeto e na construção de meios militares dotados de propulsão elétrica, como, por exemplo, na-

vios de assalto anfíbio e porta-helicópteros (*Landing Helicopter Dock* – LHD) franceses da classe *Mistral*, espanhóis da classe *Juan Carlos I* e holandeses da classe *Johan De Witt*. Entretanto, para este autor, o emprego desses sistemas parece não ser ideal para outras classes de navios, tais como os navios de escoltas (destróieres, fragatas e corvetas), podendo ainda ser visto com reservas pelos projetistas, devido a uma série de fatores e dificuldades que precisam ser investigados e superados:

- governabilidade prejudicada pela ausência de lemes, resultando no empobrecimento da estabilidade direcional do navio;
- avanço reduzido na execução das curvas de giro, podendo comprometer seriamente a execução de manobras evasivas torpédicas realizadas por esses navios;
- interferência no sistema sonar (principalmente os rebocados), em face de o motor de propulsão estar posicionado externamente ao casco³;
- vulnerabilidade da planta propulsora às explosões submarinas⁴;
- aumento da resistência ao avanço, dada a dimensão dos apêndices ao caso;
- o montante do empuxo transmitido ao navio, em elevadas velocidades (≥ 30 nós), concentra-se em área relativamente pequena do casco, acarretando em momento fletor considerável e exigindo maior reforço estrutural na ligação com casco e, por conseguinte, maior peso concentrado na popa para ser compensado em distribuição de peso ao longo do navio;
- difícil obtenção, pelos arquitetos navais, de curva de distribuição longitudinal de pesos adequada;
- aumento nas amplitudes das acelerações e velocidades verticais, nas áreas de convoo localizadas a ré (maior inércia seccional da região); e

3 e 4 Comentários válidos somente para sistemas do tipo AziPod.

– navios militares de alta *performance* possuem relação peso/potência menor que a de muitos navios comerciais. Como exemplos, podem ser citados os destróieres da Marinha dos Estados Unidos da classe *Arleigh Burke*, com 10 mil t/81MW (0,123 t/KW) e os navios de cruzeiro da companhia Carnival Cruise Lines, com 70 mil t/28MW (2,5 t/KW). Desse modo, as potências máximas disponíveis no mercado para AziPod são, ainda hoje, limitadoras para sua aceitação no emprego militar.



Navio de assalto anfíbio da classe *Camberra*, da Marinha australiana

Cabe ressaltar que alguns navios de guerra usam pequenas unidades azimutais retráteis para facilitar as manobras a baixa velocidade, durante as atracções em portos; entretanto, isso parece estar longe de ser uma tendência. *Pods* fixos também estão sendo considerados em futuros projetos, sendo este um conceito distinto do apresentado neste artigo.

h) Perspectivas do sistema na indústria naval brasileira

O crescente mercado latino-americano na área naval vem incentivando que se planeje o fortalecimento de negócios de diversas empresas atuantes neste segmento de propulsão, que parece ganhar força no Brasil. Dentre essas, um dos mais renomados grupos, líder em tecnologias de potência e auto-

mação, o ABB Marine Naval, tem para 2014 perspectivas de instalação de uma unidade fabril de propulsores do tipo AziPod (R) C-compacto, um centro de serviços marítimos e um centro especializado em unidades AziPod (R), auxiliando e servindo ao rápido crescimento do setor naval brasileiro.

Entre as regiões avaliadas para sediar a nova fábrica do AziPod (R), foram incluídos os estados de Pernambuco, São Paulo e Rio de Janeiro. A fábrica planejada, segundo o gerente comercial da empresa, terá capacidade de produção anual de mais de 30 unidades. O cronograma das obras permitirá a entrega dos propulsores em tempo hábil para as unidades de perfuração da Petrobras no Brasil.

Os investimentos previstos pelo Grupo ABB no País aparentam estar em sintonia com planos de desenvolvimento da indústria naval brasileira, que acenam com possibilidade, para os próximos anos, de existir demanda na Petrobras para 28 navios-sondas, garantia prévia de posicionamento preferencial no fornecimento de propulsores azimutais.

Um centro de serviços também faz parte dos planos dessa empresa para 2014, com fornecimento de peças sobressalentes ao mercado local.

A tendência por esses sistemas no Brasil, estimulada pelo ganho em manobrabilidade, vem também alcançando a navegação interior, o que era visto, há poucos anos, com reservas pelo dirigente do Centro de Engenharia Naval e Oceânica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), por acreditar ele que os azimutais seriam sensíveis demais para trabalhar em águas rasas. As operações bem-sucedidas de grandes comboios dotados desses sistemas na hidrovia Madeira-Amazonas mostram que a suposição aventada não se concretizou.

A opção pelo sistema de propulsão do tipo AziPod possibilita hoje a melhor

relação entre energia elétrica produzida e o empuxo necessário para impulsionar os navios e as embarcações. Tal aspecto possibilita aos armadores a escolha por manter maior reserva de potência ou priorizar projetos mais eficazes, em termos de custo e peso pela redução do tamanho dos grupos diesel-geradores.

Não há dúvidas de que os bons resultados alcançados são devidos aos crescentes investimentos em pesquisa e desenvolvimento e à cooperação entre empresas, armadores, estaleiros e centros de pesquisa.

A necessidade de progresso e soluções tecnológicas inovadoras neste segmento

tornou-se a mola propulsora para conferir maior eficiência, confiabilidade e rapidez às operações dos modernos meios navais, sendo determinante para a conquista do mercado e para o atendimento às normas ambientais vigentes, com a construção dos chamados “navios verdes”, que pretendem ser ambientalmente mais corretos.

Por último, a formação de profissionais dedicados e especializados nesses serviços e a multiplicação de oficinas, com ferramentas especiais para a realização de manutenção e reparos, são fatores imprescindíveis para o pleno êxito desta inovadora tecnologia no Brasil.



Propulsão AziPod do Navio de Cruzeiro
MS Freedom of Seas



ABB AziPod Mermaids de 21,5 MW cada no Navio
RMS Queen Mary 2

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<CIÊNCIA & TECNOLOGIA>; Propulsão; Desenvolvimento de equipamento; Engenharia Naval;