

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE – EFOMM**

**CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO
E A RESERVA DE ENERGIA PREVISTA**

Por: Igor Fernandes Nave

**Orientador
Prof. Osvaldo Pinheiro de Souza e Silva
OSM – M.Sc. COPPE/UFRJ**

**Rio de Janeiro
2012**

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE – EFOMM**

**CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO
E A RESERVA DE ENERGIA PREVISTA**

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FOMQ) da Marinha Mercante.

Por: Igor Fernandes Nave

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA
MARINHA MERCANTE – EFOMM**

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me permitido chegar a esse momento tão importante da minha vida, ao meu orientador, Professor Souza e Silva, por se mostrar sempre presente a fim de qualquer esclarecimento e pelo exemplo de profissional.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e por sempre se esforçarem para manter minha motivação quando a conclusão desse trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e aos meus amigos, por me ajudarem nos momentos difíceis, colaborando assim para nesta realização.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 - Motor de propulsão

Fig. 2 - Eixo Propulsor

Fig. 3 - Circuitos de um grupo Diesel-Gerador

Fig. 4 - Sistema de Acionamento Elétrico Integrado

Fig. 5 - Configuração de um Sistema Elétrico

Fig. 6 - Gerador de Eixo

RESUMO

A fim de tratar sobre as diversas formas de energia e suas aplicações em uma unidade marítima, será apresentado os diversos tipos de geradores e as diversas utilizações das energias produzidas pelos mesmos. A todo momento o trabalho foi feito em cima da regras de segurança apresentadas na convenção SOLAS. Outros assuntos, também de grande importância são apresentados tais como os relacionados aos sistemas de propulsão e a importância do balanço elétrico, o qual deve garantir a demanda energética requerida a bordo.

Palavras-chave: geradores, energia, segurança.

ABSTRACT

In order to treat about the various forms of energy and its applications in a maritime unit, you will see the various types of generators and the various uses of energy produced by it selves. Every time the work was done over the safety rules at the SOLAS Convention. Other subjects, also of great importance, are presented such as those related to propulsion systems and the importance of electrical balance, which should guarantee the energy demand required on board.

Keywords: generators, energy, safety.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO I	11
ENERGIA	11
TIPOS DE ENERGIA	11
CAPÍTULO II	13
TIPOS DE GERADORES	13
SISTEMAS DE PROPULSÃO E GOVERNO	13
GERADOR DE VAPOR (CALDEIRA)	14
SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	15
DIESEL GERADORES	15
SISTEMA PROPULSOR DE COMBUSTÃO INTERNA ALTERNATIVO	18
INSTALAÇÃO DIESEL ELÉTRICA	18
PROPULSÃO ELÉTRICA	19
VANTAGENS DA PROPULSÃO ELÉTRICA	23
TURBINA A GÁS	23
INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA (SOLAS)	25
SISTEMA DE PROPULSÃO ELÉTRICA (SPE)	27
DEMANDA ENERGÉTICA DA EMBARCAÇÃO	28
BALANÇO ELÉTRICO	31
GERADORES DE EIXO	33
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda os tipos de geradores, baseados em seus acionadores, tais como: o turbo, o diesel e o gerador de eixo, considerando suas vantagens e desvantagens. A importância do bom funcionamento desses geradores é fundamental tanto para a operação do navio, quanto para a segurança da tripulação.

Quanto à segurança, a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (Convenção SOLAS, de 1974) estabelece os padrões mínimos para a construção de embarcações, para sua dotação de equipamentos de segurança e proteção, para os procedimentos de emergência e para as inspeções e emissão de certificados.

Destaca também os sistemas de propulsão, o sistema de produção e distribuição de energia elétrica, a demanda energética da embarcação e o balanço elétrico. A realização do balanço elétrico é necessária para que se garanta o suprimento de energia da embarcação, mesmo que esta se encontre em sua condição mais crítica. Os geradores são planejados para gerar um volume de carga necessária para colocar em funcionamento vários equipamentos. A operação de um grupo gerador tem riscos que devem ser acautelados, de modo a preservar a segurança dos equipamentos e instalações e das pessoas que operam com os mesmos. Colocar o gerador em uso periodicamente é uma forma correta de preservar o seu bom funcionamento.

CAPÍTULO I

ENERGIA

É bem difundido, não só em senso comum, que energia associa-se geralmente à capacidade de produzir um trabalho ou realizar uma ação.

Desde meados do século XIX, a humanidade está na constante procura de energias mais limpas e da melhora de seus sistemas, rendimento das máquinas, visando alcançar menores consumo e agressão ao meio ambiente.

Além dos aspectos econômicos, poupar energia é a forma mais rápida e eficaz de reduzir as emissões de gases, ativadores do efeito estufa, e de melhorar a qualidade do ar.

TIPOS DE ENERGIA

O conceito de energia é um dos mais abstratos na Física. Matéria e energia formam tudo o que conhecemos, mesmo assim, não podemos tocar a energia e nem vê-la.

Dentre os tipos de energia temos: energia nuclear, energia térmica, energia solar, energia elétrica, energia cinética, entre outras. Maior enfoque será dado à energia elétrica neste trabalho.

Energia elétrica é pois definida como a capacidade de trabalho de uma corrente elétrica. Como toda Energia é a propriedade de um sistema que permite a realização de trabalho. Ela é obtida através de várias formas. Logo, o que chamamos de “eletricidade” pode ser entendido como Energia Elétrica se no fenômeno descrito, a eletricidade realiza um trabalho por meio de cargas elétricas.

Conforme o tipo de energia que é transformada, as máquinas se denominam máquinas térmicas, elétricas etc. A função primária de qualquer instalação de máquinas marítimas é converter a energia, elétrica de um gerador ou químico-térmica de um combustível, em trabalho mecânico passível de ser utilizado na propulsão do navio. Outras funções incluem a produção de energia elétrica visando o governo do navio, a ventilação, refrigeração etc.

CAPÍTULO II

TIPOS DE GERADORES

Sob o ponto de vista termodinâmico as máquinas térmicas classificam-se em:

MÁQUINAS DE COMBUSTÃO EXTERNA

- ALTERNATIVAS (máquina a vapor alternativa)
- ROTATIVAS (turbina a vapor)

MAQUINAS DE COMBUSTÃO INTERNA

- ALTERNATIVAS (motores Diesel e explosão)
- ROTATIVAS (turbina a gás e motor de explosão rotativo)

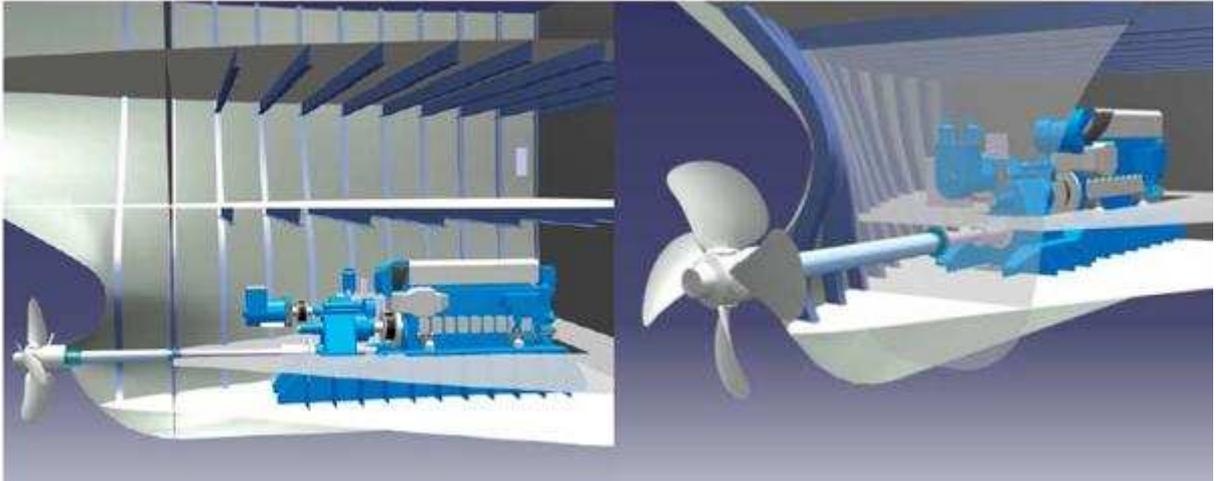
SISTEMAS DE PROPULSÃO E GOVERNO

Motor de propulsão - são as máquinas que transformam certa energia em movimento para o hélice. As modernas embarcações utilizam-se do sistema Azipod, garantindo assim maior manobrabilidade.



Fig. 1 - Motor de propulsão

Fig. 2 – Eixo Propulsor



Eixo propulsor – são peças metálicas que servem para transmitir a energia gerada no motor, agora na forma de movimento circular, até o hélice. O eixo é apoiado em mancais que suportam seu peso e o mantêm alinhado. Um mancal essencial é o da bucha telescópica do eixo que se localiza na interface casco e mar, sendo esse estanque, não permitindo a entrada de água a bordo.

GERADOR DE VAPOR (CALDEIRA)

As caldeiras podem ser divididas em três grandes grupos: caldeira de recuperação, caldeiras elétricas e caldeiras à combustão. As caldeiras de recuperação são aquelas que não utilizam combustível como fonte produtora de energia, aproveitando o calor residual de processos industriais.

As caldeiras elétricas possuem geralmente construção simples e podem ser caldeiras a resistores, a eletrodos, caldeiras de eletrodos de baixa tensão e caldeira de eletrodos de alta tensão.

Já as caldeiras à combustão dividem-se principalmente em aquatubular, em que a água passa por dentro dos tubos da caldeira, e flamatubular, em que o fogo percorre o caminho do interior dos tubos.

SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Os sistemas de produção e distribuição de energia elétrica a bordo destinam-se a garantir a energia elétrica necessária ao funcionamento de todas as máquinas elétricas existentes a bordo, bem como para fornecer energia para aquecimento, iluminação etc.

Os equipamentos de produção são constituídos por duas partes básicas: Mecânica (máquina motriz) e Elétrica (gerador). Independentemente de outras opções que possam existir, em regra, a energia elétrica a bordo pode ser produzida a partir de Diesel geradores, turbogeradores e/ou geradores acoplados ao motor principal.

A parte elétrica (gerador), tanto pode ser constituída por um dínamo como por um alternador, consoante para a produção de tensão contínua ou tensão alternada.

Geralmente, salvo casos específicos, a produção de energia elétrica é produzida por alternadores. Desta forma, quando nos referimos a grupos geradores estamos pensando em tensão alternada trifásica.

DIESELGERADORES

- Os Diesel geradores são geralmente motores de média rotação acoplados a geradores de energia. Estes são responsáveis pela geração de energia para suprir principalmente a demanda dos motores elétricos dos azimutais e dos propulsores de proa (*bowthruster* ou *transverse thrusters*), além de atender a demanda dos equipamentos a bordo e das necessidades da superestrutura.

A figura abaixo representa os diversos sistemas associados a um grupo Diesel-gerador, podendo-se verificar a existência dos seguintes circuitos:

- Alimentação de combustível
- Ar de sobrealimentação
- Água doce de circulação
- Água do mar de refrigeração
- Óleo de lubrificação
- Ar de arranque

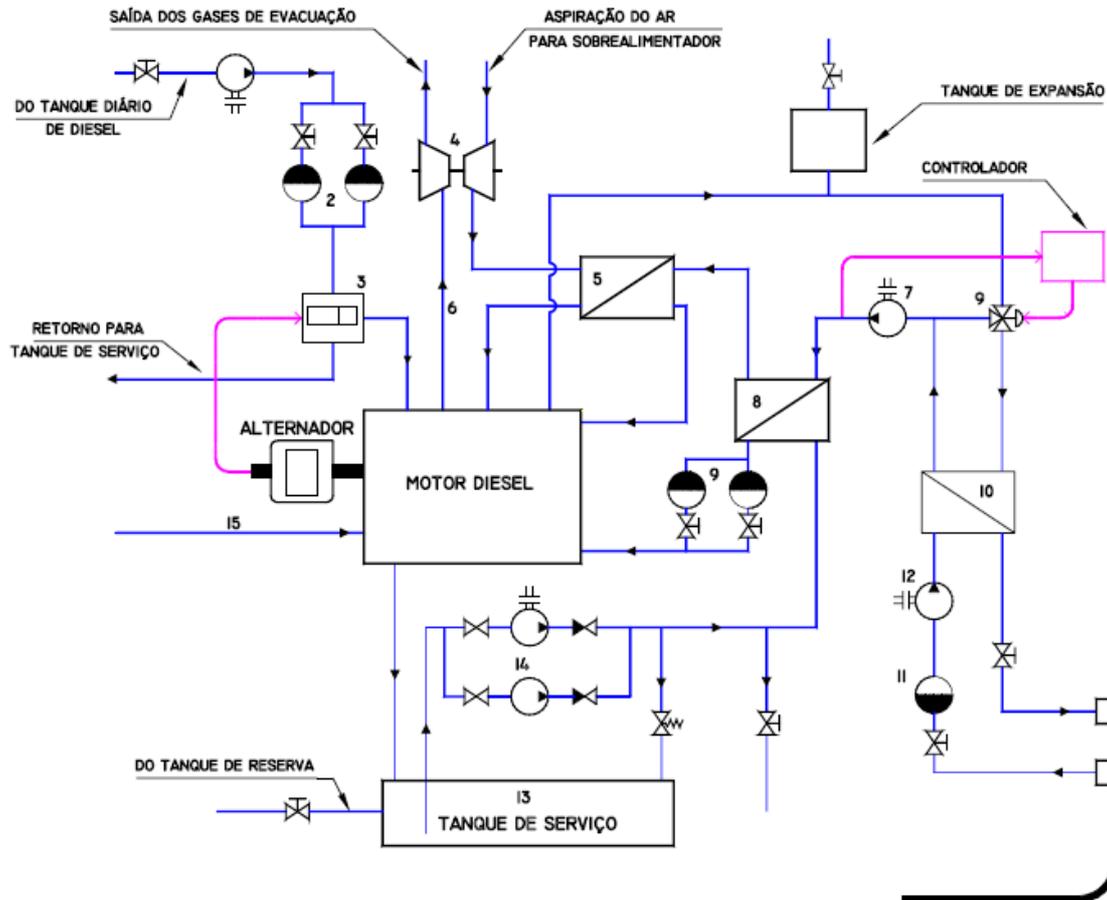


Fig. 3 - Circuitos de um grupo Diesel-Gerador

O motor Diesel é alimentado com Diesel Oil (Marine Diesel). O combustível é aspirado dos tanques de serviço (tanques diários de D.O.), por uma bomba acoplada ao motor (1), sendo depois filtrado(2) e enviado para o coletor que alimenta as bombas de injeção. O controle destas bombas é efetuado por um regulador de velocidade (3) para manter constante o número de rotações do motor, e em consequência a frequência da corrente elétrica produzida, independentemente das flutuações de carga (potência elétrica consumida pelos diversos equipamentos do navio). O combustível em excesso retorna ao tanque de serviço de D.O.

O ar de sobrealimentação do motor é aspirado da casa da máquina pelos sobrealimentadores (4) e enviado para o coletor de ar de lavagem depois de arrefecido nos respectivos arrefecedores (5). Os sobrealimentadores são constituídos por um compressor de ar

acoplado a uma turbina montada no mesmoveio e acionada pelos gases de evacuação do motor (6).

No sistema representado a água doce de circulação (circuito fechado) descreve o seguinte percurso: É aspirada pela bomba acoplada (7), passa pelo arrefecedor de óleo de lubrificação (8), atravessa o arrefecedor de ar de lavagem (5) e entra no motor. A água que sai do motor vai passar na válvula termostática (9) que, em função da temperatura medida na descarga da bomba de circulação, controla a sua passagem pelo arrefecedor (10). Quando a temperatura da água na descarga da bomba tem tendência a aumentar, a válvula termostática de 3 vias faz com que o caudal de água que passa pelo arrefecedor aumente de forma a manter constante as temperaturas de funcionamento do motor, do óleo de lubrificação e do ar de sobrealimentação.

O circuito de água do mar é, como se pode ver, bastante reduzido. A água é aspirada do mar através de filtros (11) pela bomba acoplada (12) e enviada para a borda depois de passar pelo arrefecedor de água de circulação (10).

Em funcionamento normal o óleo de lubrificação é aspirado do cárter ou do tanque de serviço (13) pela bomba acoplada (14). A válvula de alívio (15) permite regular a pressão do óleo de lubrificação no circuito. O óleo passa pelo arrefecedor (8) e depois de filtrado (9) entra no motor, lubrificando os diferentes componentes.

SISTEMA PROPULSOR DE COMBUSTÃO INTERNA, ALTERNATIVO

O sistema propulsor de combustão interna (Motor Diesel) é constituído por:

- Acionador (motor Diesel)
- Transmissor (engrenagens e/ou linha de veios)
- Propulsor (hélice)

INSTALAÇÃO DIESELELÉTRICA

Neste sistema, um motor diesel transmite energia a um gerador que, por sua vez, transmite essa energia ao eixo por meio de um motor elétrico.

Importantes componentes da tração elétrica são o motor primário(motor diesel), gerador principal (ou gerador de tração, que atualmente é um alternador), motores de tração e o sistema de controle que consiste no governador do motor diesel, regulador de carga e o chaveamento (disjuntor) dos motores de tração.

Originalmente os motores de tração e o gerador principal são máquinas CC. Seguindo o desenvolvimento de retificadores de alta capacidade nos anos 60, o gerador CC foi substituído por um alternador usando ponte de diodo para retificar a saída para CC. Isto aumentou a sua confiabilidade.

Em relação às vantagens apresentadas à propulsão Dieselelétrica, LAUKIA (1995) aponta:

- Redução do espaço de maquinaria;
- O sistema pode ser empregado em diversos tipos de embarcações;

- Excelente condição de manobrabilidade, inclusive em baixas velocidades, pois os propulsores podem ser dirigidos para todas as direções;
- Redução no consumo de combustível;
- Sistema com alto nível de confiabilidade; pode ser instalado no último estágio da construção, algumas semanas antes do lançamento.

PROPULSÃO ELÉTRICA

Na propulsão Elétrica temos como principal característica o controle da velocidade pelo controle direto da rotação do motor elétrico. Este motor elétrico é alimentado por um gerador elétrico que é acionado por um dispositivo de acionamento principal, alimentando assim o motor elétrico.

Os motores elétricos normalmente possuem um grande número de pólos e podem ser conectados diretamente, ou por meio de uma engrenagem redutora, ao hélice. Estes motores podem ser de corrente contínua ou de corrente alternada, do tipo síncrono ou de indução. A capacidade e as características dos equipamentos são aquelas definidas pelos projetistas, e a modularidade do sistema permite que, em altas velocidades, sejam utilizados todos os motores e nas velocidades econômicas sejam desligados os que não forem necessários (FONSECA, 2002).

ARPIAINEN *et al.* (1993) apresenta os benefícios do emprego deste sistema em navios quebra-gelos. As principais vantagens deste sistema são: maior torque em baixas rotações e sistemas de transmissão mais suave. SOLER & MIRANDA (1997) apresenta como vantagem relacionada com a propulsão elétrica à minimização dos custos de manutenção,

operação ecombustível. Na questão da manobrabilidade, HANSEN & LYESBO (2004) explica que a propulsão DE proporciona vantagens para o navio, principalmente nas manobras de parada brusca. Isto ocorre pelo fato do motor elétrico proporcionar um melhor controle da rotação da hélice e mudar rapidamente o sentido da rotação, o que reduz o tempo e a distância de parada. Estudos realizados com navios de grande porte, que utilizam propulsão elétrica, demonstraram uma redução de 30% a 50% na distância de parada em caso de emergência em relação à propulsão convencional (ABB, 2002).

Portanto, o conceito de Propulsão Elétrica visa basicamente à integração entre o sistema de potência da propulsão do navio com os sistemas auxiliares (Figura abaixo).

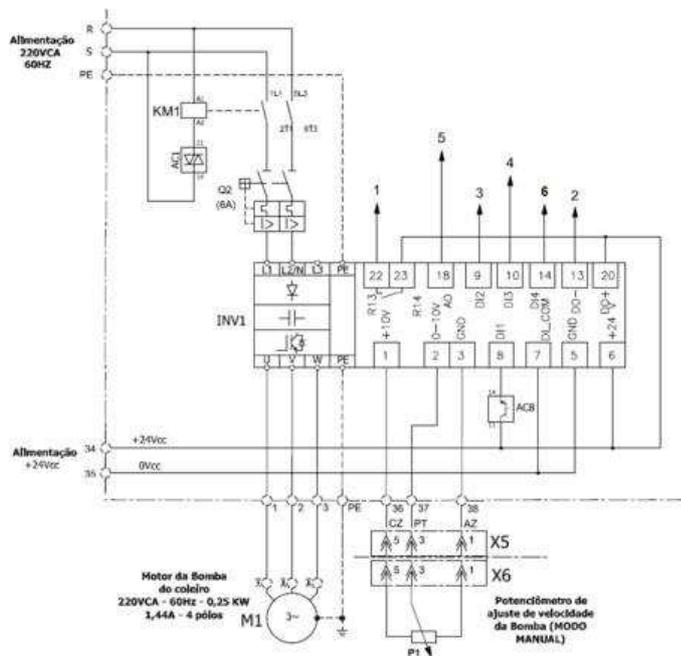


Fig. 4 - Sistema de Acionamento Elétrico Integrado

Um Sistema de Propulsão Elétrica Integrada (IFEP) é composto de duas turbinas a gás que trabalham como dispositivos de acionamento principal de dois geradores elétricos, que fornecem a energia elétrica para dois equipamentos conversores fazerem o acionamento elétrico de dois Motores de Indução Avançado (AIM), que por sua vez, acionarão os hélices

que movimentam o navio. A duplicidade de equipamentos é uma característica extremamente desejável em plantas de navios militares, pois a elevada confiabilidade é requisito imprescindível nos meios navais.

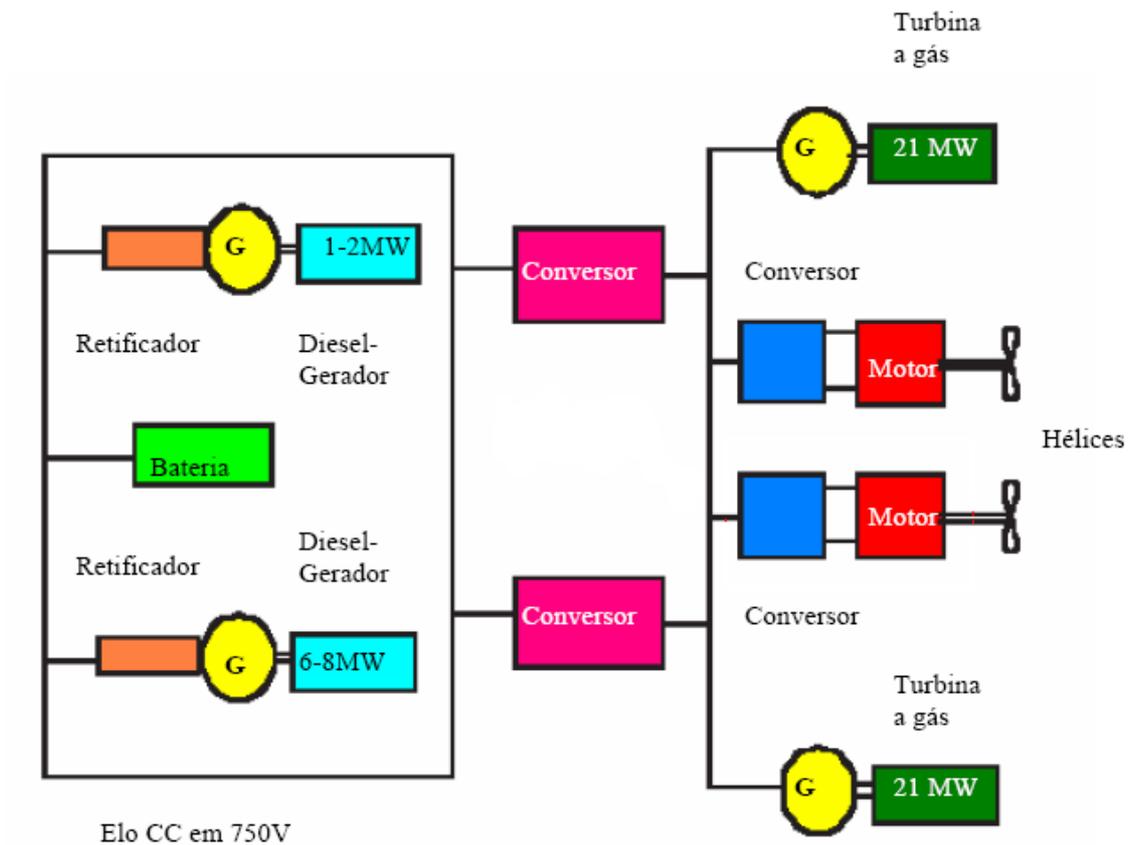


Fig. 5 - Configuração de um Sistema Elétrico

A integração deste barramento com o elo em corrente contínua (CC) em 750 V, ocorre por intermédio de dois retificadores/conversores de energia. O elo em corrente contínua possui dois motores diesel geradores de potências nominais mais baixas (1-8MW), que acionam os geradores para produzir energia elétrica para o consumo nos sistemas de bordo. Quando atracado no porto estes diesel geradores atendem plenamente as demandas reduzidas de bordo.

As baterias são projetadas para atender as cargas vitais de bordo, nos períodos em que o sistema de alimentação principal do navio está avariado.

VANTAGENS DA PROPULSÃO ELÉTRICA

Vantagens operacionais:

- Aceleração é controlada e todo o gerenciamento do sistema é eletrônico, permitindo flagrante redução no custo operação.

- Garante agilidade na manutenção e maior durabilidade dos componentes.

- Gera redução no consumo de combustível.

- Reduz o número de tripulantes, garantindo assim redução de custos.

Vantagem Ambiental:

- Menor emissão de gases agressivos ao meio ambiente.

Vantagem para a tripulação:

- A aceleração é controlada eletronicamente, reduzindo trancos.

- Diminuição de ruídos.

TURBINA DE GÁS

A turbina a gás é tipicamente um motor de combustão interna, do tipo rotativo. Este tipo de máquina queima uma mistura de combustível e ar. Os gases provenientes da queima de combustível ao “fugirem” para a atmosfera produzem trabalho. Daí, a denominação de turbina a gás. O ar, após ser comprimido por um equipamento chamado compressor, recebe o combustível injetado na câmara de combustão, o que resulta em uma queima que produz um gás com alta temperatura e alta pressão.

A evolução da tecnologia proporcionou maior contribuição da eficiência das turbinas a gás, como também a disponibilidade crescente de gás natural, com preços mais acessíveis, tem favorecido muito a implantação de sistemas de geração a partir de turbinas a gás (BARROS, 1998).

O sistema propulsor de combustão interna rotativo (turbina de gás) é constituído essencialmente por:

- GERADOR - É o órgão que tem por função gerar o gás que alimenta a turbina, sendo constituído pelo Compressor de Ar e pela Câmara de Combustão.

- UTILIZADOR (turbina a gás) - É constituído pela turbina de gás, a qual tem por funções impulsionar o compressor de ar, normalmente montado no mesmo veio desta e o propulsor ou hélice.

- TRANSMISSOR (engrenagens e linha de veios) - É idêntico ao utilizado pelo sistema propulsor a vapor.

- PROPULSOR (hélice) - Possuem a vantagem, quando de passo variável, de permitir mudanças de velocidade e sentido de marcha sem variação do número de rotações ou sentido

de rotação do veio motor, sendo inclusive possível, quando as pás se encontram na posição neutra, manter o veio rodando sem imprimir qualquer deslocamento ao navio.

INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA (SOLAS)

Assinada em 30 de Janeiro de 1914 por vários representantes de nações marítimas, a conferência definiu os requisitos mínimos para embarcações de passageiros relativamente a equipamento de salvamento a bordo e de transmissões. Uma segunda conferência teve lugar em Londres, a 16 de Abril de 1929, na qual participaram representantes de 18 nações. Nesta, alargaram-se as medidas de segurança aos navios de carga e acrescentou-se a proteção contra incêndios nos navios. Em 1933 a convenção foi ratificada e o SOLAS entrou em vigor pela primeira vez.

Incêndios e outros acidentes ocorridos em alguns navios de passageiros provaram que as medidas em vigor eram insuficientes. Na terceira convenção do SOLAS, em 1948, foram adaptadas três resoluções, propostas das medidas que a Inglaterra, os Estados Unidos e a França tinham então, acrescidas de outros pormenores. Esta revisão, conhecida por SOLAS 48, entrou em vigor a 19 de Novembro de 1952.

Em 1960, numa nova conferência, o SOLAS 48 foi revisto e algumas alterações efetuadas, no que resultou o SOLAS 60, que entrou em vigor em 26 de Maio de 1965. Em Novembro de 1966, especialistas de 46 países propuseram alterações e algumas emendas nas normas existentes, nomeadamente na proteção aos incêndios a bordo. Em navios construídos sob as normas de 48, envolveu por vezes alterações nas estruturas.

O SOLAS 74 entrou em vigor em 25 de Maio de 1980 e foi incorporando várias alterações sobre segurança. A todos quatro anos o sistema é alterado e revisto, tendo em conta a evolução nesta área de segurança no mar.

As especificações do SOLAS resultam de um extenso documento com especificações em matéria na área de segurança marítima:

- Estruturas, estabilidade, motores, instalações elétricas;
- Proteção contra incêndios, meios de detecção e extinção;
- Salvamento (treinos, procedimentos, equipamento, etc.);
- Comunicações rádio (instalações, equipamento, energia, operadores, etc.);
- Segurança da navegação, carga, transporte de carga perigosa;
- Navios nucleares, navios de alta velocidade;
- Medidas especiais para melhorar a segurança marítima.

Esta convenção estabelece requisitos para projeto, construção e manutenção durante a fase de operação das embarcações, abrangendo as disciplinas de materiais para a construção estrutural, compartimentação e estabilidade, propulsão e equipamentos vitais, instalações elétricas, salvamento, proteção contra incêndio, comunicações, sistemas de governo, navegabilidade etc.

Trata-se do conjunto de requisitos mais abrangente até hoje elaborado, e determina padrões mínimos de segurança operacional. O propósito do SOLAS é a salvaguarda da vida

humana no mar, para isto ele é abrangente em todos os requisitos que tem consequência direta nesta manutenção.

A idéia do SOLAS é salvar vidas, mas para isto é consenso que o modo mais seguro para atingir este objetivo é evitar que a embarcação afunde, ou seja, a idéia é que a própria embarcação é o local mais seguro para as pessoas e, conseqüentemente, sendo possível, salvando a embarcação, as pessoas estariam protegidas da melhor forma possível.

As Plataformas não autopropulsionadas não possuem certificado SOLAS, mas nem por isto seus requisitos não são aplicáveis, pois, em substituição ao SOLAS, as plataformas possuem o MODU-CODE, que faz referência, e torna obrigatório, ao cumprimento de muitos itens da convenção SOLAS.

SISTEMA DE POTÊNCIA ELÉTRICA (SPE)

O sistema de potência elétrica inclui a geração principal e a de emergência, os sistemas de distribuição em corrente contínua e corrente alternada e a fonte transitória de energia elétrica, composta por baterias de acumuladores e equipamentos de UPS.

O SPE é composto de três fontes de energia elétrica:

1. Geração principal;
2. Geração de emergência;
3. Sistema UPS – *Uninterruptible Power Supply*.

Vale ressaltar que a alimentação de cargas não emergenciais através da geração de emergência só é possível em caráter excepcional e por curtos períodos, conforme SOLAS (2002). As cargas de emergência energizadas mesmo no caso de falha do sistema de geração de emergência são supridas pelo sistema UPS, fonte transitória de energia elétrica (baterias).

O sistema de potência elétrica tem como objetivo alimentar eletricamente as cargas da unidade segundo as seguintes definições:

a) Cargas essenciais – São as cargas definidas como “serviços essenciais para segurança” na *I-ET-Maritimeproductioninstallationsafetyphilosophy* (2006), e definidas como cargas de emergência pelo IMO MODU CODE (2001) e pelas regras das Sociedades Classificadoras.

b) Cargas de emergência – São as cargas definidas como “serviços de emergência” na *I-ET-MaritimeProductionInstallationSafetyPhilosophy* (2006) devem permanecer energizadas pela fonte transitória de energia elétrica (baterias), após falha do sistema de geração de emergência.

c) Cargas normais – São as alimentadas somente a partir do sistema de geração principal, não sendo classificadas como cargas essenciais ou de emergência.

DEMANDA ENERGÉTICA DA EMBARCAÇÃO

Deve fornecer a potência necessária para que todos os sistemas operem de forma plena, garantindo suas funcionalidades.

Quando na situação de verificar a demanda energética da embarcação, esta devera ser feita em duas partes.

Primeiramente se faz o cálculo de sistemas como: ventilação, praça de máquinas, oficinas, sistemas de auxílio a navegação, etc.

Na segunda etapa acrescenta-se a demanda energética de equipamentos do sistema de manutenção de carga. A soma dessas duas etapas representa a demanda energética total da embarcação.

Os geradores de energia devem operar normalmente a fim de fornecer a energia necessária para operação dos sistemas que por eles são alimentados a bordo. Dentro destes elementos, os principais que devem ser considerados são citados abaixo:

- Sistema propulsivo (propulsores azimutais);
- Sistema de posicionamento dinâmico;

Embora a definição da forma contribua para o desempenho hidrodinâmico, o sistema propulsivo e o sistema de posicionamento dinâmico são os reais elementos funcionais responsáveis pelo deslocamento e manobrabilidade da embarcação respectivamente. A definição destes dois sistemas, na verdade torna-se apenas um, pois dentre os elementos responsáveis pelo deslocamento do navio, os propulsores azimutais também fazem parte. Logo, o dimensionamento deste sistema deve satisfazer dois requisitos básicos, sendo: garantir a velocidade de serviço desejada e atender ao nível de manobrabilidade exigido.

As possibilidades de produção de energia são as mais diversas possíveis, dentre elas, as principais consideradas para uma embarcação são: motor diesel elétrico e turbo geradores, a partir dos gases de descarga do motor.

A tabela abaixo mostra os resultados obtidos para cada condição e a respectiva demanda energética.

GRUPO	CLASSIFICAÇÃO	N O M A R		EM MANOBRA	CARGA E DESCARGA	NO PORTO FUNDEADO
		ESSENCIAL	NORMAL			
1	Praça de Máquinas (serviço contínuo)	316,4	467,0	452,7	335,8	335,2
2	Praça de Máquinas (serviço intermitente)	23,0	82,1	86,6	64,7	31,0
3	Praça de Máquinas (diversos)	13,0	22,9	499,9	499,9	0,9
4	Ar condicionado / Ventilação / Aquecimento	0,0	125,3	124,3	123,3	123,3
5	Frigoríficas de Provisões (equipamentos)	12,6	15,3	15,3	15,3	15,3
6	Frigoríficas de Carga (equipamentos)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Máquinas de Convés	5,6	5,6	33,8	3,5	0,0
8	Cozinha / Copa	0,0	37,8	37,8	37,8	37,8
9	Lavanderia	0,0	19,2	0,0	19,2	19,2
10	Oficinas	0,0	7,8	0,0	9,5	9,5
11	Iluminação	73,5	73,5	98,0	98,0	98,0
12	Equipamentos Náuticos e de Auxílio à Navegação	6,6	8,1	8,4	5,7	5,4
TOTAL DOS GRUPOS		450,6	864,5	1356,7	1212,6	675,6

Geradores Disponíveis	Model OB750D-DW63			800	x	x	x	x	x
	Model OB750D-DW63			800		x	x	x	
	5L16/24 G. Emerg. - Cap. (kw):			500					
CAPACIDADE TOTAL DOS GERADORES					800,0	1600,0	1600,0	1600,0	800,0
PERCENTUAL DA CARGA DISPONÍVEL					43,7	46,0	15,2	24,2	15,5

Deve-se garantir que a demanda de energia elétrica da embarcação seja suprida em todas as condições de operação da embarcação.

A demanda energética deve ser suprida analisando a capacidade de produção de potência a partir dos elementos geradores de energia. É recomendado deixar uma margem de segurança, garantindo a redundância nos equipamentos de geração de energia.

Elementos de síntese que sustentabilizam a análise do Suprimento Energético:

- Praça de máquinas;
- Sistema propulsivo e posicionamento dinâmico (Demanda Energética);
- Arranjo Geral e
- Superestrutura (Demanda energética).

BALANÇO ELÉTRICO

O arranjo de geração de energia deve ser uma das primeiras preocupações do profissional que irá operar a instalação.

É neste plano que especifica a quantidade de geradores disponíveis e a carga consumida por cada equipamento. O conhecimento do consumo de cada equipamento determina de forma decisiva uma operação segura, sobretudo por ocasião das manobras de entrada e saída de porto.

A realização do balanço elétrico é de extrema importância para que se garanta o suprimento de energia da embarcação, mesmo que esta se encontre em sua condição mais crítica. Através deste procedimento, deve ser verificado se os MCAs estimados através de embarcações semelhantes irão permanecer ou se o sistema de geração de energia deverá ser selecionado novamente.

No caso de uma embarcação com o sistema de posicionamento dinâmico, sabe-se de antemão que esse sistema será responsável por um acréscimo na demanda de energia que representa um valor muito acima do necessário ao funcionamento normal da embarcação.

É comum tratar o sistema de geração de energia do sistema de posicionamento dinâmico como um sistema independente do sistema de geração de energia dos demais

consumidores do navio. No entanto, isso não exclui o fato de que um sistema possa estar conectado ao outro no caso de uma eventualidade.

O procedimento para se calcular a potência requerida por uma embarcação, e conseqüentemente selecionar os geradores, consiste em se realizar a soma de todos os consumidores elétricos a bordo, levando em consideração a simultaneidade de funcionamento dos mesmos.

Esse fator de simultaneidade é analisado de acordo com a condição de operação do navio como: em navegação, em manobra, durante a carga e descarga, nas operações junto ao porto e durante a limpeza de tanques.

Para a realização do balanço elétrico, pode ser utilizada uma planilha Excel onde cada equipamento consumidor de energia elétrica é separado em grupos de acordo com a sua localização.

Esses grupos são: a praça de máquinas (serviço intermitente), praça de máquinas (serviço contínuo), praça de máquinas (diversos), ar condicionado/ventilação/aquecimento, frigoríficas de provisões, máquinas de convés, cozinha/copa, lavanderia, oficina, iluminação e outros equipamentos.

GERADORES DE EIXO



Fig. 6 – Gerador de Eixo

Este equipamento nada mais é do que um alternador acoplado ao eixo propulsor e conectado por engrenagens. Opera em apenas um sentido de rotação e funciona em apenas uma única faixa de velocidade. Fora destas condições o mesmo fica desacoplado do eixo propulsor.

Sua operação demanda um aumento de consumo de combustível de aproximadamente 8% com conseqüente redução de potencia do motor.

VANTAGENS

- Espaço: Ocupa um menor espaço, pois é instalado próximo ao motor e, normalmente, esse lugar já foi reservado para o próprio motor;
- Como são acionados pelo motor principais são confiáveis;
- Manutenção: Durante os primeiros anos de operação, só deve observar se o funcionamento está correto e a troca do óleo lubrificante. Além disso, existe o baixo custo com as peças de reposição;
- Durabilidade; Baixo nível de ruído; Significativa redução de custos de combustível.

DESVANTAGENS

- Sem a produção de energia no porto: o consumo de energia elétrica em geral tem que ser suprido por outro tipo de gerador;
- A carga no motor principal, o consumo de óleo combustível específico e o consumo de óleo do cilindro aumentam quando o gerador de eixo está operando;
- A instalação de um gerador de eixo ao MCP, devido ao fato de necessitar da instalação de engrenagens e acoplamentos flexíveis no motor diesel de dois tempos.

CONCLUSÃO

O trabalho teve como objetivo apresentar e fazer uma breve explicação das diversas fontes de energia a bordo. Da existência de inúmeros geradores, de suas vantagens e desvantagens bem como alguns de seus utilizadores.

A demanda energética deve ser suprida analisando a capacidade de produção de potência a partir dos elementos geradores de energia.

As especificações do SOLAS resultam de um extenso documento com especificações diversa na área de segurança marítima: Estruturas, estabilidade, motores, instalações elétricas; Proteção contra incêndios, meios de detecção e extinção; Salvamento (treinos, procedimentos, equipamento, etc.); Comunicações rádio (instalações, equipamento, energia, operadores, etc.); Segurança da navegação, carga, transporte de carga perigosa; Navios nucleares, navios de alta velocidade; medidas especiais para melhorar a segurança marítima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASEA BROWN BOVERI – ABB, **Reliable marine propulsion**. 3BFV000245R01 REV E © ABB Oy, Marine and Turbocharging, ADAMS OY/F.G. Lönnberg. 2002. Disponível em: <www.abb.com/marine>

ARPIAINEN, M.; JUURMAA, K.; LAUKIA, K.; NIINI, M.; JARVINEN, K., NOBLE, P., **Naval Architecture of Electric Ships – Past, Present and Future**, SNAME Transactions, Vol. 101, pp. 583-607, 1993.

BARROS, F. S. **Análise das condições de operação de turbinas a gás industriais utilizando biomassa gaseificada**, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, EFEI, Agosto, 1998.

FONSECA, M. M. **Arte Naval**. Rio de Janeiro. 6ª ed, 23 – 24. 2002.

HANSEN, J.F.; LYSEBO, R., **Electric Propulsion for LNG Carriers**. LNG Journal, pp. 12, Setembro, 2004.

LAUKIA, K., TheAzipod System – Operational Experience and Designs for the Future. The Institute of Marine Engineers, Paper 5, **Electric Propulsion The Effective Solution?**, October, 1995.

SOLAS (2002): **International Convention for the Safety of Life at Sea**, International Maritime Organization, London.

SOLER, A.L.R.; MIRANDA, S. L. C., **Sistema Elétrico de Propulsão Naval**.Relatório Final, EPUSP, 1997.