

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

ALCIDES GOMES DE SOUZA JUNIOR

GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO

RIO DE JANEIRO

2014

ALCIDES GOMES DE SOUZA JUNIOR

GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO

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

Orientador: Msc. Eng. **Paulo Roberto Batista Pinto**

RIO DE JANEIRO

2014

ALCIDES GOMES DE SOUZA JUNIOR

GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO

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

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Msc. Eng. **Paulo Roberto Batista Pinto**

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Aos meus companheiros de camarote, integrantes do GMAQ, a minha família que sempre esteve ao meu lado, em especial meus pais que me colocaram onde hoje estou.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais nada, agradeço a Deus pela realização deste trabalho. Gostaria de agradecer também aos meus pais que me proporcionaram a oportunidade de estudar na EFOMM, e que sempre estiveram ao meu lado me apoiando nas minhas realizações. Também agradeço aos meus companheiros de camarote que me proporcionaram grandes conhecimentos e motivações nos momentos mais difíceis de estudo. Agradeço aos professores, dos quais gostaria de destacar: professor Paulo Pinto, que me ajudou e muito na realização do presente trabalho, e o professor Mello, ambos, além de grandes professores, grandes amigos.

RESUMO

Para entendermos como funciona a geração de energia a bordo precisamos entender conceitos básicos. O gerador elementar apresenta o sistema de funcionamento de um gerador mais simples possível. A partir desse conceito, pode-se compreender os mais diferentes tipos de geradores, tanto os que geram para um país como aqueles que geram energia para um navio. Daí também se entende como é gerado os diferentes tipos de energia e suas aplicações a bordo de um navio mercante.

Palavras-chave : geração, elementar, tipos, energia

ABSTRACT

To understand how power generation works on board, we need to understand basic concepts. The elementary generator system shows the operation of a generator as simple as possible. From this concept, we can further understand the different types of generators, for generating both a country as those which generate power for a ship. Hence also understand how different types of generated energy and its applications on board a merchant ship.

Keywords: generation, elementary, types, energy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gerador elementar.....	10
Figura 2 - Posições da espira de acordo com o texto.....	12
Figura 3 - Esquema de uma usina hidrelétrica	14
Figura 4 - A Usina hidrelétrica de Itaipu no rio Paraná entre Paraguai (Ciudad del Este) e Brasil (Foz do Iguaçu).	16
Figura 5 - Central Hidroelétrica de Castelo de Bode, no rio Zêzere.	16
Figura 6 - Usina termoelétrica flex em Juiz de Fora	17
Figura 7 - Posição dos geradores, transformadores e baterias.....	19
Figura 8 - Sistema de um diesel gerador	21
Figura 9 - Diesel Gerador da CAT	22
Figura 10 - Diesel Gerador de Emergência	24
Figura 11 - Gerador de eixo, acoplamento (clutch) e caixa redutora	25
Figura 12 - Sistema simples de um gerador de eixo.....	26
Figura 13 - Conversão de energia numa turbina à vapor.....	28
Figura 14 - turbo gerador de 9.860kW	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	10
2.1 Gerador elementar	11
2.2 Hidrelétricas	13
3 TIPOS DE ENERGIA A BORDO	18
4 TIPOS DE GERADORES A BORDO	20
4.1 Diesel gerador	20
4.2 Gerador de eixo	25
4.3 Turbo gerador	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia o homem está bem familiarizado com lanternas de mão, rádios portáteis e sistemas de iluminação de automóveis - aparelhos que usam baterias como fontes de alimentação. Nestas aplicações a corrente consumida é relativamente pequena e, portanto, pode ser suprida por uma bateria durante um tempo longo, mesmo sem ser carregada. As baterias funcionam perfeitamente quando fornecem energia a aparelhos que consomem uma corrente pequena.

Ha vários tipos de equipamentos elétricos que necessitam de correntes intensas e altas tensões para seu funcionamento. Por exemplo, a iluminação elétrica e os motores pesados exigem correntes e tensões maiores do que as que podem ser fornecidas por qualquer bateria de tamanho prático. Como resultado, outras fontes de energia além das baterias são necessárias para suprir potências elevadas. As potências elevadas são supridas por máquinas elétricas rotativas, chamadas "geradores" . Os geradores podem fornecer energia na forma de CC ou de CA. Em qualquer caso eles podem ser projetados para fornecer potências pequenas ou varias centenas de quilowatts.

É notável que o mundo estaria praticamente parado sem a energia elétrica fornecida pelos geradores. Olhando em redor encontram-se muitos exemplos da energia elétrica em ação.

Os modernos sistemas de iluminação, as fábricas - em suma, toda a vida industrial é alimentada direta ou indiretamente pela energia elétrica fornecida pelos geradores rotativos. Uma grande cidade se transformaria em uma "cidade fantasma", caso os seus geradores fossem destruídos. O gerador elétrico é tão importante para o meio de vida moderno, como é a ação do coração para manter a vida no seu próprio corpo.

2 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A eletricidade pode ser gerada pelo movimento de um condutor nas proximidades de um campo magnético. Ela é gerada enquanto houver um movimento relativo entre o condutor e o campo magnético, e cessa quando cessar este movimento relativo. Esta eletricidade é gerada como uma tensão, chamada de "tensão induzida". Este método de gerar eletricidade é chamado de "indução". Sabe-se também que esta tensão induzida causará o fluxo de uma corrente quando as extremidades do condutor formam um circuito fechado, neste caso, através do medidor.

Este método de indução é o princípio essencial de funcionamento de todos os geradores, desde o menor até os gigantescos, que produzem quilowatts de potência. Sendo assim, para entender o funcionamento dos geradores na prática, podemos examinar um gerador elementar, consistindo de um condutor e um campo magnético, para ver como ele produz eletricidade em forma utilizável. Partindo do gerador elementar, chegaremos às grandes usinas hidrelétricas e termoelétricas.

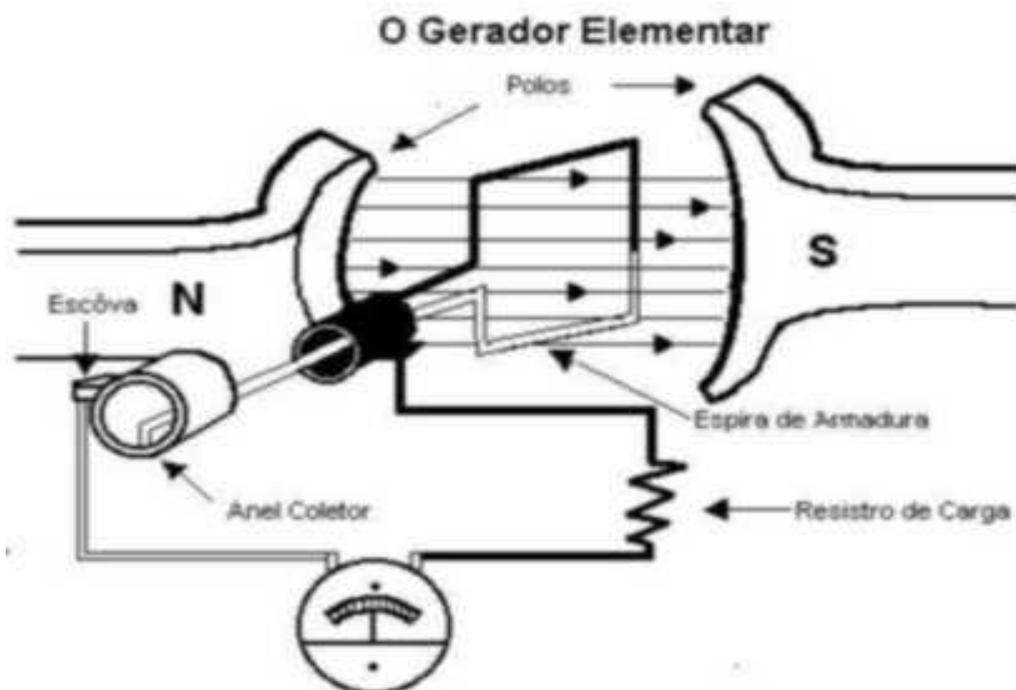


Figura 1 - Gerador elementar

Fonte: Eletricidade Básica, vol. 5

2.1 Gerador Elementar

Um gerador elementar consiste de uma espira de fio, disposta de tal modo que pode ser girada em um campo magnético estacionário. Este movimento causa a indução de uma corrente na espira. Para ligar a espira a um circuito externo que aproveite a f. e. m. induzida, usam-se contatos deslizantes.

Os pólos norte e sul do ímã que fornece o campo magnético são as "peças polares". A espira de fio que gira dentro do campo é chamada de "armadura" ou "induzido". As extremidades da espira do induzido são ligadas aos "anéis coletores", que giram com a armadura. As escovas fazem contato com os anéis coletores e transmitem para o circuito externo a eletricidade gerada na armadura.

Na descrição do funcionamento do gerador, que se encontra mais à frente, imagine que a espira gira dentro do campo magnético. Quando os lados desta espira cortam as linhas de força do campo, eles induzem uma f. e. m. que causa o fluxo de uma corrente através da espira, anéis, escovas, medidor de corrente com zero central e resistor de carga - tudo ligado em série. A f. e. m. induzida, que é gerada na espira, e portanto a corrente que flui, depende da posição da espira em relação ao campo magnético

A espira da armadura está girando da esquerda para a direita. A posição A é a sua posição inicial (zero grau). Nesta posição A, a espira está perpendicular ao campo magnético e seus condutores branco e preto se deslocam paralelamente ao campo magnético. Quando um condutor se move paralelamente a um campo magnético, ele não corta as linhas de força do campo e, portanto, não há f. e. m. gerada no condutor. Isto se aplica aos condutores da espira, quando estão na posição A - não há f. e. m. induzida e, portanto, não há corrente no circuito.

Ao se deslocar a espira da posição A para a posição B, os condutores cortam um número cada vez maior de linhas de força até que, a 90° (posição B), eles estão cortando o número máximo de linhas. Em outras palavras, entre zero e 90 graus, a f. e. m. induzida nos condutores cresce de zero até o valor máximo. Observe que, de zero a 90 graus, o condutor preto se desloca para baixo, enquanto que o condutor branco se desloca para cima. Portanto as f. e. m. induzidas nos dois condutores estão em série e se somam. A tensão resultante entre as escovas (tensão nos terminais) é igual ao dobro da f. e. m. em um condutor, porque as f. e. m. nos dois condutores tem valores iguais. A corrente no circuito varia da mesma maneira que a f. e. m. - é igual a zero para zero grau e cresce até no máximo a 90 graus. A direção da corrente e a polaridade da f. e. m. induzida dependem da direção do campo magnético e do

sentido de rotação do induzido. A figura da forma de onda mostra a variação da tensão nos terminais do gerador elementar desde a posição A até a posição B.

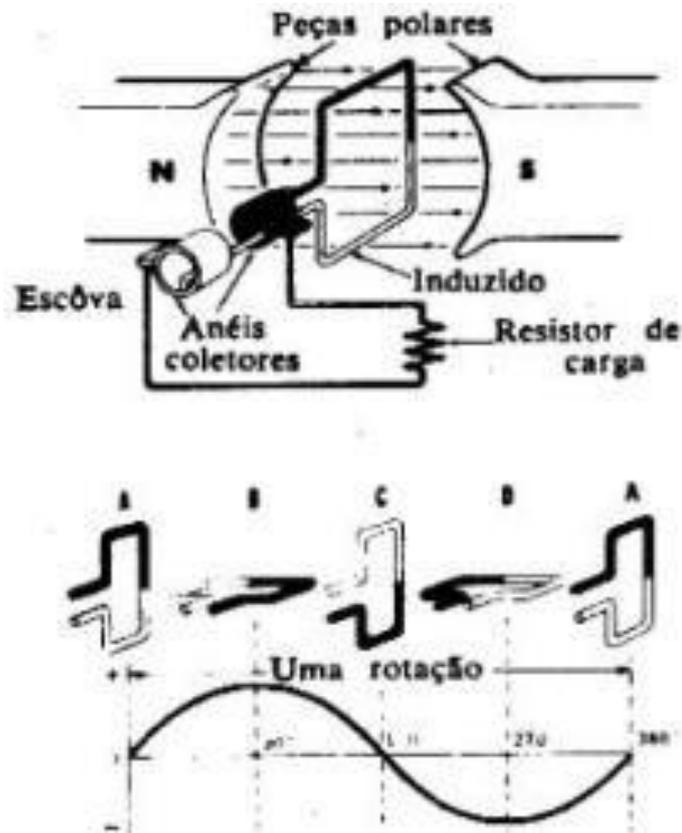


Figura 2 - Posições da espira de acordo com o texto

Fonte: Eletricidade Básica, vol. 5

Quando a espira continua girando, da posição B (90 graus) até a posição C (180 graus), os condutores que estavam cortando um número máximo de linhas de força na posição B, passam a cortar um número cada vez menor, até que, na posição C, eles estão novamente se deslocando paralelamente ao campo magnético e não mais cortam linhas de força. Conseqüentemente a f. e. m. induzida decresce de 90 a 180 graus, da mesma maneira como cresceu desde zero até 90 graus. A intensidade da corrente segue as variações da tensão.

Desde zero até 180 graus os condutores da espira estiveram se movendo em uma só direção no campo magnético. Portanto a polaridade da f. e. m. induzida não se alterou. Quando a espira ultrapassa a posição de 180 graus e retorna a posição A, a direção do

movimento dos condutores com relação ao campo é invertida. Agora o condutor preto se move para cima e o condutor branco para baixo. Como resultado, a polaridade da f. e. m. induzida e a direção da corrente também são invertidas. Da posição C, passando por D e até a posição A, a corrente passa na direção oposta a de quando ia da posição A até posição C. A tensão nos terminais do gerador será a mesma que era desde A até C, porém com a polaridade invertida.

2.2 Hidrelétricas

Através do gerador elementar, pôde-se ter uma compreensão simples de como a energia elétrica é gerada (no caso, corrente alternada). É claro que um gerador de uma indústria, supermercado ou navio é bem mais complexo que o gerador elementar. Imagine como deve ser o gerador de uma hidrelétrica.

No caso do gerador elementar, vimos que para que haja corrente elétrica precisa-se girar o eixo da bobina elementar. Já nas hidrelétricas, como isso acontece? O que rotaciona uma bobina com dimensões tão grandes? Isso será discutido adiante, pois a população brasileira depende em grande parte da energia proveniente das usinas hidrelétricas.

Uma usina hidrelétrica (português brasileiro) ou central hidroelétrica (português europeu) é um complexo de projetos de engenharias: civil, elétrica, mecânica, hidráulica, estrutural, geotécnica, hídrica, de computação, de controle, de automação, ambiental, florestal, de solos, de fundações, de materiais, etc. Um conjunto de obras e de equipamentos, que tem por finalidade produzir energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico existente em um rio.

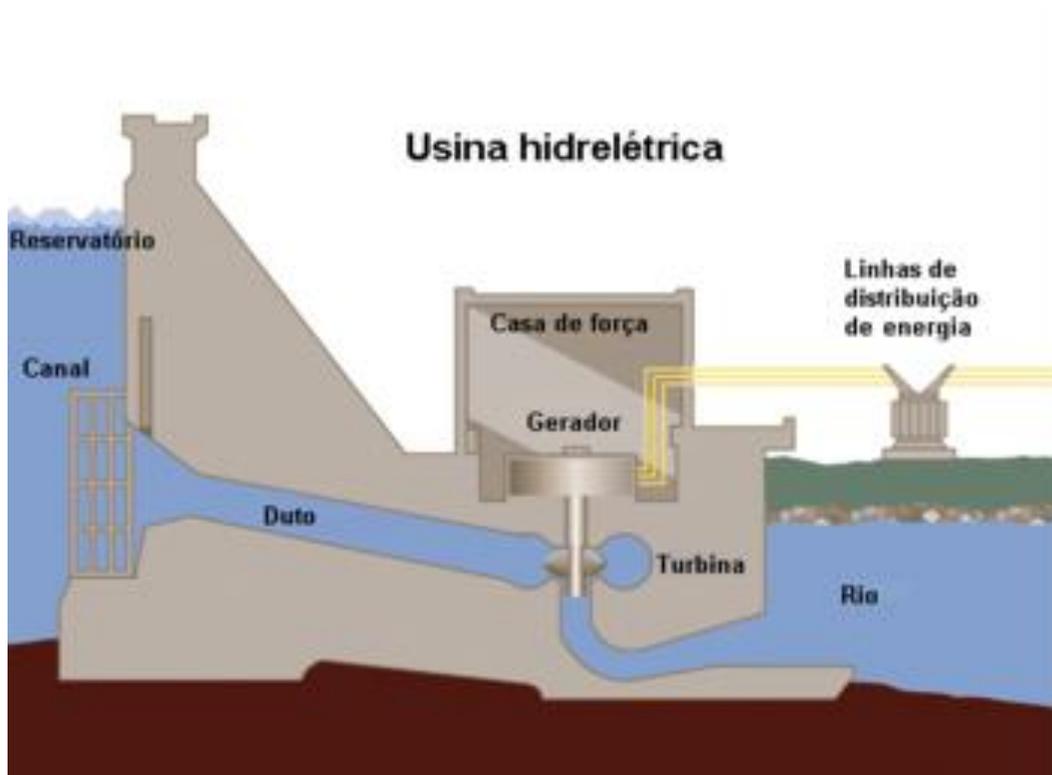


Figura 3 - Esquema de uma usina hidrelétrica.

Fonte: www.wikipedia.com

As centrais hidrelétricas geram, como todo empreendimento energético, alguns tipos de impactos ambientais como o alagamento das áreas vizinhas, aumento no nível dos rios, em algumas vezes pode mudar o curso do rio represado, prejudicando pontualmente a fauna e a flora da área inundada para a formação do reservatório, e as presentes nos trechos a montante e a jusante da usina. Todavia, é ainda um tipo de energia mais barata do que outras, como a energia nuclear, e menos agressiva ambientalmente do que a do petróleo ou a do carvão, por exemplo. A viabilidade técnica de cada caso deve ser analisada individualmente por especialistas em engenharia ambiental e especialista em engenharia hidráulica, que geralmente para seus estudos e projetos utilizam modelos matemáticos, modelos físicos e modelos geográficos.

O cálculo da potência instalada de uma usina é efetuado através de estudos de hidroenergéticos que são realizados por engenheiros civis, mecânicos e eletricitistas. A energia hidráulica é convertida em energia mecânica por meio de uma turbina hidráulica, que por sua vez é convertida em energia elétrica por meio de um gerador, sendo a energia elétrica transmitida para uma ou mais linhas de transmissão que é interligada à rede de distribuição.

Um sistema elétrico de energia é constituído por uma rede interligada por linhas de transmissão (transporte). Nessa rede estão ligadas as cargas (pontos de consumo de energia) e os geradores (pontos de produção de energia). Uma central hidrelétrica é uma instalação ligada à rede de transporte que injeta uma porção da energia pelas cargas.

A Usina Hidrelétrica de Tucuruí, por exemplo, constitui-se de uma das maiores obras da engenharia mundial e é a maior usina 100% brasileira em potência instalada com seus 8.000 MW, já que a Usina de Itaipu é binacional — tendo esta sido considerada uma das "Sete Maravilhas do Mundo Moderno" pela American Society of Civil Engineers (ASCE).

O vertedor de Tucuruí é o maior do mundo com sua vazão de projeto calculada para a enchente decamilar de 110.000 m³/s, pode, no limite dar passagem à vazão de até 120.000 m³/s. Esta vazão só será igualada pelo vertedor da Usina de Três Gargantas na China. Tanto o projeto civil como a construção de Tucuruí e da Usina de Itaipu foram totalmente realizados por firmas brasileiras, entretanto, devido às maiores complexidades o projeto e fabricação dos equipamentos eletromecânicos, responsáveis pela geração de energia, foram realizados por empresas multinacionais.

Abaixo se encontram algumas usinas hidrelétricas no Brasil.



Figura 4 - A Usina hidrelétrica de Itaipu no rio Paraná entre Paraguai (Ciudad del Este) e Brasil (Foz do Iguaçu).

Fonte: www.wikipedia.com

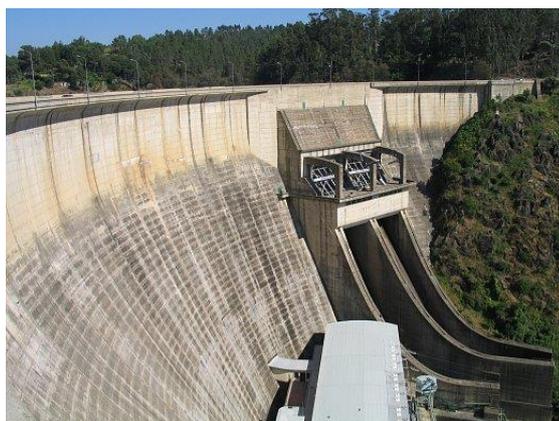


Figura 5 - Central Hidroelétrica de Castelo de Bode, no rio Zêzere.

Fonte: www.google.com.br

É necessário salientar que a água não é a única fonte de energia no Brasil. Existem a energia eólica, nuclear, energia proveniente de carvão mineral, usinas termelétricas entre muitas outras.



Figura 6 - Usina termelétrica flex em Juiz de Fora

Fonte: www.wikipedia.com

3 TIPOS DE ENERGIA A BORDO

Sabe-se a bordo de um navio mercante existem diferentes tipos de energia, no caso, são as correntes contínuas (CC) e correntes alternadas (CA), que atuam em de acordo com sistemas específicos.

A fonte de energia em corrente contínua são as baterias, as quais são carregadas pela energia que é produzida nos geradores e passam pelo retificador. Hoje em dia as baterias são encontradas separadas no sistema transitório e existe um sistema próprio para o GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System).

Na convenção SOLAS (International Convention for Safety Of Life At Sea), cap. IV, parte C, a regra 13 estabelece a existência de uma fonte de energia para o GMDSS independente da energia principal, da de emergência e do sistema transitório. E caso existam outros equipamentos vinculados ao GMDSS, estes devem também possuir sua própria fonte de energia. Todos esses equipamentos devem ter seus próprios retificadores e acumuladores.

O sistema transitório, em funcionamento normal da embarcação, é o responsável por alimentar todo o sistema de corrente contínua da automação. Sem ele o navio não é capaz de operar. Se, por alguma razão inesperada, as baterias não estiverem sendo devidamente carregadas durante a navegação, sua energia acumulada vai sendo gasta com o tempo fazendo com que todos os equipamentos da automação fiquem inoperantes. A consequência disso seria o navio apagar.

A outra função do sistema transitório é, como seu próprio nome diz, que em caso de algum tipo de acidente que faça com que o navio apague, ele é o responsável por manter a automação operante a todo o momento, e é isso que vai garantir que o DGE (Diesel Gerador de Emergência) entre em funcionamento automaticamente, até que seja restabelecida a energia dos MCA's (Motores de Combustão Auxiliares).

É importante citar o fato de que o sistema de baterias não se encontra na praça de máquinas. Sua localização deve ser no local mais seguro possível, já que ele deve estar pronto para operar em caso de emergência, e podemos considerar que a praça de máquinas é o lugar onde existe maior possibilidade de ocorrer acidentes.

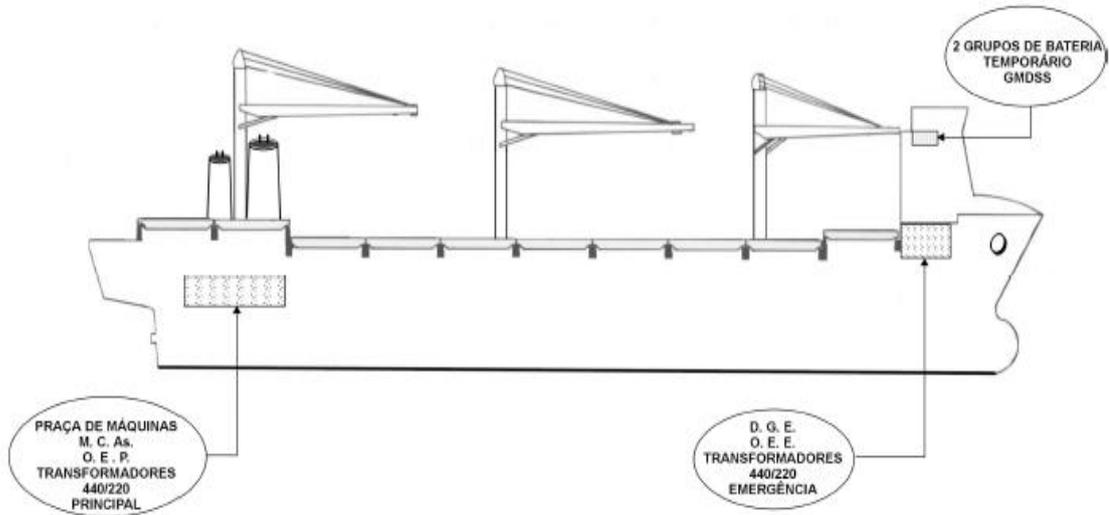


Figura 7 - Posição dos geradores, transformadores e baterias.

Fonte: Módulo Sistemas Elétricos Marítimos, vol. 3, pág.45.

4 TIPOS DE GERADORES A BORDO

Como foi visto em capítulos anteriores, o gerador elementar é uma simplificação dos grandes geradores utilizados nas usinas hidrelétricas, assim como dos geradores utilizados a bordo. Para que haja a rotação da bobina (rotor), e a conseqüente indução eletromagnética, é necessário uma força motriz. No caso das hidrelétricas vimos que essa força é proveniente das águas, as quais rotacionam uma turbina.

A bordo não é tão diferente do que acontece nas grandes usinas. As proporções são menores, porém o princípio é o mesmo. São utilizados, basicamente, três diferentes tipos de geradores, com diferentes forças motrizes, e podendo ter capacidade diferente um dos outros. Não é obrigatório ao navio possuir todos os tipos, tudo depende da sua construção e utilização. São eles os seguintes: Diesel Geradores (MCA's), Turbo Geradores, Geradores de Eixo.

4.1 Diesel Gerador

Os diesel geradores são os mais comuns e dominantes. Eles são máquinas de combustão, ou seja, utilizam combustível fóssil para a produção de energia. Os combustíveis utilizados são o MDO (Marine Diesel Oil) e o HFO (Heavy Fuel Oil) . São máquinas síncronas, onde o enrolamento do estator é constituído de pólos magnéticos. Esse tipo de máquina necessita de um circuito de excitação de corrente contínua, que é denominado Excitatriz.

Dentre os diesel geradores, podemos dividir entre geradores principais, que são denominados MCA's, e os geradores de emergência, chamados de DGE. Ambos tem o mesmo princípio de funcionamento, mas possuem suas diferenças tanto na utilização quanto na manutenção.

A construção desse tipo de gerador é subdividida em três partes: motor, gerador, e excitatriz. A figura a seguir representa um DGE, o qual fornece energia ao QEP (Quadro Elétrico Principal).

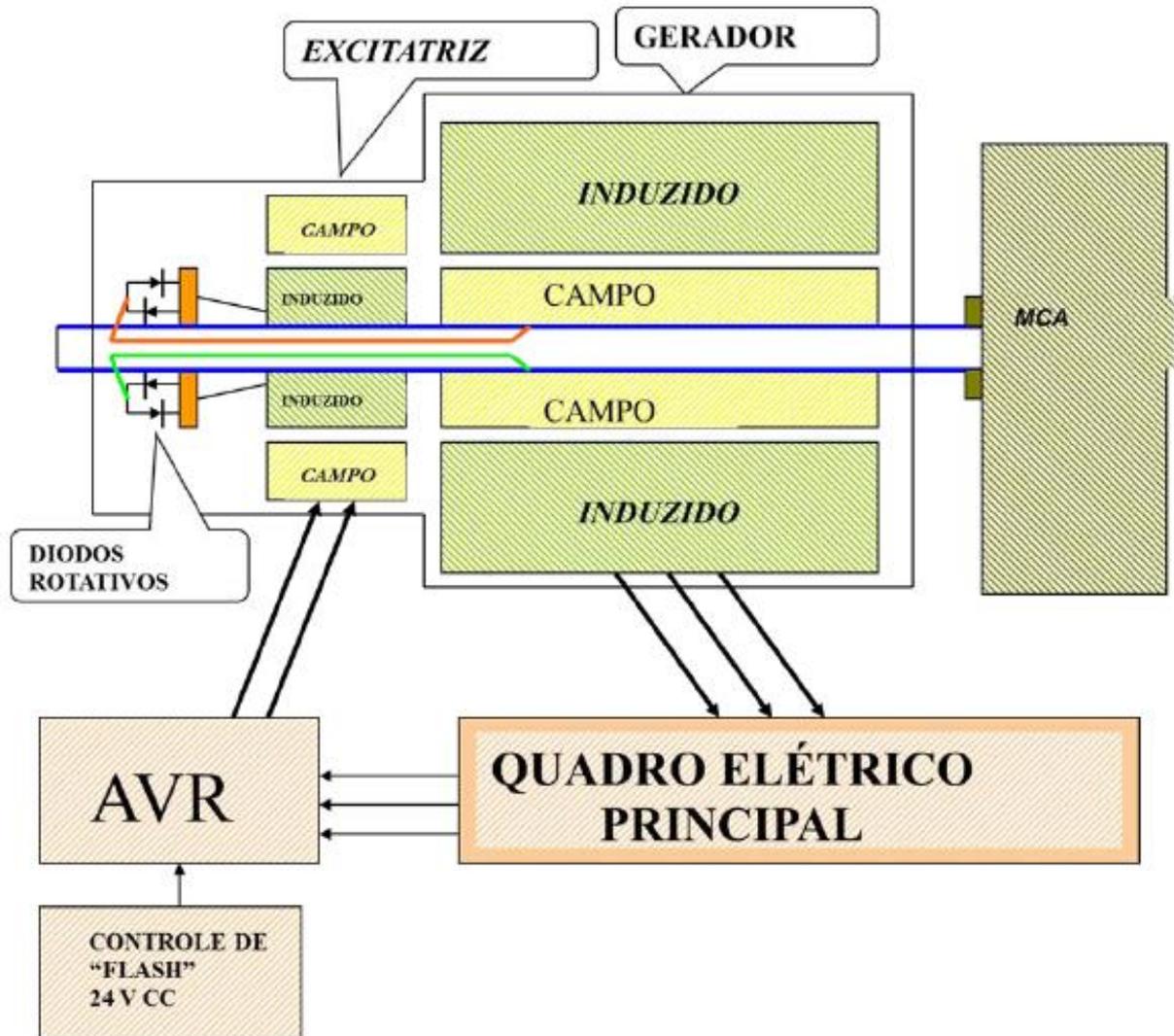


Figura 8 - Sistema de um diesel gerador

Fonte: Módulo Sistemas Elétricos Marítimos, vol. 3, pag. 75

O motor tem como função utilizar a energia do combustível e transmiti-la, através de um eixo comum, para o restante do sistema. Este motor necessita de todo o cuidado e manutenção de um motor diesel comum. Tem seu próprio sistema de combustível, ar de lavagem, ar de controle, ar de partida, descarga, lubrificação e arrefecimento. Todos esses sistemas são de suma importância para que o motor atinja a velocidade necessária, e se mantenha. A alteração na velocidade de rotação do motor pode resultar em um aumento ou decréscimo na frequência, e como consequência, pode tirar o gerador de barra.

A excitatriz tem a função de fornecer ao campo do alternador determinado nível de corrente de excitação a fim de manter, em qualquer instante e condição de carga, a tensão de

saída do gerador rigorosamente constante. É uma espécie de pequeno gerador, onde seu eixo é em comum com o motor, e possui ímãs de forma que possa produzir uma corrente induzida, desde que os ímãs ainda possuam magnetismo residual. A corrente produzida é na forma de CA e deve passar por um retificador, um conjunto de semicondutores (diodos), com a finalidade de transformar essa corrente em CC para que essa corrente chegue ao campo do alternador, tornando possível a produção da energia no gerador.

É muito importante partir o gerador regularmente, evitando que perca o magnetismo residual, o que resultaria na não produção de energia pelo gerador.

O gerador, por sua vez, é o responsável por fornecer a energia produzida ao quadro elétrico principal, agora em forma de CA novamente.

E para que essa energia seja entregue ao QEP de maneira correta, com seu devido valor de tensão, existe também um equipamento imprescindível que chamamos de AVR (Automatic Voltage Regulator). Tem como função receber informação do QEP sobre a tensão, e rapidamente faz regulagens, quando necessário, na corrente de excitação, à fim de manter um valor estável de tensão.



Figura 9 - Diesel Gerador Carterpillar.

Fonte: www.google.com.br

Como foi dito anteriormente, dos diesel geradores existem também os geradores de emergência, ou DGE's, os quais assumem um grande papel nas embarcações.

O DGE é um gerador importante e sua manutenção deve ser constante e cuidadosa. Existem regras específicas para ele na Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (convenção SOLAS de 1974), regras essas que tratam a respeito da sua função, capacidade, e tempo máximo para entrar em atividade em caso de emergência.

Tem como objetivo alimentar o QEE (Quadro Elétrico de Emergência) em caso de emergência, fornecendo energia para todos os equipamentos e iluminação essenciais para navegação segura. Em alguns navios, é possível utilizar a energia do DGE para alimentar o QEP, por um curto período de tempo em casos excepcionais.

Esse gerador é acionado pela automação do navio em casos de “blackout”. Devido a uma regra da SOLAS, não fica localizado na praça de máquinas, e por sua localização ser em um convés superior, não utiliza sistema de arrefecimento por água salgada, devido a capacidade de aspiração das bombas. Seu sistema de arrefecimento é simples, se assemelha com o de um carro de passeio, com o uso de um radiador. O restante dos seus sistemas se assemelha com o de um MCA comum, com bombas de óleo, água doce e combustíveis acopladas ao eixo de manivela por meio de engrenagens, e não dependem de energia elétrica para funcionar.

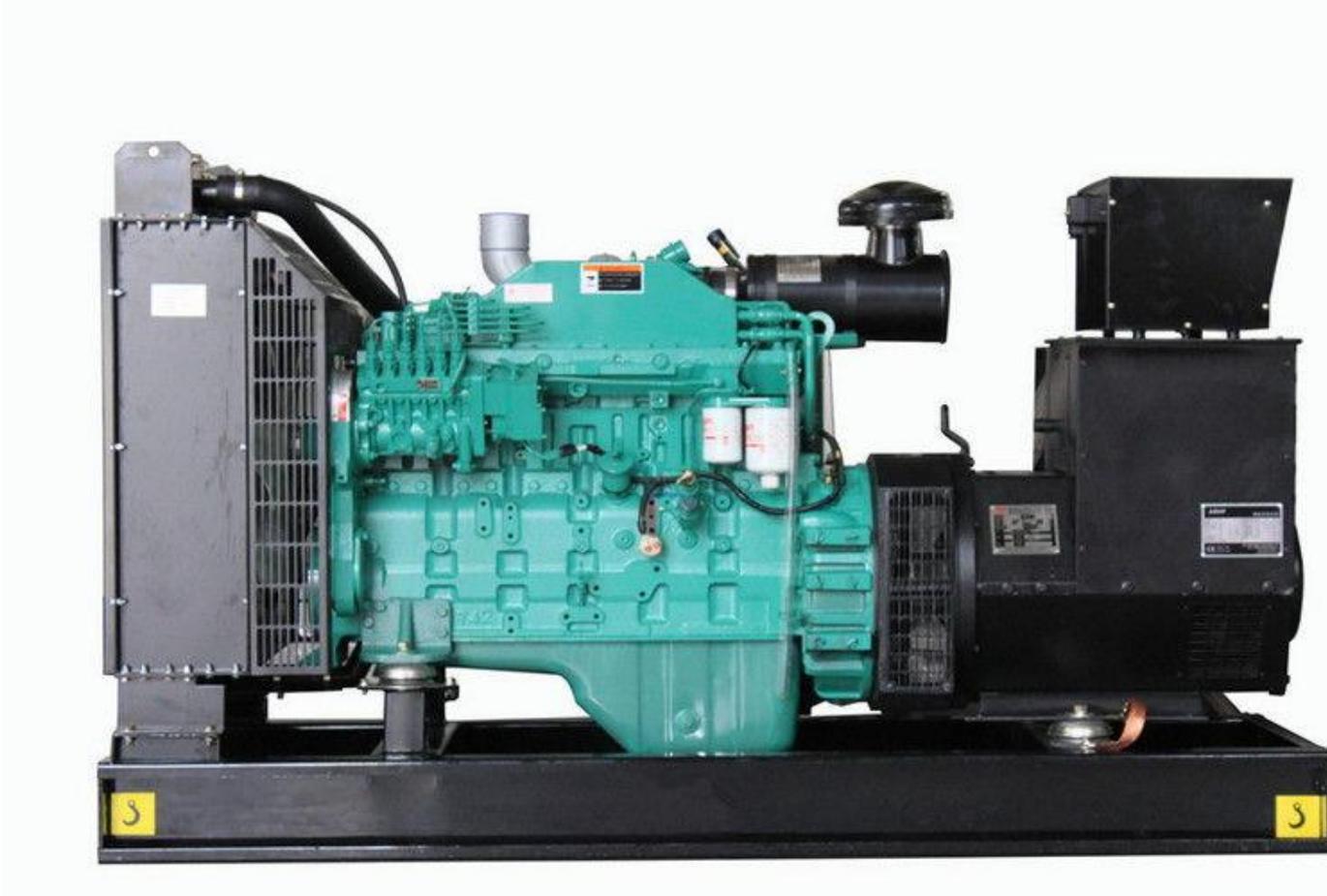


Figura 10 - Diesel Gerador de Emergência

Fonte: www.google.com.br

Por regra, deve possuir dois sistemas independentes de partida, e o mais comum e principal é o de bateria com motor de arranque elétrico. Porém outros sistemas também são utilizados, como hidráulico e pneumático, e deve ser capaz de realizar três tentativas de partida em cada um destes.

Por ser um gerador especial, sua manutenção deve ser rígida e cautelosa, sempre seguindo as especificações do fabricante. Deve-se atentar ao nível de combustível no tanque, ao nível de óleo lubrificante no cárter, e nível de fluido refrigerante no tanque de expansão. Outro cuidado a ser tomado é com seu tempo de funcionamento. Por ser um motor que entra em atividade imediatamente, sem aquecimento prévio, ou utilização de catraca, seu desgaste é muito intenso, e seu limite máximo de horas de funcionamento é muito inferior aos de outros diesel geradores.

4.2 Gerador de Eixo

Conhecido como gerador de eixo, este equipamento funciona semelhantemente ao alternador de um veículo automotor comum que vemos no nosso cotidiano. Nada mais é do que um gerador que aproveita a energia da combustão do MCP (Motor de Combustão Principal) para a produção de energia elétrica.

A diferença, é que no caso do alternador de um carro, por exemplo, o alternador está conectado ao motor por meio de correia, e está sempre em funcionamento, alimentando a bateria e todo o sistema elétrico de 12 volts CC do carro. Já no caso do modelo marítimo, pode ser conectado ou desconectado do MCP, dependendo da necessidade. Para isso, é necessário o uso de uma caixa de transmissão, e uma conexão, chamada de “clutch” ou simplesmente acoplamento.

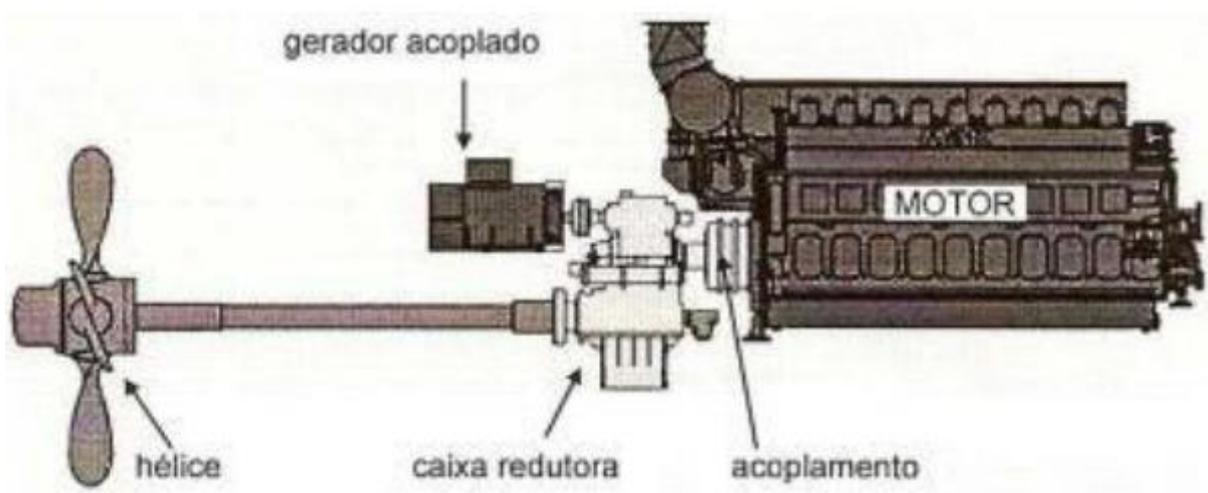


Figura 11 - Gerador de eixo, acoplamento (clutch) e caixa redutora

Fonte: www.google.com.br

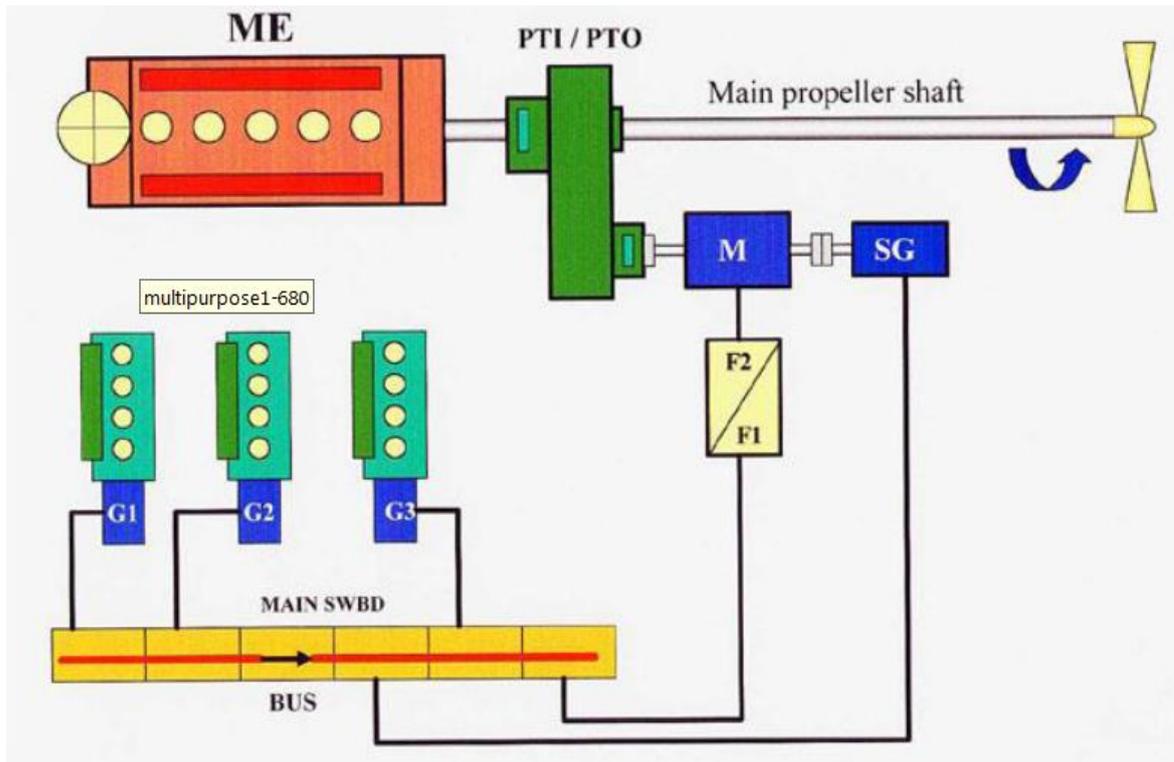


Figura 12 - Sistema simples de um gerador de eixo

Fonte: www.wikipedia.com

Na figura podemos observar o termo PTI/PTO. Isto se refere aos dois tipos de operação que esse tipo de gerador está disposto. Quando operando em PTI (Power Take In), há um aumento na energia mecânica disponível na embarcação, já que motores elétricos atuam na redutora, de modo a aumentar a potência do MCP. Este modo é utilizado quando há a necessidade de uma grande potência de tração no navio. Somente quando funciona em modo PTO (Power Take Off), é que se produz energia elétrica. Neste modo, a redutora é movimentada pelo MCP, e direciona a energia produzida pela queima dos gases no motor principal para um eixo que está conectado a um gerador. Dessa maneira aumentamos a potência elétrica disponível na embarcação.

Este tipo de gerador presente na grande maioria dos navios atuais, e é encontrado tanto em embarcações de grande porte, como navios cargueiros, quanto em embarcações “Offshore”, com MCP’s de menor potência e tamanho.

Como vantagens, podemos citar o fato de que sua manutenção é simples possui um baixo custo, tendo em vista que a principal preocupação é com a lubrificação e, diferente dos diesel geradores, não possui sistemas auxiliares, apenas sua transmissão e seu eixo que são conectados ao motor principal. Outro fato importante é a economia no espaço, já que é um

gerador de tamanho reduzido se comparado a um MCA. Também é importante o fato da economia de combustível, já que este gerador não necessita de combustão própria, apenas aproveita a combustão já realizada no MCP.

Porém, aproveitar a energia proveniente do motor principal não é assim tão simples. Existem algumas desvantagens. A principal delas é que o gerador não é capaz de produzir energia enquanto o MCP não estiver em funcionamento. Neste caso os outros geradores devem compensar esta perda. Outro inconveniente é o fato de o gerador de eixo gerar um excesso de carga no motor principal, resultando em um desgaste e, conseqüentemente, aumentando o seu consumo específico de óleo combustível, consumo de óleo lubrificante. Ainda leva-se em consideração que devido a diferença de esforços do hélice, o qual, em momento de tempestades, hora pode estar fora d' água e hora dentro, haverá mudanças na frequência da tensão gerada pelo gerador de eixo. Por exemplo: quando o hélice estiver saindo d' água a carga do MCP diminuirá bruscamente, conseqüentemente a frequência do gerador aumentará na mesma proporção, isso não é viável para um navio que precisa de uma energia gerada com uma frequência constante; nesse caso também será necessário outros tipos de geradores a bordo além do gerador de eixo.

4.3 Turbo Gerador

A turbina à vapor é um equipamento feito para obter trabalho mecânico da energia armazenada no vapor. O vapor entra na turbina com uma grande energia e sai depois de ceder a maior parte dela. O vapor de alta pressão da caldeira é expandido em pequenas palhetas (ou bicos) para criar jatos de vapor de alta velocidade. A pequena palheta ("nozzle" na figura abaixo) age para converter energia térmica do vapor em energia cinética . Este jato é direcionado às palhetas montadas nas periferias da roda ou disco. A forma das palhetas causa uma mudança na direção e esse é o motivo de uma grande velocidade do jato de vapor. Agora uma mudança na velocidade para uma dada vazão de massa de vapor produzirá uma força que age para girar a roda da turbina, por exemplo vazão de massa de vapor (kg/s) x mudança na velocidade (m/s) = força (kg m/s²).

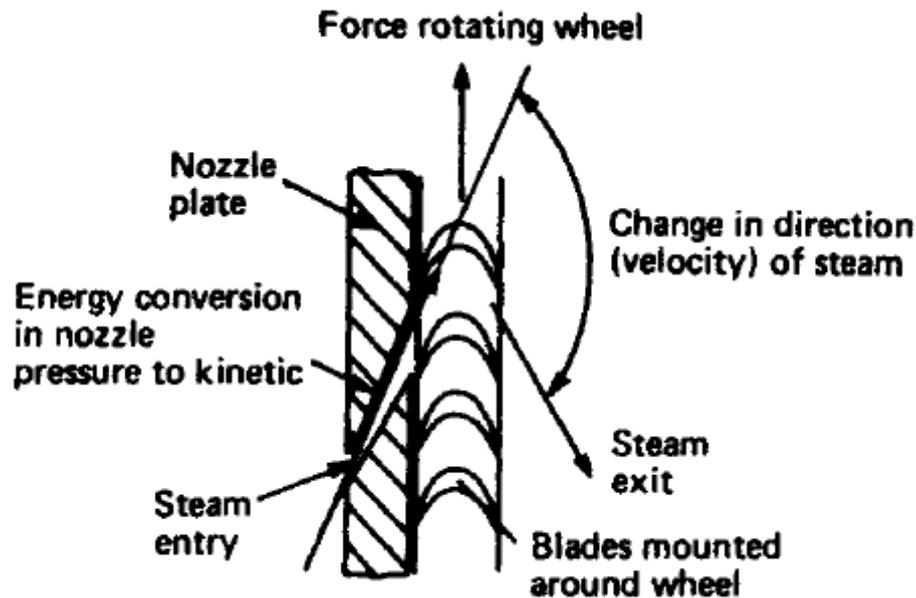


Figura 13 - Conversão de energia numa turbina à vapor

Fonte: Introduction to Marine Engineering, pag. 53

A turbina acionada pelo fluxo de vapor superaquecido é conectada por um eixo comum à um gerador. Essa é a ideia básica de um turbo gerador. Sua construção é um pouco mais complexa do que esta definição, e existem diferentes tipos de turbinas com ampla variedade de tamanhos e potências, e diferentes pressões de trabalho.

O turbo gerador é um equipamento que só pode ser encontrado em alguns navios específicos que, além de possuírem caldeira, devem ser capazes de produzir vapor superaquecido.

É um gerador de complexo funcionamento, onde devem ser observados, a todo o momento, detalhes como pressão de vapor, vedação, lubrificação dos rolamentos, temperatura do vapor, velocidade de rotação da turbina, e presença de água e vapor saturado na turbina. A utilização do vapor superaquecido é o que nos garante que este não venha a se condensar nas turbinas e nem na rede, o que poderia vir a ser um problema grave e de difícil reparo. O fabricante estipula os valores e a capacidade do gerador, e deve ser tomado o cuidado para que os valores especificados não fujam de controle, dessa maneira o turbo gerador poderá funcionar com seu melhor desempenho sem apresentar problemas.

A principal vantagem é que como a caldeira deve ser sempre mantida em funcionamento, e a própria caldeira utiliza os gases de escape do MCP para produção de vapor, esse vapor

devidamente tratado é capaz de gerar energia, economizando uma grande quantidade de óleo combustível que seria utilizado nos diesel geradores.



Figura 14 - turbo gerador de 9.860kW

Fonte: www.google.com.br

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como intenção informar como funciona a geração de energia, desde os princípios mais básicos, como o gerador elementar, aos mais sofisticados, como nas usinas hidrelétricas ou geradores de bordo, tendo em vista o quão importante tem sido a geração de energia nos dias de hoje.

Entendendo o funcionamento do gerador elementar, pode-se compreender o princípio de funcionamento de todos os geradores, pois são todos baseados no princípio da indução eletromagnética. A intenção de ressaltar o princípio físico por trás de um gerador deve-se ao fato de que é necessário ter um entendimento completo de um equipamento quando se trata de manutenção, condução, etc.

As diferentes formas de energia presentes a bordo e suas respectivas formas de geração foram abordadas a fim de se entender como a embarcação pode reagir em uma situação de emergência, por exemplo, tendo em vista como funciona o sistema transitório, e a separação de cargas essenciais e não essenciais.

Foi apresentado também os diferentes tipos de geradores a bordo, com o intuito de deixar o leitor familiarizado com os principais tipos de geradores que podem existir a bordo. Todo esse trabalho apresenta a grande importância do entendimento e conhecimento de geração de energia não só numa embarcação como também nas grandes usinas de energia, as quais distribuem energia pelo Brasil a fora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- VAN VALKENBURGH, NOOGER, NEVILLE. **Eletricidade Básica, Vol 5, Ano 1960.**
- 2- BERTIL, IBRAHIM, JESSE. **Módulo Sistemas Elétricos Marítimos, Vol. 3, Ano 2008.**
- 3- TAYLOR, D. A. **Introduction to Marine Engineering, Vol. único, Ano 2005.**
- 4- http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_el%C3%A9trica Acesso em: 25 jun. 2014
- 5- http://pt.wikipedia.org/wiki/Gera%C3%A7%C3%A3o_de_energia Acesso em: 23 jun. 2014
- 6 - http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_termoel%C3%A9trica Acesso em: 20 jun. 2014
- 7- <http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm> Acesso em: 10 jun. 2014