

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

**Arquitetura dos Sistemas Elétricos de Emergência dos Navios  
da Marinha Mercante**

**Por: Guilherme Rabello de Oliveira**

**Orientador**

**Prof. Eden Gonzalez Ibrahim**

**Rio de Janeiro**

**2012**

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

**Arquitetura dos Sistemas Elétricos de Emergência dos Navios  
da Marinha Mercante**

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

Por: Guilherme Rabello de Oliveira

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

**AVALIAÇÃO**

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): \_\_\_\_\_

NOTA - \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

\_\_\_\_\_

Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_

Prof. (nome e titulação)

\_\_\_\_\_

Prof. (nome e titulação)

NOTA: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a conclusão deste trabalho a minha família, e amigos por me darem força e incentivarem a sempre continuar a seguir meu caminho.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia a todos os meus amigos de escola que me acompanharam nestes três anos de curso, trazendo momentos de alegria, apoio e satisfação.

## RESUMO

Este trabalho começa apresentando a história da eletricidade, desde as suas primeiras descobertas empíricas, passando pelas primeiras leis importantes como as de Faraday e Ohm, até chegar ao avanço tecnológico que temos hoje.

Em seguida falaremos sobre alguns geradores usados a bordo, indicando o tipo de conversão energética que fazem, mostrando suas principais características e apresentando seus funcionamentos e utilização.

Depois trataremos sobre o sistema elétrico principal, suas generalidades, disposições gerais e circuitos de energia.

Falaremos também sobre o sistema elétrico de emergência usado a bordo, seus principais elementos como: Diesel gerador, sistema transitório e GMDSS; analisando também como é seu processo de funcionamento e o que ele faz funcionar após uma emergência.

E finalmente encerramos com a determinação da demanda elétrica, a criação de um sistema produtor de energia eficiente e capaz de suportar a demanda exigida nos permitindo aquilo que é chamado de balanço elétrico de energia a bordo.

Palavras chave: eletricidade, navios, sistemas, principal, emergência, demanda, consumo.

# ABSTRACT

This paper begins by presenting the history of electricity, from its first empirical findings, by first passing important laws such as Faraday and Ohm, until you reach the technological advances we have today.

Then we'll talk about some generators used on board, indicating the type of energy conversion that are showing their main characteristics and presenting its workings and use.

After deal on the main electrical system, its generalities, general provisions and energy circuits.

We will also talk about the emergency electrical system used on board, as its main elements: Diesel generator, transitional system and GMDSS; also analyzing how their process of operation and it does work after an emergency.

And finally we end with the determination of the electrical demand, creating a system producing energy efficient and able to withstand the demands required in allowing what is called the electrical balance of power on board.

Keywords: electricity, ships, systems, primary, emergency, demand, consumption.

# EPÍGRAFE

*“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade.”*

ALBERT EINSTEIN

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO OU PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

# **SUMÁRIO**

## **INTRODUÇÃO**

## **CAPÍTULO I – HISTÓRIA DA ELETRICIDADE**

## **CAPÍTULO II – TIPOS DE GERADORES**

### **2.1 GERADORES QUE CONVERTEM ENERGIA MECÂNICA EM ELÉTRICA**

### **2.2 GERADORES QUE CONVERTEM ENERGIA QUÍMICA EM ELÉTRICA**

## **CAPÍTULO III – SISTEMA ELÉTRICO PRINCIPAL**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

### **3.2 GENERALIDADES**

### **3.3 DISPOSIÇÕES GERAIS**

### **3.4 CIRCUITO DE FORÇA**

### **3.5 CIRCUITO DE CONTROLE**

## **CAPÍTULO IV – SISTEMA ELÉTRICO DE EMERGÊNCIA**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

### **4.2 DIESEL GERADOR DE EMERGÊNCIA**

### **4.3 SISTEMA TRANSITÓRIO**

### **4.4 GMDSS**

### **4.5 ACENDENDO UM NAVIO APAGADO**

#### **4.5.1 PRIMEIRO EVENTO QUANDO O NAVIO APAGA**

#### **4.5.2 SEGUNDO EVENTO QUANDO O NAVIO APAGA**

#### **4.5.3 TERCEIRO EVENTO QUANDO O NAVIO APAGA**

## **CAPÍTULO V – SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

### **5.1 INTODUÇÃO**

### **5.2 DEMANDA ENERGÉTICA DAS EMBARCAÇÕES**

### **5.3 BALANÇO ELÉTRICO**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

# INTRODUÇÃO

Em “terra” ou “a bordo” a eletricidade é extremamente importante de modo que somos totalmente dependentes dela.

Ficar sem luz em terra já é um fator extremamente irritante e preocupante, imagine quando isso acontece a bordo; todos os sistemas de navegação, todas as máquinas que dependem de eletricidade, todas as luzes de bordo, imagine se nada funcionar porque não tem luz e o navio ficar a deriva. Imagine isso no meio da noite.

Para evitar isso é que na criação e concepção do navio deve-se saber todos os elementos que consumirão energia e todas as máquinas que irão produzi-la de modo que toda a demanda seja suprida.

Além disso, um sistema de emergência para casos em que o sistema principal não funcione deve ser projetado de modo que todos os cuidados sejam providos de modo que ele possa funcionar mesmo que o outro não funcione.

Tudo isso e mais um pouco veremos aqui. Seja bem vindo a bordo!

# CAPÍTULO I

## HISTÓRIA DA ELETRICIDADE

Desde a antiguidade as propriedades elétricas de alguns materiais, por mais que não fossem entendidas, já eram conhecidas. A origem da palavra eletricidade deriva do vocábulo grego “elektron”, como resultado das experiências vividas pelos homens daquela época, que mostravam a atração que fibras de lã depois de atritadas geravam sobre partículas de pó de âmbar.

William Gilbert foi o primeiro a estudar sistematicamente a eletricidade e o magnetismo. Atribuiu ao fato da atração entre materiais a existência de uma força que ele denominou de elétrica. A essa força determinou a existência de um “fluido” que, sendo removido do corpo por fricção deixava uma “emanação”, que geraria atração. Se substituirmos a palavra “fluido” por “carga” e a emanação por “campo elétrico”, percebemos que, por mais que a linguagem de Gilbert fosse inadequada sua noção se aproxima daquilo que sabemos hoje.

Existem muitos tipos de energia atualmente, entretanto podemos sem sombra de dúvida dizer que a principal é a energia elétrica. A eletricidade se baseia em um fenômeno físico associado a cargas elétricas negativas (encontradas no átomo) estáticas ou em movimento.

As primeiras iniciativas no campo da eletricidade e do eletromagnetismo ocorreram em 1827 por Ohm que criou a lei da corrente elétrica (Lei de Ohm) e em 1831 por Faraday que descobriu o eletromagnetismo. A partir de então, analisando-se o desenvolvimento ocorrido de lá até aqui é fácil perceber o que essas descobertas promoveram.

A energia elétrica aplicada aos motores em meados do século XVIII (desenvolvimento do dínamo) deu um novo impulso a Revolução Industrial que já era presente e se desenvolvia pelo mundo. Movimentar máquinas, sofisticar os meios de transporte tornando-os mais velozes, era um sinal evidente da nova era que estava por vir.

## **CAPÍTULO II**

### **TIPOS DE GERADORES**

Os geradores são divididos de acordo com a conversão de energia. Aqui vamos acompanhar alguns geradores usados a bordo que a partir de qualquer outro tipo de energia produzem energia elétrica.

#### **2.1 GERADORES QUE CONVERTEM ENERGIA MECÂNICA EM ELÉTRICA**

- **GERADOR SÍNCRONO:** Um dos tipos mais importantes de máquinas elétricas rotativas tem seu nome devido ao fato de esta máquina operar com uma velocidade constante sincronizada com a frequência da tensão elétrica alternada aplicada aos terminais da mesma, ou seja, devido ao movimento igual de rotação, entre o campo girante e o rotor (sincronismo entre campo do estator e rotor).
- **GERADOR ASSÍNCRONO:** Roda com uma velocidade superior à velocidade de sincronismo, existindo escorregamento entre o rotor e o campo girante. Há dois tipos de geradores assíncronos: o de rotor em curto circuito (rotor de gaiola de gaiola de esquilo) e o de rotor bobinado. O de rotor tipo gaiola de esquilo tem a constituição mais simples; o indutor está no estator e o induzido está no rotor (constituído por uma gaiola de cobre ou alumínio em curto circuito). Já no de rotor bobinado, o rotor é constituído por um enrolamento trifásico ligado a um reostato trifásico através de anéis coletores (montados no rotor) e escovas (fixas).
- **GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA:** A fonte de energia mecânica (suprida pela aplicação de um torque e da rotação do

eixo da máquina) tem o papel de produzir o movimento relativo entre os condutores elétricos (dos enrolamentos de armadura) e o campo magnético (produzido pelo enrolamento de campo) provocando uma variação temporal da intensidade do mesmo, e assim pela lei de Faraday induzir uma tensão entre os terminais do condutor. Desta forma, a energia mecânica fornecida ao eixo, é armazenada no campo magnético da máquina para ser transmitida para alimentar alguma carga conectada ao gerador.

## **2.2 GERADORES QUE CONVERTEM ENERGIA QUÍMICA EM ELÉTRICA**

- **PILHAS:** Pilha elétrica, célula galvânica, pilha galvânica ou ainda pilha voltaica é um dispositivo que utiliza reações de oxidação-redução para converter energia química em energia elétrica. Neste dispositivo, têm-se dois eletrodos, constituídos geralmente de metais diferentes postos em dois compartimentos separados, imersos em um meio contendo íons em concentrações conhecidas e separados por uma placa ou membrana porosa, podendo ser composta por argila não vitrificada, porcelana ou outros materiais. As duas metades desta célula eletroquímica são chamadas de compartimentos e têm por finalidade separar os dois reagentes participantes da reação de oxidação-redução, do contrário, os elétrons seriam transferidos diretamente do agente redutor para o agente oxidante. Finalmente, os dois eletrodos são conectados por um circuito elétrico, localizado fora da célula, denominado circuito externo, garantindo o fluxo de elétrico entre os eletrodos.
- **CÉLULA DE COMBUSTÍVEL:** célula electroquímica em que são consumidos um agente redutor (combustível) e um agente oxidante (comburente), com o objetivo de gerar energia elétrica. Na célula de combustível, ao contrário das baterias ou das pilhas, estes agentes químicos são fornecidos e consumidos continuamente. As células de combustível têm a vantagem de

serem altamente eficientes e pouco poluentes. Podem ser utilizadas como sistemas de emergência, em zonas onde não existe rede elétrica, em aparelhos portáteis e veículos. Sua desvantagem ainda é seu alto custo. O modelo que se encontra mais desenvolvido tecnologicamente utiliza como reagentes o hidrogênio e o oxigênio.

- **BATERIAS:** Apresentam no seu interior dois eletrodos de metal ou de material composto (a base de carbono, por exemplo) que estão mergulhados num líquido condutor (eletrólito) formando um conjunto que chamamos de cela. A bateria é formada pela combinação de várias celas. Quando a bateria está carregada e conectada a um aparelho a alimentar, o circuito elétrico do conjunto está fechado. Isto ativa uma reação química que provoca a circulação de partículas ionizadas de um eletrodo a outro produzindo corrente. Por outro lado, se um carregador é conectado aos terminais da bateria, produz-se um processo químico inverso. As partículas circulam então na outra direção, e a bateria é recarregada. Deste modo, graças à natureza reversível da reação química, a bateria pode alternativamente ser carregada ou descarregada, o que a diferencia de uma pilha simples.

# **CAPÍTULO III**

## **SISTEMA ELÉTRICO PRINCIPAL**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

Denomina-se sistema principal todos os grupos geradores da praça de máquinas, o sistema de distribuição de força, sistema de iluminação principal e os transformadores a ela associados.

De acordo com a regra 41 do Capítulo II – parte D da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), a instalação deverá ser composta por no mínimo dois grupos geradores, cada um com capacidade suficiente para funcionar sozinho (caso seja necessário) e assegurar as condições normais de operação e habitabilidade sem recorrer à fonte de energia elétrica de emergência.

### **3.2 GENERALIDADES**

As instalações elétricas a bordo de navios devem ser implantadas de modo que:

- Todos os serviços elétricos necessários para manter o navio em condições normais de funcionamento e de habitabilidade deverão ser assegurados de forma que não seja necessário recorrer à fonte de emergência de energia elétrica.
- Serviços elétricos necessários à segurança de 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 ser sempre garantida.

### **3.3 DISPOSIÇÕES GERAIS**

O sistema elétrico de um navio pode ser basicamente dividido em dois aspectos baseados na importância: “sistema essencial” e “sistema não essencial”. Entretanto, muitas vezes também é necessário fazer mais uma divisão no sistema de energia, baseada em sua função, de modo que podemos ter o “sistema de geração”, o de “distribuição” e o “sistema consumidor”.

O sistema de geração cobre: acionamentos primários, geradores elétricos (CA e CC) e dispositivos de controle para a manutenção dos valores corretos de velocidade e tensão.

De modo que ao sistema de distribuição são atribuídos os quadros de distribuição principal, os quadros de distribuição auxiliares, os transformadores, os quadros de distribuição seccionais, as chaves, fusíveis, etc.

Enquanto o sistema consumidor abrange todas as máquinas, equipamentos e sistemas que consomem energia, tais como: motores de acionamento de máquinas (bombas, etc.), instalações de aquecimento, circuitos de iluminação e equipamentos portáteis (lanternas, ferramentas, etc.) e muitos outros.

Também a propulsão do navio, os equipamentos de segurança e serviços, a navegação, o governo, as bombas de porão e lastro e o combate a incêndio que estão incluídos no item manutenção do governo e manobrabilidade pertencem ao sistema consumidor.

A ele, por Sociedades Classificadoras é normal a divisão em dois grupos. O primeiro é definido por equipamentos que precisam estar em funcionamento contínuo para que a manobrabilidade seja mantida: máquinas de propulsão, máquina do leme, equipamentos de navegação, bombas de suprimento de óleo combustível, geradores, transformadores e iluminação. O segundo abrange maquinário que não precisa operar continuamente, mas é

necessário para que a manobrabilidade seja mantida: compressores de ar, bombas de porão, bombas de lastro e impelidores são alguns exemplos.

As tensões do sistema dependem das máquinas, equipamentos e suas funções, mas o que vem a seguir dá uma diretriz básica em relação aos níveis de tensão:

- 24V: suprida por baterias para consumidores e controladores.
- 220V: iluminação, instalações de aquecimento de pequeno e médio tamanho. Motores de pequeno e médio tamanho, equipamentos domésticos, tomadas de alimentação, equipamentos de computação e instrumentação.
- 440V: motores de acionamento de pequenos e médio tamanhos, grandes instalações de aquecimento, geradores em pequenas e médias instalações.

O navio também deve dispor de um sistema elétrico de emergência independente de modo que o sistema principal pode ser arranjado para alimentá-lo em condições normais de funcionamento, mas, nestes casos, deverá haver um arranjo para desligar essa alimentação no caso da queda do sistema principal.

Pode-se também arranjar para que o sistema de emergência alimente o sistema principal, mas nestes casos deverá haver um dispositivo para desligar a alimentação no caso de haver uma sobrecarga no gerador de emergência. Tal arranjo somente deverá ser usado se, por razões especiais, os geradores principais não puderem manter temporariamente a carga, dando que, como regra, os serviços normais deverão ser mantidos sem os recursos do sistema de emergência.

Entretanto tal sistema será visto mais profundamente a frente.

### **3.4 CIRCUITO DE FORÇA**

O circuito de força compreende os fusíveis de linha, os contatos das contadoras e os elementos dos protetores térmicos, ligados entre linha e o próprio motor, ou algum outro utilizador. No navio mercante, o transformador existe na maior parte dos controladores de 440 volts, mas se o equipamento for em 220 volts, ou menos, o transformador deixa de existir. O circuito de força é acionado, interferido e controlado pelo circuito de controle.

### **3.5 O CIRCUITO DE CONTROLE**

Os equipamentos em 440 volts, ou mais, têm circuito de controle com tensões menores, em 220, 127 ou 24 volts. É para isso que servem os sistemas de controle. Isso permite atender várias regras de convenções, as quais demandam segurança para o operador do equipamento.

Basicamente, o circuito de controle compreende os fusíveis do circuito, as botoeiras de ligar e desligar, as chaves de parada de emergência, as sinaleiras, os temporizadores, e, principalmente as bobinas das contadoras, os contatos dos protetores térmicos e alguns contatos auxiliares dos contadoras, além de outros componentes.

É preciso ressaltar que a contadora é um único componente, mas, normalmente tem os contatos principais (ou de linha) no circuito de força e os contatos auxiliares e sua bobina no circuito de controle.

# **CAPÍTULO IV**

## **SISTEMA ELÉTRICO DE EMERGÊNCIA**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

Em todos os navios mercantes há serviços que devem ser mantidos durante as condições de emergência. As exigências variam com o tipo do navio, suas características básicas e a duração da viagem. Mas, basicamente para navios de carga, elas são as seguintes:

- Luzes de emergência;
- Luzes de navegação;
- Equipamentos de comunicação interna, lâmpadas de sinalização;
- Apitos do navio;
- Sistema de detenção;
- Alarme de incêndio;
- Alarme manual de incêndio;
- Outros alarmes internos de emergência;
- A bomba de incêndio de emergência;
- Máquina de leme e
- Auxílio à navegação.

A potência de emergência para navios de carga é fornecida por baterias de acumuladores ou geradores. Os sistemas de baterias são conectados após a perda de energia principal, de modo que se o gerador auxiliar não parte e entra na barra dentro de 15 segundos, é acionado o sistema elétrico de emergência automaticamente de modo que a energia disponível para emergência deva ser suficiente para operar por mais de 18 horas.

Uma fonte de emergência deve ser capaz de operar com um adernamento máximo de 22,5° e um trim máximo de 10 graus. O compartimento deve ser acessível do convés principal.

A localização da fonte de energia de emergência deve ser acima do convés principal do navio, sendo necessário que sua instalação seja tal que impeça que um incêndio ou outro acidente no compartimento que contém a fonte de energia principal comprometa o suprimento e a distribuição da energia de emergência.

A energia de emergência é estruturada, basicamente em três conjuntos principais:

- Diesel gerador de emergência
- Transitório
- GMDSS (Global Maritime Distress Safety System)

## **4.2 DIESEL GERADOR DE EMERGÊNCIA**

Este dispositivo tem presença quase garantida em todos os navios de hoje em dia.

De modo simples, ele consiste em um ou mais geradores que possuem seus próprios quadros para controle e distribuição da energia de emergência. Junto com o diesel gerador, no compartimento fora da praça de máquinas, estão o quadro elétrico, os transformadores do sistema de emergência, o tanque combustível e os dispositivos de partida.

O gerador de emergência, quando atua como principal produz energia com a mesma tensão e frequência, porém com cerca de 20 a 30% da capacidade de um gerador principal.

O quadro elétrico de emergência (QEE) é ligado por alimentadores provenientes do quadro elétrico principal através de um transferidor de barramento. Caso o sistema principal falhe o equipamento de transferência transferirá a produção de energia para o de emergência. Esta ligação precisa de proteções contra sobrecarga e curto-circuito.

A SOLAS prevê que se a fonte de energia de emergência for um Diesel gerador, este deve partir automaticamente em um tempo máximo de 45s, por meio de uma fonte de energia armazenada e protegida (o que garante que esteja carregada). Além disso, deverá haver uma segunda fonte de energia para mais três partidas dentro de 30 minutos, a não ser que a partida manual exista e se mostre eficiente.

No que se refere a partida do diesel gerador, existem três tipos de energia utilizáveis: elétrica, elétrico-hidráulico e pneumática (não muito utilizado por necessitar de mais um equipamento: o compressor).

### **4.3 SISTEMA TRANSITÓRIO**

Este sistema é constituído por retificadores e acumuladores. Tem como características sua tensão baixa de 24V CC e sua capacidade de, sem ser recarregada suprir durante trinta minutos:

- A iluminação de emergência dos postos de reunião, corredores, camarotes, escadas, saídas, luzes de navegação, compartimentos de máquinas, todas as estações de controle, quadros elétricos de emergência e principal, paiol de equipamento de bombeiros, aparelho de governo, bomba de incêndio, bomba de borrifo e bomba de esgoto de emergência do porão;
- Instalações de rádio VHF, MF/HF e radio navio para terra;
- Equipamento de comunicação interna;
- Equipamento de navegação;
- Sistema de detecção e alarmes de incêndio;
- Apito; e
- Funcionamento intermitente da lâmpada de sinalização diurna.

O retificador recebe energia do sistema de iluminação de emergência e retifica 220V CA para 24V CC.

## **4.4 GMDSS**

O GMDSS é um sistema que aplica tecnologia de satélites de modo a assegurar alerta rápido e automático nos casos de socorro marítimo.

Este sistema se utiliza de serviços de comunicação a bordo como VHF, MF, HF, e também dos sistemas INMASART e EPIRB, visando aumentar a efetividade dos sistemas de socorro e segurança em âmbito global.

Ele é composto por um conjunto de baterias e retificador de modo a garantir seu funcionamento autoenergizado. Quando o navio se encontra em operação normal, este conjunto é alimentado pelo sistema principal. De modo que enquanto houver falha neste e ainda não funcionar o de emergência, entra em ação o sistema independente do GMDSS.

## **4.5 ACENDENDO UM NAVIO APAGADO**

A expressão “o navio apagou” significa que, por qualquer motivo os geradores que estavam em funcionamento foram desligados ou se desligaram. Portanto, quando isso ocorre no navio segundo as regras da convenção SOLAS, deve proceder-se da seguinte forma.

O acendimento de um navio apagado pode envolver três situações iniciais possíveis a saber:

- Com o DGE em funcionamento (o mais comum).
- Sem DGE operando, mas com o sistema temporário operando (baterias descarregando e alimentando os circuitos de 24 volts cc).
- Sem nenhuma energia (devido a alguma avaria no sistema provisório, ou porque o navio está abandonado e sem energia há muito tempo).

#### **4.5.1 PRIMEIRO EVENTO QUANDO O NAVIO APAGA**

As baterias do sistema temporário e outras baterias similares assumem as suas cargas imediatamente, especialmente a automação, comunicações e a iluminação temporária se acendem. Alguns utilizadores que eram alimentados pelos circuitos de emergência de 220V CA passam a funcionar com 24V CC.

#### **4.5.2 SEGUNDO EVENTO QUANDO O NAVIO APAGA**

Após de 30 segundos (45, no máximo), o gerador de emergência entra em carga e passa a alimentar os circuitos de emergência, inclusive a iluminação de emergência. A iluminação temporária então se apaga.

#### **4.5.3 TERCEIRO EVENTO QUANDO O NAVIO APAGA**

Após cerca de 1 minuto, ou mais, após o navio apagar, o MCA (motor de combustão auxiliar) está pronto para entrar, de acordo com a automação de cada navio, entra em carga, alimenta o QPE (quadro elétrico principal), e este alimenta o QEE (quadro elétrico de emergência). Os circuitos de emergência se desligam e são novamente religados, agora com energia proveniente do MCA. O gerador de emergência a diesel (DGE) é parado (o que algumas vezes é manual). Logo em seguida o DGE deve ser preparado para partir automaticamente, inclusive reabastecendo o seu tanque de combustível.

# **CAPÍTULO V**

## **SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Os sistemas de produção e distribuição de energia elétrica a bordo de navios garantem a energia elétrica da qual todas as máquinas elétricas e sistemas de aquecimento, iluminação, refrigeração e muitos outros dependem.

### **5.2 DEMANDA ENERGÉTICA DA EMBARCAÇÃO**

Num navio é sempre necessário que todos os sistemas e equipamentos recebam a potência requerida para o seu funcionamento. A essa carga elétrica necessária para que tudo funcione chamamos demanda de energia.

Assim, para que a demanda seja correspondente ao fornecimento é necessário uma verificação da demanda energética. Tal verificação é feita em duas etapas. Primeiramente é calculada a demanda de sistemas como: ventilação, praça de máquinas, oficinas, sistemas de auxílio à navegação, etc. A este valor soma-se a demanda energética dos equipamentos do sistema de manutenção de carga. O resultado unificado dessas duas contribuições representa a demanda energética total da embarcação.

Dentre todos os elementos de bordo que são alimentados, o sistema propulsor e o sistema de posicionamento dinâmico devem ser os principais a serem considerados. Estes sistemas estão diretamente ligados ao

deslocamento e manobrabilidade, logo ao considerar a demanda de energia desses sistemas é preciso garantir a velocidade de serviço desejada e o nível de manobrabilidade exigido.

### **5.3 BALANÇO ELÉTRICO**

Algo que deve ser garantido é o suprimento, em todas as condições de operação da embarcação da demanda de energia. Fato que ocorre a partir da capacidade de produção de potência a partir dos elementos geradores de energia. A comparação entre demanda e produção de energia, de modo que ocorra o suprimento é chamada balanço elétrico.

A realização do balanço elétrico é de extrema importância para que se garanta o suprimento de energia da embarcação, até mesmo que esta se encontre em sua condição mais crítica. Através deste procedimento, será verificado se os motores de combustão auxiliares irão permanecer, caso seja necessária a parada do gerador principal. Se os auxiliares não aguentarem a carga o sistema de geração de energia deverá ser selecionado novamente.

Sabe-se de antemão que o sistema de posicionamento dinâmico será responsável por um acréscimo na demanda de energia que representa um valor muito acima do necessário ao funcionamento normal da embarcação. Dessa forma, ele será tratado como independente do sistema de geração de energia dos demais consumidores do navio. No entanto, isso não exclui o fato de que um sistema possa estar conectado ao outro no caso de uma eventualidade.

O procedimento para se calcular a potência requerida por uma embarcação, e conseqüentemente selecionar os geradores necessários deve levar em consideração a simultaneidade de funcionamento dos mesmos. Esse fator de simultaneidade é analisado de acordo com a condição de operação do navio como: em navegação, em manobra, durante a carga e descarga, nas operações junto ao porto e durante a limpeza de tanques.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ninguém quer ficar em um navio apagado, a deriva e sem luzes de navegação. Para tal o dimensionamento da geração de energia baseado no consumo da embarcação deve ser bem feito e todas as operações elétricas devem ser bem realizadas de modo que impeçam a queda de energia.

Entretanto se mesmo assim a energia cair, o gerador de emergência deve ser habilitado a atender a necessidade elétrica, deste modo estando sempre protegido e pronto para que atue quando se fizer necessário.

Além de tudo isso todos os procedimentos relacionados à energia elétrica a bordo devem ser respeitados, como por exemplo, o não uso de resistências individuais de modo que não se leve a embarcação a entrar em estado de emergência.

Dessa forma sempre teremos energia a bordo, evitaremos fainas e participaremos de embarques mais simples e com menos dores de cabeça.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – BRASIL, Código Internacional de Gerenciamento de Segurança (Código ISM).

2 – BRASIL, Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), 1974 e seu protocolo de 1978, incluindo emendas atuais 1997/1998. Rio de Janeiro

3 – BRASIL, Convenção Internacional sobre Normas de Treinamento de Marítimos, Expedição de Certificados e Serviços de Quarto, (STCW), 1978, como emendada em 1995. Rio de Janeiro

4 – BRASIL, Manual do Simulador de Máquinas do CIAGA. Diretoria de Portos e Costas da Marinha Mercante. Rio de Janeiro. 1997.

5 – DAWES, Chester L. Curso de Eletrotécnica. Editora Globo. Porto Alegre. 1978.

6 – ESTALEIRO MAUÁ. Cargueiro SD-14. Rio de Janeiro, 1973. 1v. (Manual de informações gerais)

7 – FRONAPE. Roteiro para praticagem de máquinas. Rio de Janeiro s.d. 69p.

8 – FONSECA, Maurílio Magalhães. Arte Naval. 4.ed. Rio de Janeiro

9 – MANUAL do tripulante. 4.ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Portos e Costas, 1978.

10 – VON BERTALANFFY, Ludwig. TEORIA GERAL DOS SISTEMAS. Tradução Francisco M. Guimarães. 2. ed.

11 - MACHIAVELLI, Nicoló Di Bernardo. El Princepi. Tradución de GRASSI, Roberto. 17. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.