

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

JOÃO MARCOS BENTO GOMES

**GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS ELÉTRICAS A BORDO DOS NAVIOS
MERCANTES**

RIO DE JANEIRO

2014

JOÃO MARCOS BENTO GOMES

**GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS ELÉTRICAS A BORDO DOS NAVIOS
MERCANTES**

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 (a): MSC Eng Paulo Roberto Batista Pinto

RIO DE JANEIRO
2014
JOÃO MARCOS BENTO GOMES

**GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS ELÉTRICAS A BORDO DOS NAVIOS
MERCANTES**

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.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: MSC Eng Paulo Roberto Batista Pinto

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, meus pais, meus professores e a todos os meus amigos aqui da escola. Todos tiveram participação fundamental na minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meus pais e ao mestre Paulo Pinto, por terem tornado esse trabalho possível.

Não tente se tornar um homem de sucesso, ao invés disso tente se tornar um homem de valor.
(Albert Einstein)

RESUMO

O sistema de distribuição de cargas elétricas é bastante complexo a bordo dos navios mercantes atuais. Para total entendimento desse sistema devemos estudar todos os seus ramos de atuação, desde a geração até os consumidores finais. Com o avanço da tecnologia e da demanda de energia nas operações dos navios modernos, a distribuição elétrica se faz fundamental para a operação plena dos navios mercantes. Quando fazemos uso de altas tensões, como é o caso dos navios, critérios de segurança devem ser rigorosamente respeitados, por isso serão citadas as normas técnicas de segurança em vigor na atualidade.

ABSTRACT

The electrical distribution system is a very complex system in the Merchant vessels nowadays. For us to fully understand this system, we should study all the areas where it actuate, since the generation until the final consumers. With the advance of the tecnology and the demand of energy due to the complexity of the operations. When we make use of the high voltages, like our current vessels, security measures should be strictly followed, that's why the current regulation will be mentioned as well.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Comportamento da corrente alternada.....	12
Figura 2 - Nikola Tesla.	12
Figura 3 - Ilustração de um ciclo de onda.	13
Figura 4 - Ilustração de Amplitude Máxima	14
Figura 5 - Quadro elétrico principal de um navio.	15
Figura 6 - Diversos tipos de cabos elétricos.	16
Figura 7 - Esquema de um Diesel Gerador.....	18
Figura 8 - Ilustração de um Diesel Gerador	19
Figura 9 - Ilustração de um DGE.....	20
Figura 10 - Ilustração de um Gerador de Eixo	22
Figura 11 - Esquema simplificado de um Gerador de Eixo.	22
Figura 12 - Ilustração de um Turbo Gerador.....	24
Figura 13 - Barramento principal com 440v e 60hz do simulador de máquinas.....	27
Figura 14 - Ilustração de um Quadro Elétrico de Emergência.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 TIPO DE CORRENTE UTILIZADA NOS NAVIOS	11
2.1 Corrente Alternada ou Corrente Contínua?	11
2.2 Características da Corrente Alternada	13
2.2.1 Período e Frequência	13
2.2.2 Amplitude Máxima	14
2.2.3 Valor Eficaz.....	14
3 CONSTRUÇÃO E PLANEJAMENTO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO.....	15
4 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A BORDO DOS NAVIOS MERCANTES....	17
4.1 Diesel Gerador.....	17
4.2 Diesel Gerador de Emergência.....	20
4.3 Gerador de Eixo.....	21
4.4 Turbo Gerador.....	24
5 DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA E SEUS SUBSISTEMAS.....	26
5.1 Quadro Elétrico Principal	26
5.2 Quadro Elétrico de Emergência	28
5.3 Consumidores Gerais	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é essencial para todos os navios modernos, especialmente os mercantes. Toda sua operação depende dela, o nível de eficiência de uma embarcação mercante nos dias atuais está diretamente relacionada a geração e distribuição de energia elétrica. Um navio mercante pode ser comparado a uma planta elétrica móvel. Dentre as muitas aplicações da energia elétrica a bordo podemos citar as operações de carga e descarga de materiais, operação da máquina do leme, radares, comunicação, conforto da tripulação dentre outra infinidade de funções.

Devido ao grande risco relacionado a cargas elétricas, medidas de segurança devem ser observadas e cumpridas rigorosamente. Por isso nesse trabalho também serão citadas as normas de segurança vigentes. Instalações elétricas em navios fazem uso de altas voltagens o que podem causar lesões graves e até mesmo fatalidades quando o operador não conhece os equipamentos ou de alguma forma age de maneira displicente no exercício de alguma manobra.

O sistema de distribuição é a comunicação entre o gerador que produz a energia elétrica e os equipamentos que fazem uso dessa energia. O sistema de distribuição também protege (através de dispositivos de proteção) o circuito e os geradores de falhas na geração ou na conexão com os equipamentos.

Corrente alternada ou contínua? O sistema principal de alimentação instaladas nos navios é de corrente alternada (AC). Sistemas de distribuição que utilizam a corrente contínua (DC) são usados em sistemas auxiliares. Pequenas redes de corrente contínua, geradas através dos retificadores ou motores geradores, são utilizadas nas tomadas para carregar baterias em geral, UPS, automação e iluminação.

A maioria dos equipamentos a bordo das embarcações mercantes é movida a partir da energia elétrica, o que gera uma imensa demanda da mesma. Isso faz com que a rede de distribuição elétrica se torne um assunto muito importante na hora de se projetar um navio.

2 TIPO DE CORRENTE UTILIZADA NOS NAVIOS

2.1 Corrente alternada ou Corrente Contínua?

Existem basicamente dois tipos de energia empregadas a bordo das embarcações. A corrente alternada e a corrente contínua. Desde o início da história da eletricidade que se iniciou a questão da opção entre a corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA). A partir de 1882, a CA foi adotada para o transporte e distribuição de energia elétrica em larga escala, pelas seguintes razões:

- a) A elevação e o abaixamento de tensão são mais simples. Para reduzir as perdas energéticas no transporte de energia elétrica é necessário elevar o valor da tensão. Posteriormente, para a distribuição dessa energia elétrica aos consumidores, é necessário voltar a baixar essa tensão. Para isso, utilizam-se transformadores elevadores e abaixadores de tensão, de construção bastante simples e com bom rendimento. O processo de reduzir e aumentar a tensão em CC é bem mais complexo, embora hoje em dia existam sistemas eletrônicos capazes de realizar essa tarefa (embora com limitações de potência);
- b) Os alternadores (geradores de CA) são mais simples e têm melhor rendimento que os dínamos (geradores de CC);
- c) Os motores de CA, particularmente os motores de indução, são mais simples e tem melhor rendimento que os motores de CC;
- d) A CA pode ser convertida facilmente em CC por meio de sistemas retificadores.
- e) A CC não tem a capacidade de ser distribuída eficazmente por longas distâncias, o que faz com que a CA seja amplamente utilizada não só nos navios mas na indústria em geral

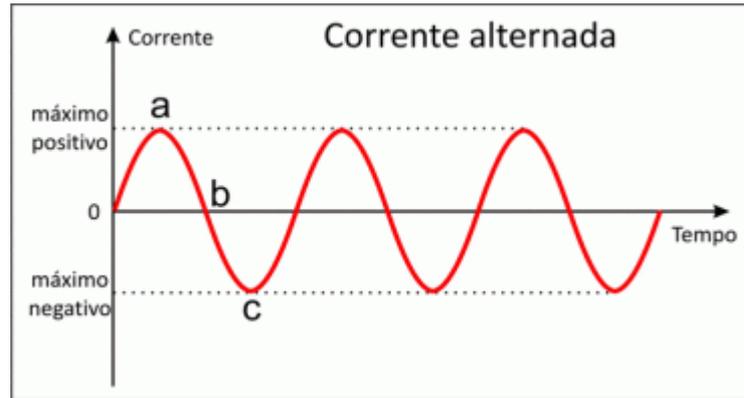


Figura 1 - Comportamento da corrente alternada.

O desenvolvimento da tecnologia que é a corrente alternada foi revolucionária. Quando Nikola Tesla surgiu com a ideia, e a Westinghouse company comprou a descoberta, a distribuição elétrica em Nova York foi toda alterada. Os aglomerados de fios que antes cobriam até a luz do sol nas ruas passou a ser de muito mais compactos.

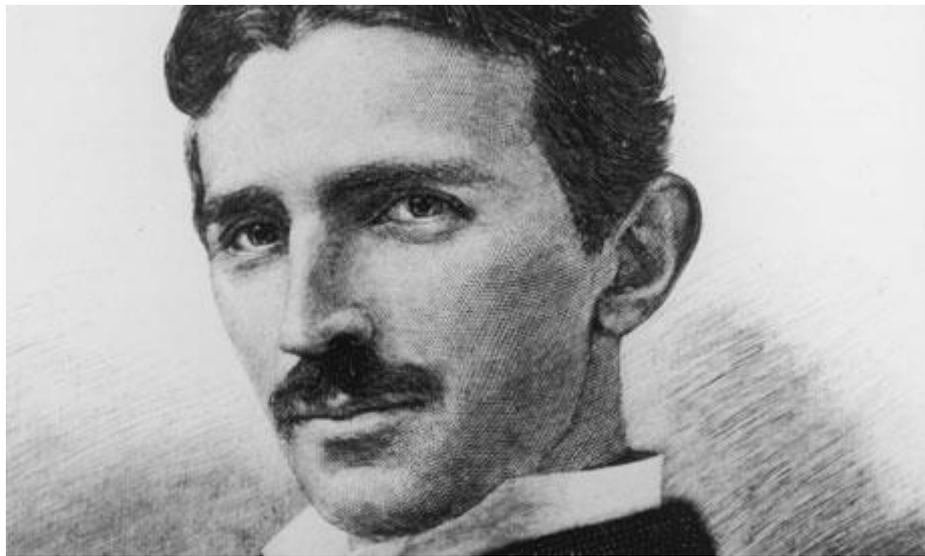


Figura 2 - Nikola Tesla

2.2 Características da Corrente Alternada

2.2.1 Período e Frequência

A CA se repete periodicamente (ciclicamente), uma das características fundamentais é o valor do intervalo de tempo entre repetições (ou ciclos), ou seja, o período (T), cuja unidade é o segundo (s).

A CA é gerada normalmente por máquinas rotativas, o que resulta em uma onda senoidal. Essa onda viaja do positivo ao negativo conforme o alternador desenvolve uma rotação de 360° .

É comum utilizarmos outra característica da CA, inversamente proporcional ao período, a frequência (f). Esta grandeza representa o número de ciclos que ocorre num segundo e a sua unidade é o Hertz (Hz).

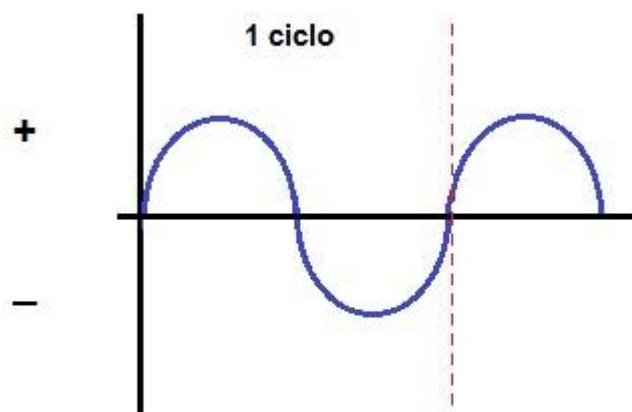


Figura 3 - Ilustração de um ciclo de onda.

2.2.2 Amplitude Máxima

A amplitude máxima, também designada por valor máximo ou valor de pico é o valor instantâneo mais elevado atingido por uma grandeza periódica (tensão, corrente, f.e.m., etc.). Podem ser consideradas amplitudes máximas positivas e negativas.

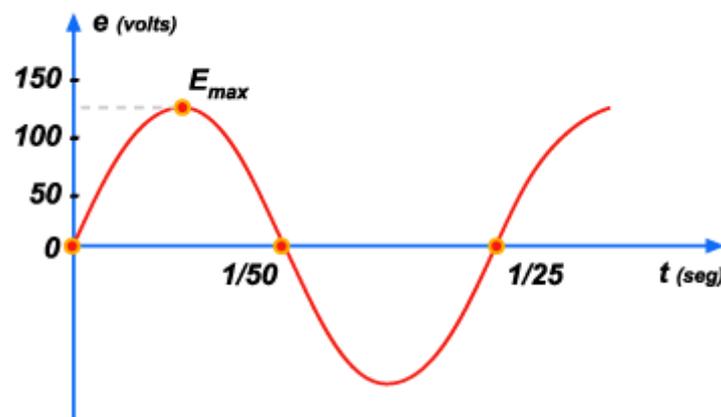


Figura 4 - Ilustração de Amplitude Máxima

2.2.3 Valor Eficaz

O valor eficaz de uma grandeza alternada é o valor da grandeza contínua que, para uma dada resistência, produz, num dado tempo, o mesmo Efeito Joule (calorífico) que a grandeza alternada considerada.

No caso de grandezas alternadas senodais, o valor eficaz é 0,707 vezes menor que o valor máximo, independente da frequência.

3 CONSTRUÇÃO E PLANEJAMENTO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

O padrão normal de construção de instalações elétricas a bordo de navios envolve a montagem de cabos elétricos, a instalação de quadros, caixas com órgãos de comando, proteção e medida, aparelhagem diversa, conversores, transformadores, etc.



Figura 5 - Quadro elétrico principal de um navio.

Envolve igualmente a execução de terminais na cablagem elétrica, a identificação dos respectivos circuitos e a correspondente ligação aos equipamentos, quer para alimentação elétricas, quer para transmissão de sinais eletrônicos (neste último caso envolve igualmente os circuitos de fibra óptica que começam a ter aplicação em navios tal com têm tido em aplicações terrestres e aeronáuticas).

Em geral, os cabos elétricos correm no interior do navio, fixados com braçadeiras em calhas elétrica (em locais onde existam líquidos ou em porões, os cabos são instalados dentro de tubos; assim como para os encanamentos, a passagem de anteparas e pavimentos estanques envolve dispositivos especiais, característicos de aplicações navais.

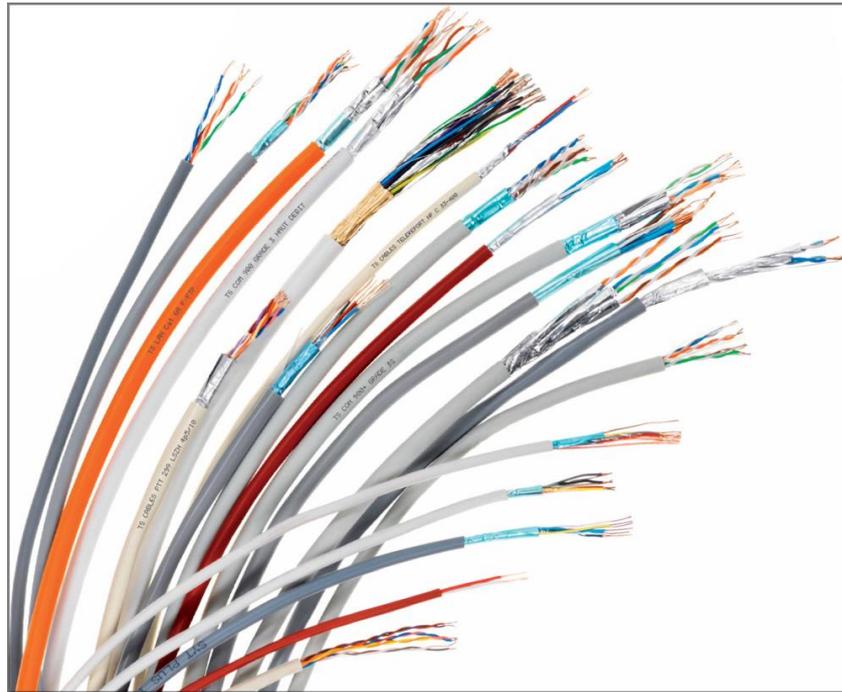


Figura 6 - Diversos tipos de cabos elétricos.

Um aspecto importante a considerar é a compatibilidade eletromagnética dos diversos circuitos, em particular os circuitos de sinais de comando e controle relacionados a cabos onde se transmitem radio frequências, em consequência dos estudos de compatibilidade eletromagnética, devem ser de cabos blindados em determinados circuitos para evitar os efeitos negativos das interferências, notadamente em circuitos de sinal de comando.

O crescente uso da automação a bordo dos navios tem implicado em um aumento significativo da importância das instalações elétricas, que são vitais para a segurança de operação e para o eficaz funcionamento do navio.

4 - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A BORDO DOS NAVIOS MERCANTES

Antes de falarmos sobre a distribuição em si da energia elétrica nos navios, devemos explicar como essa energia será gerada. A bordo dos navios são usados os geradores. Os geradores são máquinas que recebem energia mecânica proveniente de um acionador (turbina, motos diesel, catavento, etc.) e gera energia elétrica para um sistema elétrico, no caso o nosso navio.

Pequenos sistemas (veículos, metrô, submarinos, etc.) podem receber energia proveniente de motores de CC. Porém grandes quantidades de energia são demandadas pelos navios, por isso são utilizados os geradores de CA, os chamados Alternadores.

Nos sistemas atuais, o acionador movimenta também um gerador complementar denominado excitatriz, que provê energia para produzir um campo magnético dentro do alternador, necessário a conversão.

Em navios a vapor, são utilizadas as turbinas a vapor. O sistema é composto por uma turbina a vapor, uma engrenagem redutora, um alternador e uma excitatriz. A engrenagem redutora se faz necessária para reduzir as altas rotações das turbinas a vapor, que são limitadas pela frequência da tensão do sistema elétrico (geralmente em torno de 3600rpm) enquanto a turbina gera altas velocidades (por exemplo, 11000 rpm).

4.1 Diesel Gerador

Os geradores do tipo Diesel são os mais comuns e dominantes. São máquinas de combustão que utilizam o combustível Diesel para a geração de movimento. São utilizados os MDO (*Maritime Diesel Oil*) e o HFO (*Heavy Fuel Oil*), para alimentação dessas máquinas.

Dentro da categoria podemos citar os MCA's (Motores de Combustão Auxiliar) e os geradores de emergência, chamados de DGE (*Diesel Generator of Emergency*). Ambos tem o mesmo princípio de funcionamento, mas possuem diferenças no que tange a manutenção e

utilização. A construção desse tipo de gerador é subdividida em três partes: motor, gerador e excitatriz.

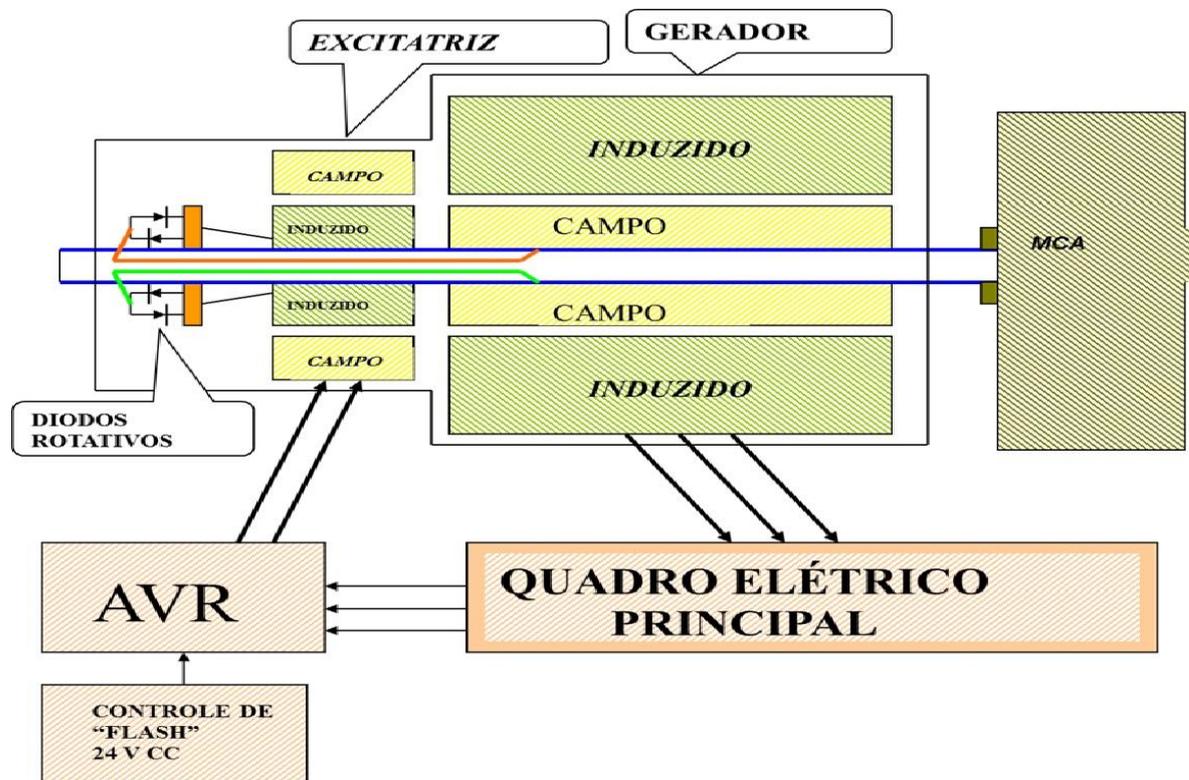


Figura 7 - Esquema de um Diesel Gerador.

O motor tem a função de transformar a energia térmica obtida através da combustão do combustível em movimento e transmiti-la 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.

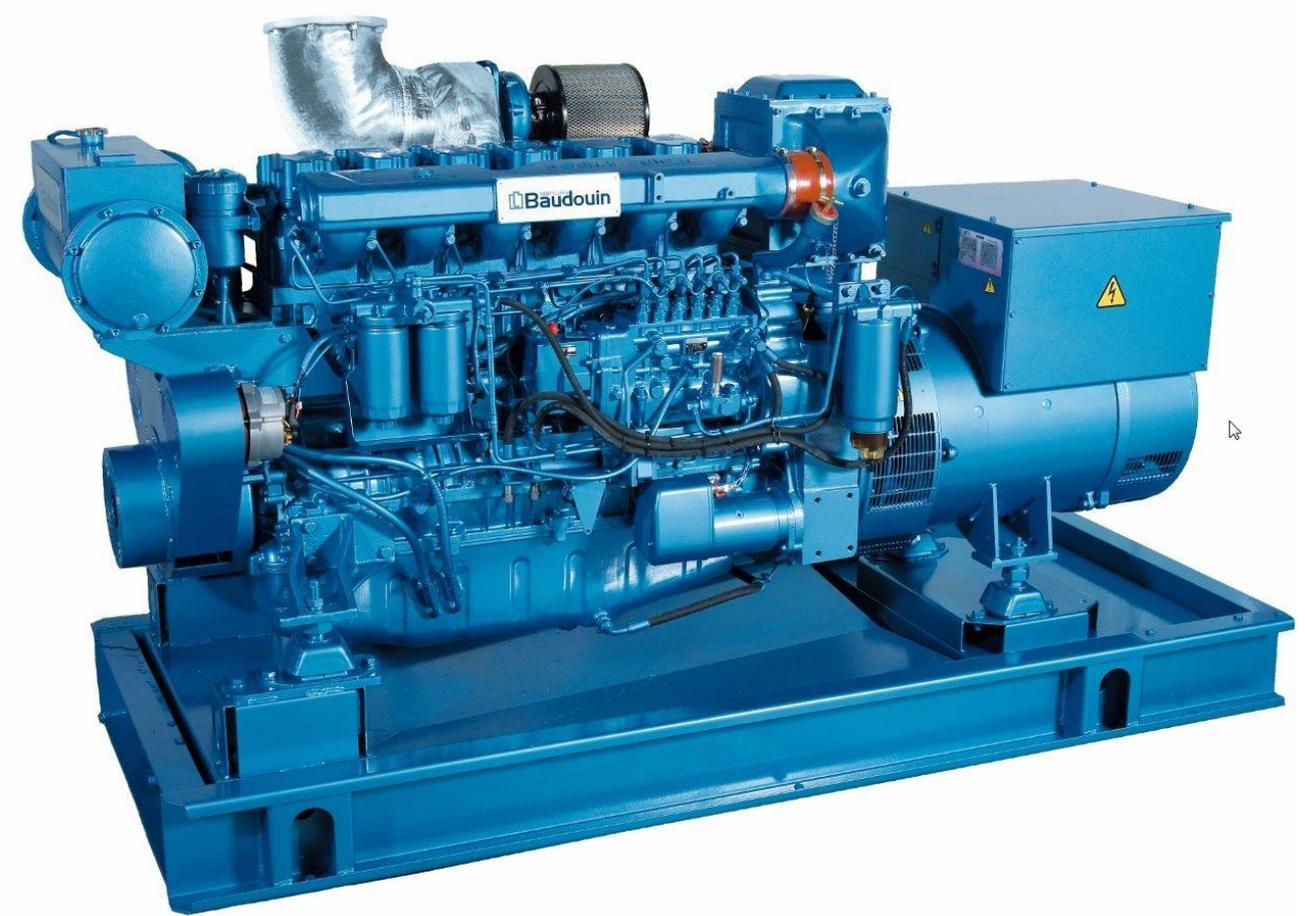


Figura 8 - Ilustração de um Diesel Gerador

4.2 Diesel Gerador de Emergência

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 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.



Figura 9 - Ilustração de um DGE.

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.

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.

4.3 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 para a produção de energia elétrica.

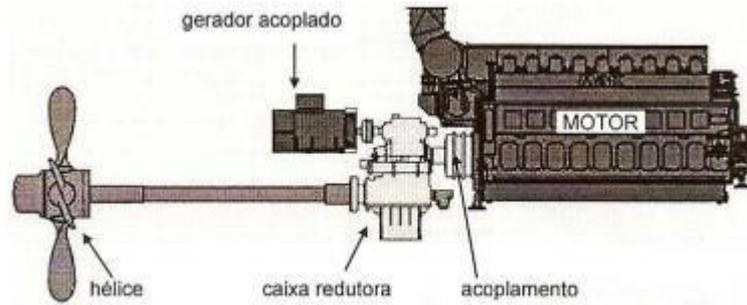


Figura 10 - Ilustração de um Gerador de Eixo

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.

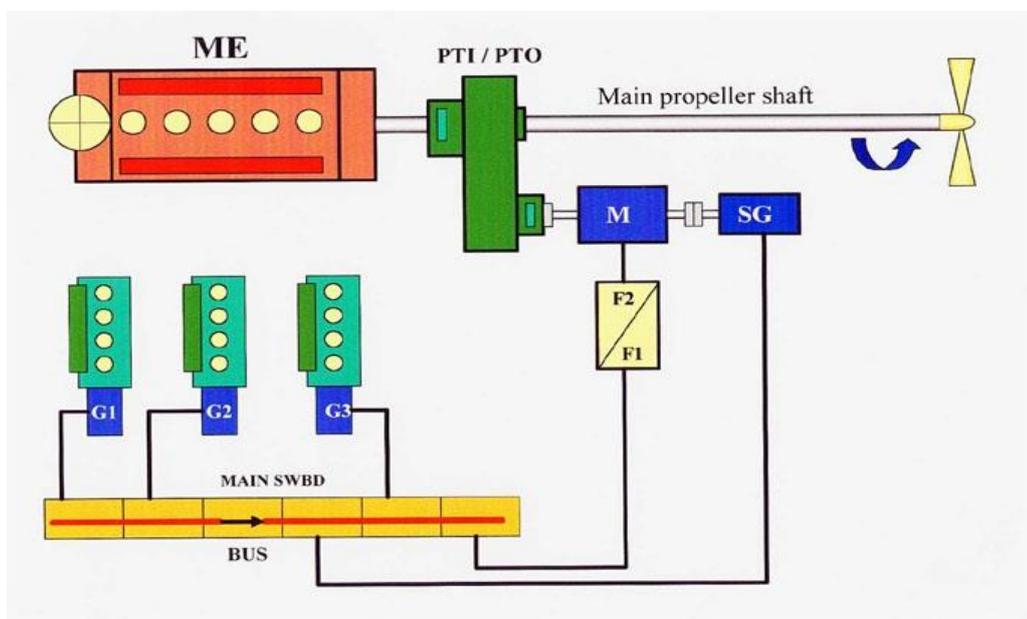


Figura 11 - Esquema simplificado de um Gerador de Eixo.

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, 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, 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.

4.4 Turbo Gerador

Uma turbina acionada pelo fluxo de vapor superaquecido e 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.



Figura 12 - Ilustração de um Turbo Gerador.

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.

5 DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA E SEUS SUBSISTEMAS

5.1 Quadro Elétrico Principal

Entende-se por barramento principal, o barramento que alimenta todos os equipamentos de bordo, e também é ele o responsável por alimentar os equipamentos ligados ao QEE quando o navio se encontra em condições normais. Alguns navios modernos tem este barramento subdividido, essa separação só é exigida em plantas elétricas com mais de 3MW, e em navios com propulsão elétrica com mais de dois eixos. Isso permite que cada um dos eixos permaneça em operação mesmo que o outro seja avariado ou totalmente desligado mas a grande maioria ainda o possui de maneira única.

O QEP é o equipamento onde encontramos informações importantes sobre os geradores que estão alimentando o barramento principal do nosso navio. Ele está localizado no centro de controle de máquinas, e é de fácil acesso para tripulação de máquinas que por ali estiver. Nele é possível observar, por exemplo, os valores de tensão, frequência, potência, corrente, e potência reativa. Também é possível observar o sincronoscópio, sinaleiras de funcionamento e alarmes, botoeiras de parada e partida dos diesel geradores, controle da excitação, “circuit breaker”, regulador de velocidade e o horímetro

A tensão e a frequência são valores que devem permanecer constante, e devem variar o mínimo possível. Existem regras na SOLAS para o limite de variação na tensão e na frequência, com a finalidade de não comprometer a operação segura dos equipamentos dos navios.

Já corrente e a potência são valores variáveis e dependem diretamente da quantidade e do tipo de equipamentos que estão em funcionamento. São valores que devem ser constantemente acompanhados durante a condução e, juntamente com o plano de balanço elétrico, são as ferramentas necessárias para definir quantos e quais geradores devem entrar em barra para determinada operação.

O regulador de velocidade é uma importante ferramenta, e é com ele que podemos fazer o controle da frequência do gerador. Esse controle é importante para que os geradores possam entrar em paralelo corretamente, e também é necessário para a distribuição de carga manualmente.

Cada um dos geradores tem um espaço separado no QEP, e todos eles possuem as ferramentas e indicações supracitadas.

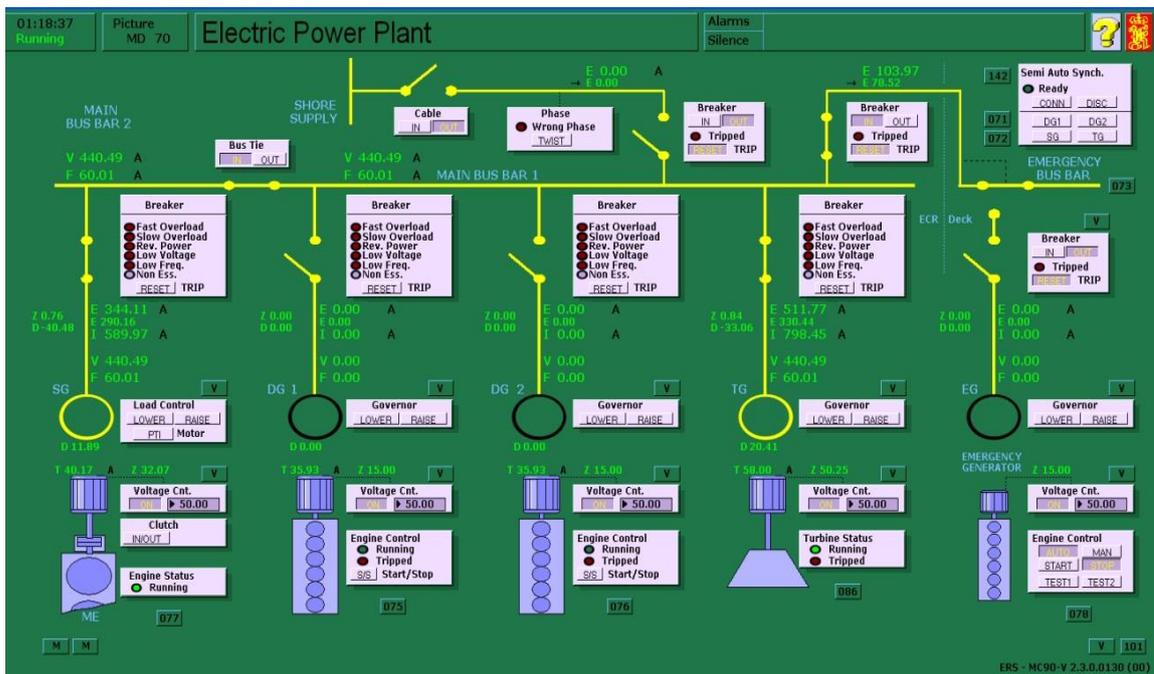


Figura 13 - Barramento principal com 440v e 60hz do simulador de máquinas

Fonte: Autoria própria.

5.2 Quadro Elétrico de Emergência

O barramento de emergência é responsável por alimentar os equipamentos essenciais para navegação segura. Tais como iluminação, sistema de governo, e alguns outros equipamentos que não podem parar seu funcionamento de forma alguma.

Em condições normais, os geradores que alimentam o barramento principal também alimentam o de emergência. Este sempre está em funcionamento. Mas caso ocorra um acidente que faça com que o barramento principal perca sua alimentação, o DGE vai garantir que os equipamentos essenciais continuem recebendo energia. E para controle desses equipamentos, existe um quadro elétrico específico, similar ao QEP, que é o quadro elétrico de emergência (QEE)

No QEE encontramos todos os dados referentes ao DGE e ao barramento de emergência que está sendo alimentado pelo barramento principal. Sua localização fica no convés e, conseqüentemente, a equipe de máquinas fica um pouco afastada na maior parte do tempo, sendo função do eletricista verificar o bom funcionamento do mesmo.



Figura 14 - Ilustração de um Quadro Elétrico de Emergência.

5.3 Consumidores Gerais

Primeiramente, devemos entender que existem separações nos tipos de equipamentos. A primeira dela divide em cargas essenciais e não essenciais, cada uma com seu barramento específico. E dentre essa divisão, ainda separações em equipamentos de força e de iluminação.

O termo usado para barramento de força, se remete a todo o equipamento que utiliza uma tensão mais alta. Tais como bombas, compressores, ventilação da praça de máquinas, guindastes, e etc. Já o barramento denominado de iluminação é mais amplo do que seu nome propriamente dito. Todos os equipamentos que utilizem uma tensão mais baixa do que o barramento de força, se enquadram nessa categoria.

Consumidores como cozinha, aquecimento, refrigeração doméstica, ventilação mecânica, serviço sanitário e aguada são considerados como o mínimo para conforto e habitabilidade, e dentre esses equipamentos existem aqueles que operam tanto no barramento de força quanto no barramento de iluminação. A convenção SOLAS exige que uma única fonte de energia seja capaz de garantir as condições normais de operação e segurança, além do conforto mínimo supracitado.

Tais consumidores, mesmo em grande quantidade, representam uma menor quantidade na demanda de energia se comparados a outros sistemas mais pesados. Mesmo assim, é de suma importância que esta demanda esteja bem especificada no plano de balanço elétrico, e seja devidamente respeitada à fim de manter a boa operação a bordo.

Segue a baixo uma lista dos consumidores em geral, tendo em vista que a sua demanda de energia varia muito com a necessidade. Tal necessidade é estudada e tabelada, fazendo com que assim fique bem claro quais equipamentos e geradores devem operar em cada situação. Tal estudo é chamado de modo de operação.

- a) Praça de máquinas (serviço contínuo): bomba de água salgada, óleo diesel
- b) Praça de máquinas (serviço intermitente): bombas de transferência de óleo diesel

- c) Praça de máquinas (diversos): bombas de esgoto, lastro
- d) Ar condicionado / ventilação / aquecimento
- e) Frigorífica de provisões (equipamentos): compressor, armazenamento para peixes, carnes
- f) Cozinha / copa
- g) Lavanderia
- h) Oficina
- i) Iluminação
- j) Equipamentos náuticos e de auxílio à navegação

Considerações Finais

Percebemos que o sistema de distribuição de cargas elétricas nos navios mercantes atuais são bastante complexos e vitais para o funcionamento dessas embarcações. As operações atuais exigem altas cargas de eletricidade para suas realizações e a qualidade do sistema de distribuição dessas cargas está diretamente relacionado com o quanto os navios serão produtivos.

A segurança é vital na operação desse sistema e todas as normas devem ser seguidas estritamente a fim de serem evitados acidentes no local de trabalho.

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.

Podemos dizer que todos os navios nos dias de hoje, devem possuir um sistema de distribuição funcional e com a manutenção em dia, ainda mais com o crescimento de navios com propulsão elétrica e outros que possuem equipamentos com alto consumo de energia, como guindastes para o manuseio de contêineres e outros materiais pesados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

POPPIUS, Eduardo Bertil; IBRAHIM, Éden Gonzalez; COSTA; Jesse Werner – **Sistemas Elétricos Marítimos**. 1ed, Rio de Janeiro: DPC, 2008

MARTINS, Tatiana; SIQUEIRA, Matheus - **Produção Acadêmica – Relatório de Projeto de Sistemas Oceânicos II** – 2011 site da Ufrj -
<http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2011/Tatiana_Matheus/relat2/Relat2.htm> - acessado em: 26 jul. 2013

IBRAHIM, Éden Gonzalez – **Sistemas de Energia Elétrica dos Navios Mercantes**. 3ed, Rio de Janeiro: CIAGA, 2004

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.

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

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.

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