

INTRODUÇÃO

Esse trabalho aborda a crescente utilização da energia elétrica a bordo e, em consequência, a grande necessidade de sua geração. Explica os tipos de geradores baseado em seus acionadores, tais como o motor Diesel, a turbina e o gerador de eixo, mostrando a importância do bom funcionamento de tais equipamentos.

Destaca também os tipos de propulsão, mostrando o motivo da crescente utilização da propulsão elétrica, explicando as vantagens que possui sobre os outros meios de propulsão utilizados comumente, sendo esses a turbina a gás e o motor Diesel.

Além disso, explica a importância da realização do balanço elétrico em embarcações para que se garanta o suprimento de energia elétrica a todos os utilizadores, mesmo em momentos críticos. Para isso, é necessário o conhecimento sobre a demanda energética de bordo.

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. Por esse motivo, esse trabalho foi elaborado levando em conta a convenção SOLAS, e todas as regras que abordam a geração de eletricidade em navios mercantes.

CAPÍTULO I

ENERGIA

1.1.A ENERGIA E A SUA IMPORTÂNCIA

Toda atividade, seja ela humana ou não, necessita de energia, em todas as suas formas, disponível, para ser realizada.

Desde o século XIX, a busca por formas baratas e abundantes de energia, além de meios eficazes de transformação e distribuição, foi decisiva para o desenvolvimento das indústrias e o progresso dos países industrializados. A energia é hoje a essência das economias modernas, já que permite o desenvolvimento de novas tecnologias e, com isso, melhorias nas mais diversas áreas, desde saúde e alimentação, até comunicação e transporte.

A economia de energia é algo que vem sendo buscado há vários anos já que possui vantagens para todos. Para o Estado, diminui os custos com a sua produção, havendo disponibilidade para utilização desses recursos em outras áreas. Para o meio ambiente, a redução da queima de combustíveis fósseis resulta em uma diminuição na emissão de gás carbônico, melhorando a qualidade do ar e evitando assim o efeito estufa. Para as empresas, diminui os custos de produção e transporte, que resulta em economia também para o consumidor.

1.2.A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica pode possuir diferentes níveis de tensão e de frequência, sem falar que ela tanto pode ser corrente alternada (CA), quanto corrente contínua (CC). Essa

versatilidade faz com que seja muito utilizada, e de extrema importância. Possui uso nas mais diferentes áreas, tanto em indústrias e residências, quanto a bordo de navios.

Como com qualquer outra fonte de energia, o objetivo principal quando se utiliza eletricidade a bordo é o movimento. A função primária de qualquer instalação de máquinas marítimas é converter qualquer tipo de energia (térmica, química ou elétrica), em energia mecânica para ser utilizada na propulsão do navio. Porém esta não é a única função da energia elétrica a bordo. Ela também é extremamente utilizada no sistema de governo do navio, refrigeração, iluminação, ventilação, monitoramento, controle de outros sistemas, alarmes, etc.

1.3.CORRENTE ALTERNADA E CORRENTE CONTÍNUA

Atualmente a corrente alternada é muito mais utilizada a bordo do que corrente contínua. O uso da CA traz inúmeras vantagens, como por exemplo, menor custo inicial, menor espaço necessário e menor custo de manutenção.

Entretanto a corrente contínua ainda possui utilidades em uma embarcação. A sua principal utilização é como suprimento de emergência. Baterias são usadas para manter em funcionamento a automação e a iluminação de emergência quando o fornecimento principal de energia falha, enquanto o gerador de emergência não entra no barramento, sendo também conhecido como sistema transitório.

Porém, atualmente, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas para que o uso da CC volte a predominar nos navios. A corrente alternada vem sendo muito utilizada devido a sua facilidade. Porém a corrente contínua ainda possui vantagens sobre a CA. A distribuição de eletricidade CC elimina as perdas em um quadro de distribuição e do transformador. Porém, uma das maiores vantagens é que, no caso de Diesel geradores, a velocidade de rotação do motor pode ser variada para atingir a máxima eficiência do motor em cada nível de potência, coisa que não é possível quando se trata de CA já que a frequência (geralmente 60 Hz) tem que ser mantida constante para o correto funcionamento dos equipamentos. **OS CONVERSORES DE FREQUÊNCIA ???**

CAPÍTULO 2

SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema completo de produção e distribuição de energia elétrica a bordo é composto por um ou mais geradores de energia, um sistema de distribuição e todos os utilizadores de eletricidade como motores auxiliares e máquinas de convés, iluminação, automação, refrigeração, etc.

Os equipamentos de produção são constituídos por duas partes básicas: Mecânica (máquina motriz) e Elétrica (gerador). A energia elétrica a bordo pode ser produzida a partir de Diesel geradores, turbo geradores e/ou geradores acoplados ao motor principal, podendo haver variações de acordo com o projeto.

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

2.1. TIPOS DE GERADORES

2.1.1. DIESEL GERADORES

Os Diesel geradores são equipamentos de geração de eletricidade em que a máquina motriz é um motor diesel. A energia gerada é muito utilizada no suprimento necessário aos azimutais e propulsores de proa (*bowthruster* ou *transverse thrusters*). Além disso, também pode ser utilizada para atender a demanda dos equipamentos da máquina e das necessidades da superestrutura, como iluminação.

O motor Diesel é alimentado com óleo Diesel, que é aspirado dos tanques de serviço por uma bomba, filtrado e enviado às bombas de injeção. Como é extremamente necessária que a frequência da corrente elétrica fique constante, a injeção pelas bombas é controlada por um regulador de velocidade.

2.1.2. GERADORES DE EIXO

Os geradores de eixo se tornaram populares na década de 1980. Esse tipo de gerador é visto até os dias atuais como vantajoso em navios que não necessitem de grande rotação, como petroleiros, graneleiros e etc.

O gerador de eixo aproveita a rotação do eixo propulsor, já que o eixo gerador é conectado ao eixo do motor. É necessário o uso de um acoplamento flexível, para que possa suportar as vibrações do motor.

Entre as vantagens desse tipo de gerador, podemos citar a redução de espaço e a confiabilidade. Redução de espaço porque não será necessário o uso de uma máquina motriz própria. Confiabilidade porque são acionados pelo motor principal. Além disso, durante os primeiros anos de uso, a maior preocupação com a manutenção nesse tipo de gerador é com o nível de óleo lubrificante, e mesmo em raros casos em que um reparo se faz necessário, as peças de reposição são baratas. Ainda podemos citar a economia com combustível e o baixo nível de ruído.

As principais desvantagens, entretanto, são: a perda de potência no eixo, devido à parte da energia que deixará de ser usada na propulsão para ser utilizada na geração de energia; aumento da carga no motor principal, aumentando o consumo de combustível e lubrificante quando o gerador está operando e; a necessidade de outros geradores, já que em momentos em que o motor principal não estiver funcionando, como nos portos ou em alguma manutenção emergencial, esse tipo de gerador não funciona.

2.1.3. TURBOGERADORES

O princípio de funcionamento do turbo-gerador é o mesmo dos outros geradores, porém, a rotação que impulsiona o alternador ou o dínamo provém de uma turbina a vapor.

Turbina a vapor é um equipamento que aproveita a energia calorífica do vapor, e o transforma em energia cinética de rotação. O equipamento utilizado para a produção de vapor é a caldeira. Esse equipamento opera a pressão de 60 a 100 vezes maior do que a pressão atmosférica. Existem dois tipos de caldeira: aquatubular e flamatubular, porém a mais utilizada é a aquatubular, por ser mais segura. Neste tipo de caldeira, a água circula no interior dos tubos que formam os ebulidores. O vapor saturado, formado nos ebulidores, passa então por outro feixe de tubos denominado superaquecedor, onde é aquecido novamente até se tornar vapor superaquecido, ou seja, totalmente isento de umidade. Este é o vapor utilizado para acionar a turbina.

A passagem desse vapor gera forças, que aplicadas às pás da turbina, determinam um momento motor resultante, que faz girar o rotor, movimentando o eixo. A Figura 1 esquematiza o funcionamento de um sistema de geração elétrica por turbina a vapor.

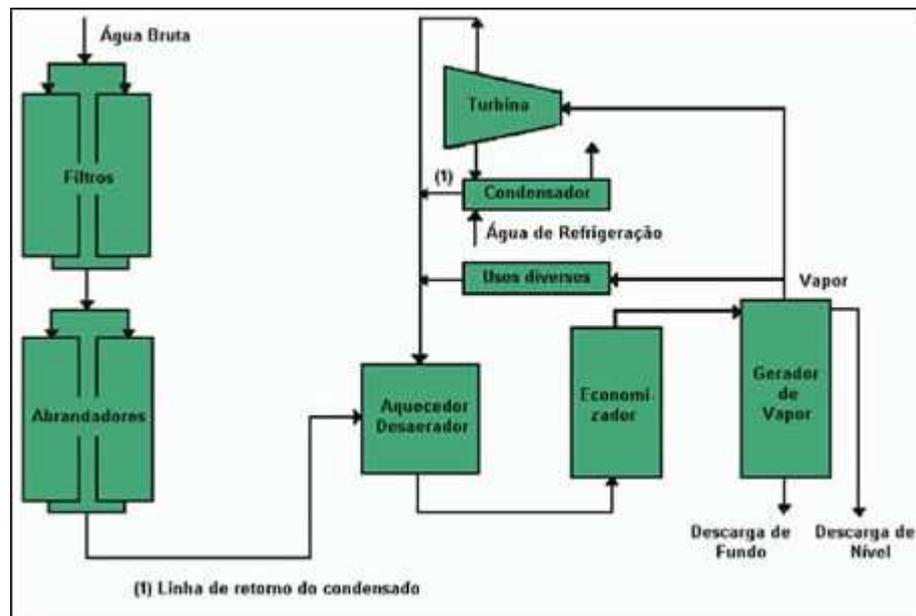


Fig.1 – Funcionamento de um turbogerador. (Fonte: Sarev & Martinelli Junior – 1988)

2.2.CONVENÇÃO INTERNACIONAL PARA A SALVAGUARDA DA VIDA HUMANA NO MAR (SOLAS)

A Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar é o mais importante tratado sobre a segurança na marinha mercante. A partir do naufrágio do MSC Titanic, em 15 de Abril de 1912, viu-se a necessidade de melhorar a segurança no mar. Então, em 1914 foi assinada a primeira convenção SOLAS. Em 1928 foi adotada a segunda emenda da convenção, em 1948 a terceira e em 1965 a quarta. A SOLAS que está em vigor nos dias atuais é a datada de 1974, que foi emendada pelo protocolo SOLAS 1988, passando a ser reconhecida como SOLAS 1974/1988.

A convenção tem por finalidade estabelecer os padrões mínimos de segurança para a construção de navios, para a dotação de equipamentos de segurança e proteção, para os procedimentos de emergência e para as inspeções e emissões de certificados.

Se tratando especificamente de geração de energia a bordo, a Convenção determina, na regra 40 do capítulo II-1, parte D, que:

“Todos os serviços elétricos auxiliares necessários para manter o navio em condições normais de funcionamento e de habitabilidade deverão estar assegurados sem ser necessário recorrer à fonte de emergência de energia elétrica.

Serviços elétricos necessários à segurança a bordo deverão estar disponíveis em várias condições de emergência.

A segurança dos passageiros, da tripulação e do navio contra os riscos de acidentes elétricos deverá estar garantida.”

Além disso, o SOLAS também determina que a fonte geradora do navio deva constituir de pelo menos dois grupo geradores, mas que cada um deverá ser capaz, quando os outros grupo geradores não estiverem operando, de suprir a energia necessária para estabelecer condições operacionais normais de propulsão e de segurança. Também deverá fornecer condições mínimas para conforto, como abastecimento de água doce, serviços para cozinhar, refrigeração doméstica e etc.

2.2.1. SISTEMA DE EMERGÊNCIA

As regras 42, 43 e 44 do mesmo capítulo citam as especificações para fontes emergenciais de geração de energia a bordo. De modo geral, todo navio deve conter uma fonte autônoma de emergência. A energia elétrica disponível a bordo deverá ser suficiente para suprir, em uma emergência, todos os serviços essenciais à segurança, devendo ser dada a devida atenção à circunstância em que tais serviços possam ter que funcionar simultaneamente. Por um período de 18 horas, o sistema de emergência deverá ser capaz de fornecer energia para:

- Iluminação de emergência em todas as pesagens e locais habitáveis, compartimento de máquinas, centro de controle de máquinas e quadros elétricos, aparelho de governo, local de armazenagem de material de bombeiros, e nas bombas de incêndio. Além disso, todas as luzes exigidas para evitar o abalroamento;
- Todos os equipamentos para comunicação interior;
- Sistema de detecção e alarme de incêndio.

A fonte de emergência de energia elétrica pode ser um gerador ou uma bateria de acumuladores.

2.2.1. GERADOR DE EMERGÊNCIA

Nos casos em que a fonte geradora emergencial de energia for um gerador, ele deverá ser acionado por uma máquina motriz apropriada, com suprimento independente de combustível. O gerador deve, ou ser de partida automática ou possuir uma fonte transitória. No primeiro caso, o gerador deve ser conectado automaticamente ao quadro elétrico de emergência. No segundo caso, o gerador deverá ser colocado em serviço e alimentar o QEE de forma segura em, no máximo, 45 segundos.

A fonte transitória de energia elétrica é uma bateria de acumuladores, que deverá funcionar sem recarga, mantendo a voltagem da bateria durante o período de descarga dentro de 12 por cento acima ou abaixo do seu valor nominal, por pelo menos trinta minutos,

mantendo em funcionamento a iluminação para a segurança dos tripulantes e da navegação, todos os equipamentos para comunicação interior, sensores e alarmes de incêndio, e todas as sinalizações interiores de bordo, que são exigidas em emergência.

2.2.2. BATERIA DE ACUMULADORES

Nos casos em que a fonte geradora de energia for uma bateria de acumuladores, ela deverá alimentar automaticamente o QEE em caso de falha no sistema elétrico principal, suportando a carga elétrica sem necessitar carregar, mantendo a voltagem dentro de 12% acima ou abaixo do seu limite nominal de voltagem.

CAPÍTULO III

SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA

Sistema de potência elétrica é o conjunto de todos os meios de fornecimento de energia a bordo. É composto pelo sistema de geração principal, o sistema de geração de emergência e o sistema UPS (*Uninterruptible Power Supply*). Inclui todos os geradores, os sistemas de distribuição, tanto de corrente contínua quanto de corrente alternada e a fonte transitória de energia elétrica, composta por baterias de acumuladores.

De acordo com a SOLAS, cargas não emergenciais podem ser alimentadas pelo sistema de geração de emergência, desde que por curtos períodos. A convenção também determina que as cargas de emergência devam ser mantidas energizadas mesmo que o sistema de emergência falhe, sendo supridas pelo sistema UPS.

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

- Cargas Essenciais: São os serviços essenciais para a segurança, definidos assim pelo *I-ET-Maritime production installation safety philosophy (2006)*.
- Cargas de Emergência: São as cargas definidas como “serviços de emergência” na *I-ET-Maritime Production Installation Safety Philosophy (2006)*. Estas devem ser mantidas energizadas a todo tempo, mesmo que para isso seja necessário o uso da fonte transitória de energia.
- Cargas Normais: São cargas que são mantidas energizadas apenas pelo sistema de geração principal de energia. Em caso de falha deste, as cargas ficam desenergizadas até que o fornecimento seja normalizado.

3.1.DEMANDA ENERGÉTICA DA EMBARCAÇÃO

O sistema elétrico de potência deve fornecer a potência necessária para que todos os sistemas operem de forma plena, garantindo suas funcionalidades. Para isso, é feita uma verificação da demanda energética da embarcação.

A verificação da demanda de energia é feita em duas partes: inicialmente calcula-se a demanda de sistemas comuns, como ventilação, bombas, oficinas, sistemas de auxílio à navegação, lavanderia, frigorífica, etc., como demonstrado na tabela abaixo, que calcula a demanda de energia em um navio gaseiro.

GRUPO	CLASSIFICAÇÃO	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
13	Planta de Reliquefação	0,0	2974,0	2974,0	2974,0	2974,0
14	Planta de Refrigeração	0,0	6000,0	6000,0	6000,0	6000,0
15	Bombas	0,0	1800,0	1800,0	3600,0	1800,0
T O T A L D O S G R U P O S		450,6	11638,5	12130,7	13786,6	11449,6

Fig.2 -Demanda Energética dos Sistemas Gerais

Após determinada a demanda dos sistemas gerais, acrescenta-se a demanda do sistema de manutenção de carga. A soma dessas duas contribuições representa a demanda energética total da embarcação. A seguinte tabela demonstra a demanda do sistema de manutenção no mesmo navio gaseiro.

SISTEMA DE MANUTENÇÃO DA CARGA	
Planta de reliquefação =	2974 KW
Bombas =	3600 KW
Planta de refrigeração =	6000 KW
Demanda do Sistema =	12574 KW

Fig. 3– Demanda do Sistema de Manutenção de Carga

De posse da informação da demanda geral da embarcação, selecionam-se os geradores, de modo que estes sejam capazes de suprir essa demanda em todas as condições de operação do navio. É recomendado deixar uma margem de segurança, garantindo a redundância nos equipamentos de geração de energia.

Em embarcações com posicionamento dinâmico (DP), a demanda é ainda maior. Geralmente, o sistema de suprimento de energia para o DP é independente do sistema de geração para todos os outros sistemas. Porém, deve-se levar em consideração a falha desse sistema gerador, momento no qual a energia fornecida para o DP deverá ser fornecida pelo sistema de geração principal.

Escolher os geradores, entretanto, não é etapa final do processo. A partir da realização do balanço elétrico, pode-se determinar se os geradores selecionados inicialmente estão, de fato, fornecendo toda energia necessária, sendo, portanto, de extrema importância para o correto suprimento de energia. Nessa etapa, são verificados os motores de combustão auxiliares (MCA), os turbo-geradores e geradores de eixo, determinando se a energia por eles gerada é suficiente para a embarcação.

CAPÍTULO IV

SISTEMAS DE PROPULSÃO

4.1.SISTEMA PROPULSOR DE CUMBUSTÃO INTERNA ALTERNATIVO (MOTOR DIESEL)

É, atualmente, o método de propulsão mais utilizado em navios mercantes. Em navios de carga de grande porte, geralmente é utilizada propulsão direta, com motores de dois tempos lentos, com rotação entre 70 e 200 RPM, como mostra a Figura 4. A propulsão indireta, ou seja, adoção de uma caixa redutora entre o motor e a linha de veio é usada para motores diesel de media rotação para potencias elevadas.

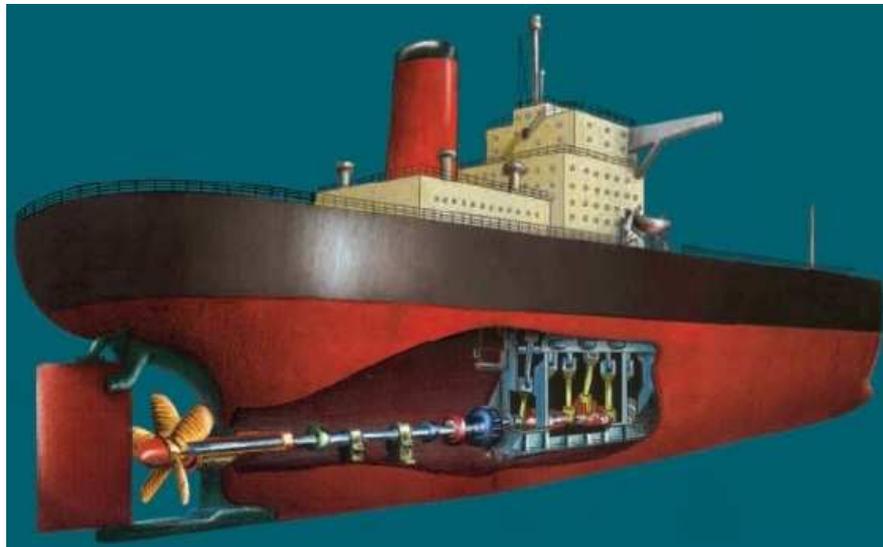


Fig. 4- Propulsão a Diesel.

Neste sistema de propulsão, a rotação do motor Diesel é quem define a rotação do hélice, portanto, o motor em algumas condições de operação não opera na faixa do rendimento ótimo, gerando desta forma um inevitável desperdício de combustível.

4.2.SISTEMA PROPULSOR DE COMBUSTÃO INTERNA, ROTATIVO (TURBINA A GÁS).

São sistemas que utilizam de uma turbina de reação a gás para movimentar o eixo propulsor. São mais leves e ocupam menos espaço do que as instalações Diesel equivalentes, porém, sua utilização é pouco rentável devido ao grande consumo de combustível. Esse método de propulsão só é considerado vantajoso em navios onde é necessário imprimir grande velocidade.

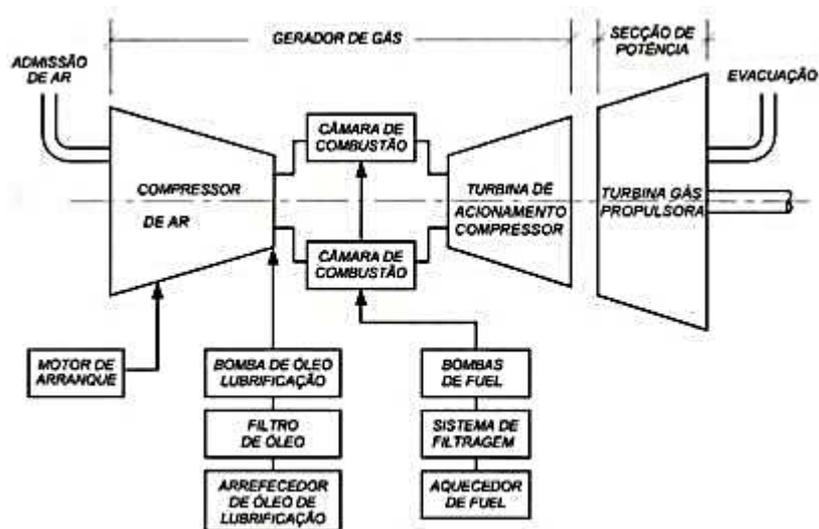


Fig. 5- Elementos da instalação propulsora com turbina a gás.

Como indica a Figura 3, 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.

4.3. PROPULSÃO ELÉTRICA

Segundo as informações de Whitman E. C.¹, a propulsão elétrica integrada é a forma mais promissora de propulsão nos desenvolvimentos da engenharia naval atual, desde o advento dos reatores nucleares e das turbinas a gás, há 50 anos. Propulsão elétrica é um sistema composto por um gerador elétrico que fornece energia para um motor elétrico, que, por sua vez, aciona o propulsor. A principal característica desse tipo de propulsão é o controle da velocidade do navio a partir do controle da rotação do motor.

Em um navio em que a propulsão é elétrica, ao invés de dois sistemas de potência, passa-se a dispor de uma capacidade de geração única que pode ser distribuída com maior flexibilidade entre as diversas áreas e sistemas de bordo, como ilustrado na figura.

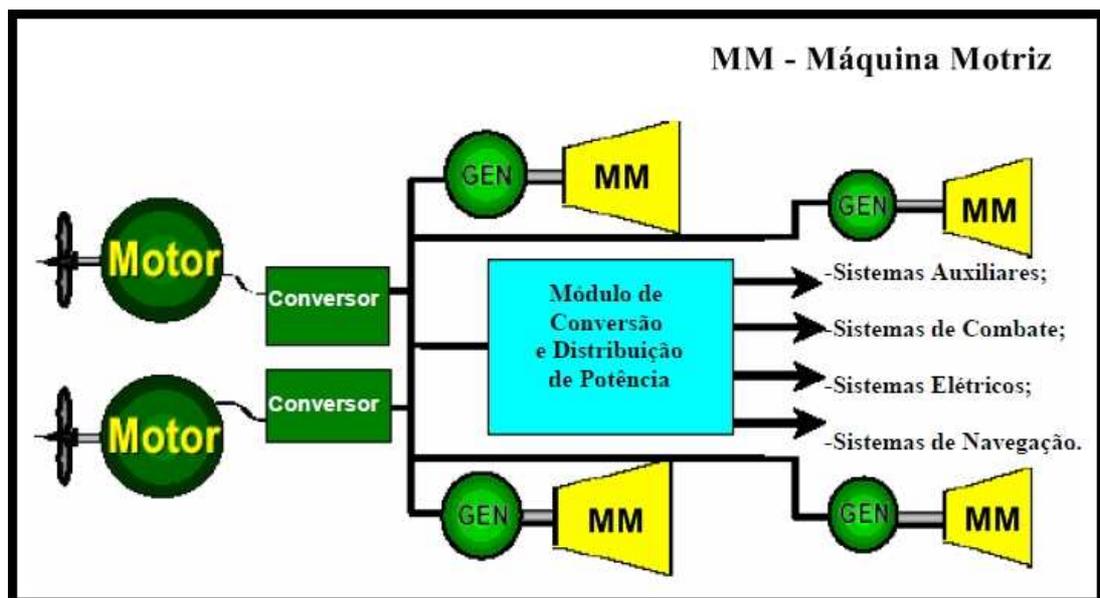


Fig.6 - Diagrama em blocos de um Sistema de Propulsão Elétrica. (Fonte: ALVES, Renata Nunes. *Propulsão Elétrica de Navios*, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007).

1- WHITMAN, E. C. *The IPS Advantage. Electric Drive: A Propulsion System for Tomorrow's Submarine Fleet*, Seapower Magazine, 2001.

4.4.VANTAGENS DA PROPULSÃO ELÉTRICA

Inúmeras são as vantagens em se utilizar a propulsão elétrica a bordo de navios. Dentre elas podemos citar a redução do consumo de combustível e consequente emissão de gases poluentes na atmosfera, aumento da vida útil do navio, diminuição dos custos de manutenção e redução de ruídos.

4.4.1. REDUÇÃO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Em navios com propulsão mecânica tradicional, a velocidade do motor é que define a rotação do hélice; conseqüentemente, dependendo do perfil de operação do navio, o motor pode não operar na melhor faixa de rendimento, havendo desperdício de combustível e excessivo desgaste mecânico. Com o uso da propulsão elétrica, este problema é eliminado, e o motor primário pode operar no ponto de melhor rendimento independente da velocidade de rotação do hélice, já que não existe mais relação direta entre a velocidade do eixo do motor primário e a rotação do hélice.

O gráfico abaixo mostra uma comparação do consumo de combustível entre as três formas de propulsão mais comuns.

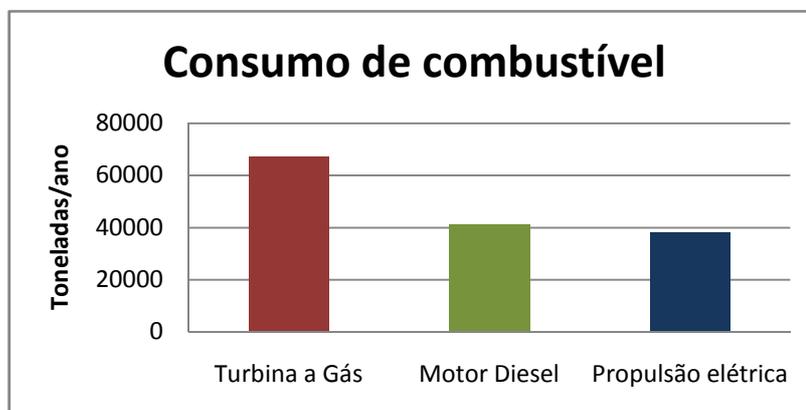


Fig. 7– Consumo de combustível por ano nos principais sistemas de propulsão.

4.4.2. AUMENTO DA VIDA ÚTIL DO NAVIO

Por ser um sistema completamente flexível, onde pode ser redistribuído ou reconfigurado de acordo com a necessidade, os danos em um compartimento de máquinas, seja provocado por incêndio, alagamento ou simples mau funcionamento, podem facilmente ser detectados, mantendo-se o funcionamento do sistema inalterado. A facilidade para o redirecionamento da energia elétrica a bordo, possibilita uma elevada gama de possibilidades de ações para minimizar os efeitos decorrentes de múltiplas falhas simultâneas.

4.4.3. DIMINUIÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO

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

4.4.4. REDUÇÃO DE RUÍDOS

A utilização de engrenagens redutoras não se faz necessária em navios cuja propulsão é elétrica. A eliminação desta engrenagem contribui significativamente para a redução nos níveis de ruído e vibração, garantindo desta forma uma significativa diminuição da assinatura acústica do meio. Além disso, os motores elétricos possuem menor nível de ruído irradiado que os equipamentos mecânicos.

CONCLUSÃO

A finalidade do trabalho foi mostrar as diversas maneiras de geração de energia elétrica a bordo. Existem vários tipos de geradores, cada um com sua vantagem e desvantagem em relação ao outro. A escolha do tipo de gerador vai depender do tipo de embarcação, do tamanho da mesma e do armador.

O Sistema de Potência Elétrica devera suprir a demanda energética. Para isso, deveram ser analisadas, tanto a demanda quanto a capacidade de cada gerador, para a escolha mais adequada para a necessidade da embarcação. Além disso, um balanço elétrico deverá ser realizado para verificar se a escolha foi a mais adequada.

A indústria naval mundial tem incentivado o desenvolvimento de novos materiais para atender aos seus requisitos de produtividade e qualidade, os quais se mostram cada vez mais exigentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ALVES, Renata Nunes, **Propulsão Elétrica de Navios**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.
- 2- ASEA BROWN BOVERI – ABB, **Reliable marine propulsion**. Lönnberg: 2002.
Disponível em: <www.abb.com/marine>
- 3- ARPIAINEN, M.; JUURMAA, K.; LAUKIA, K.; NINI, M.; JARVINEN, K., NOBLE, P., **Naval Architecture of Electric Ships – Past, Present and Future**, SNAME Transactions, 1993.
- 4- 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.
- 5- BRIGHT HUB. Disponível em: <www.brighthouse.com/engineering/marine/articles/87412.aspx> Acessado em: 24 Jul. 2012.
- 6- **Electrical Plant**. Disponível em: <http://www.machineryspaces.com/electrical-plant.html> Acessado em: 14 Jul. 2012.
- 7- FREIRE, Paulo E. M.; FREIRE, César L. **Propulsão Elétrica – Histórico e Perspectivas Futuras**. Rio de Janeiro, SOBENA.
- 8- **Instalações Propulsoras**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFN68AB/instalacoes-propulsoras>. Acessado em: 22 Jul. 2012.
- 9- LAUKIA, K. **The Azipod System – Operational Experience and Designs for the Future**. The Institute of Marine Engineers, Paper 5, Electric Propulsion The Effective Solution?, October, 1995.
- 10- MACHINERY SPACES. **A.C. Motors**. Disponível em: <http://www.machineryspaces.com/a.c.-motors.html> Acessado em: 24 Jul. 2012.
- 11- PEREIRA, Newton Narciso; BRINATI, Hernani Luiz. **Um Estudo Sobre Instalações Propulsoras em Empurradores Fluviais**. São Paulo: USP, 2006.
- 12- SANTOS, Gustavo Goulart Angelici dos. **Capacidade de Geração de Energia a Bordo e Reserva da Energia Prevista**. Rio de Janeiro: CIAGA- EFOMM, 2011.
- 13- **Sistema Diesel Elétrico**. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Diesel-el%C3%A9trico> Acessado em 13 Jul. 2012.

- 14- SOLAS (2002): **International Convention for the Safety of Life at Sea**, International Maritime Organization, London.
- 15- SOLER, A.L.R.; MIRANDA, S. L. C., **Sistema Elétrico de Propulsão Naval**. Relatório Final, EPUSP, 1997.
- 16- **Vantagens e Benefícios da Economia de Energia**. Disponível em:
<<http://vicvinprojetos.blogspot.com.br/2010/11/vantagens-e-beneficios-da-economia-de.html>> Acessado em: 22 Jun. 2012.
- 17- WHITMAN, E. C. **The IPS Advantage**. Electric Drive: A Propulsion System for Tomorrow's Submarine Fleet, Seapower Magazine, 2001.