

**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: Luana Maria 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: Luana Maria 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 à minha família, meu alicerce, pelo incentivo em todos os momentos de decisão. Ao meu orientador por ter usado comigo o seu exímio dom da paciência. E por fim, a Deus que me fez acreditar do quanto eu sou capaz.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a sua elaboração e conclusão.

## **RESUMO**

O trabalho aqui exposto trata das fontes de energia elétrica em um navio mercante e suas interdependências. A seguir, o leitor pode se inteirar sobre o funcionamento dos três sistemas de energia presentes a bordo e detalhadamente identificar o suprimento de energia das cargas essenciais no caso de uma emergência.

É possível também saber um pouco sobre a parte histórica que rege a energia elétrica, a inovação que mudou a vida do ser humano. Além disso, ao final do trabalho, tem-se a especificada interligação dos sistemas, o que é capaz de prover a segurança da navegação sem causar danos ao meio ambiente, ao navio e aos tripulantes.

## **ABSTRACT**

This paperwork concerns the electric energy sources on a merchant ship and the ones located in its premises. Afterwards, the reader will be able to learn about the operation of the three onboard energy systems as well as identifying in detail the energy supply of essential cargoes in emergency cases.

Also, it is possible to be acquainted with the historical elements and pieces of information in which electric energy can be found: the innovation which has shaped human life. Besides that, at the end of this work, the systematic interconnection specified is shown. This association is able to provide the seafarer with safety without damaging the environment, the ship, and the crew.

**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.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Silhueta de navio mercante (Fonte: Sistemas de Energia Elétrica em Navios Mercantes, IBRAHIM).....	21
Figura 2 – Procedimentos para acendimento de navio apagado (Fonte: Sistemas de Energia Elétrica de Navios Mercantes, IBRAHIM).....	21

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	10
INTRODUÇÃO.....	11
HISTÓRICO.....	12
1- Sistema de Energia Elétrica Principal .....	14
2- Sistema de Energia Elétrica de Emergência.....	18
2.1- Generalidades .....	18
2.2- Diesel Gerador de Emergência (DGE).....	18
3- Sistema de Energia Elétrica Transitória.....	18
4- Integração dos Sistemas .....	23
5- Acendendo um navio apagado .....	23
5.1- Generalidades .....	25
5.2- Casos Específicos.....	26
a) com o DGE em funcionamento;.....	26
b) sem o DGE, mas com o sistema transitório operando;.....	26
c) sem nenhuma energia.....	26
6- Considerações Finais.....	27
Bibliografia.....	27

## INTRODUÇÃO

A eficiência de um navio mercante depende da energia elétrica produzida a bordo. Sendo assim, para que uma embarcação possa navegar são necessários os sistemas geradores de energia, que são: sistema elétrico principal, sistema elétrico de emergência e o sistema elétrico transitório. E, para que a embarcação navegue com segurança, é preciso que esses sistemas estejam integrados, e, além disso, estejam enquadrados independente do tamanho e tipo da embarcação nas configurações básicas, contidas na Convenção SOLAS (Convenção Internacional que trata da salvaguarda da vida humana no mar), cujo capítulo II-1 parte D diz respeito às instalações elétricas em um navio.

Analisando o assunto principal deste estudo, o sistema elétrico de emergência é utilizado no caso de o sistema principal dar fora e o navio apagar, dessa maneira, o sistema de emergência deve estar preparado para operar a qualquer momento. Caso haja necessidade de ele vir a fornecer energia, e ao contrário ele falhar, o navio ficará sem energia e consequentemente sem o seu governo, o que pode levar a uma colisão ou encalhe.

Logo, é de extrema importância para a segurança da navegação, uma vez que ele deverá suprir uma falha do sistema principal para evitar danos maiores atendendo às Regras da Convenção SOLAS.

## HISTÓRICO

Desde o ano 2000 a. C. a energia eólica era usada como fonte de propulsão dos navios, os chamados barcos à vela; porém durante todos esse tempo as próprias velas passaram por muitas evoluções, até chegarem a uma estrutura que requeria mais do que a força do vento.

Com a 1ª Revolução Industrial, ocorreu o surgimento da máquina a vapor , que teve seu primeiro uso em embarcações por volta da década de 1810. A partir daí a propulsão a vapor teve um salto considerável até que se conseguissem fabricar condensadores. Paralelamente a evolução da propulsão à vapor, o estudo da eletricidade já havia sido iniciado e em 1800 o Conde Alessandro Volta descobriu a pilha voltaica, precursora das baterias. Ainda no mesmo ano ele descobriu a pilha elétrica, posteriormente transformada em uma fonte de corrente contínua. Com o auxílio desses feitos, em 1831 Michel Faraday fez descobertas acerca do dínamo e do transformador.

O dínamo, máquina que transforma energia mecânica em energia elétrica, juntamente com as antigas máquinas à vapor geraram a força elétrica sem auxílio de força braçal. Então, a máquina à vapor passou a ser conhecida como máquina motriz e o dínamo como gerador. Em 1884 um engenheiro britânico desenvolveu o conjunto turbina a vapor - gerador elétrico, o turbo – gerador). Isso foi a revolução dos tempos para aquela época.

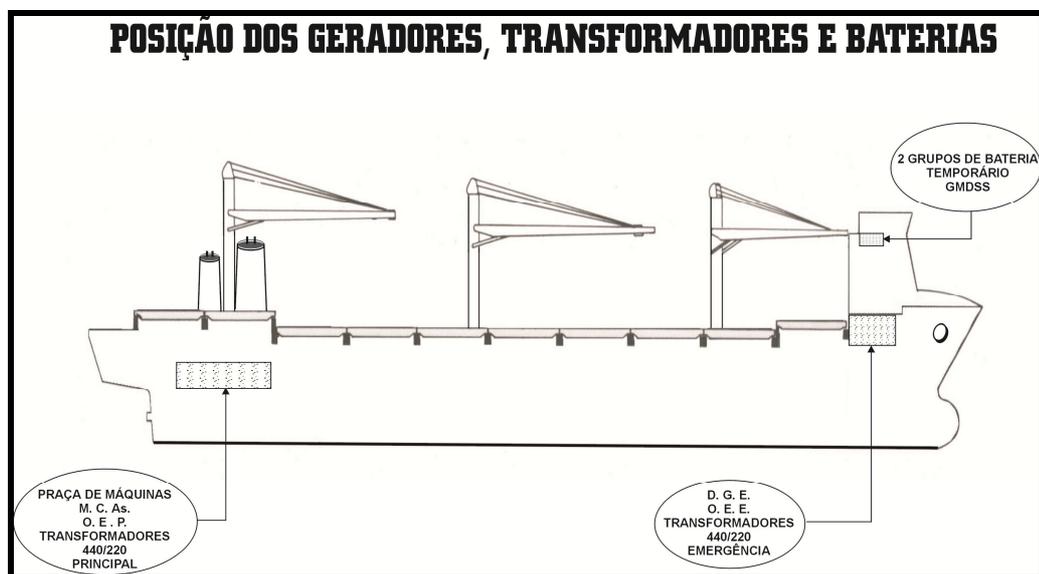
Os motores de combustão interna começaram a surgir por volta de 1860 e no início do século XX já se falava em motores Diesel. Mais tarde, quando ocorreu a crise do petróleo, os fabricantes perceberam que seria uma economia grande de combustível se esses motores fossem usados para acionar geradores. Logo, os motores Diesel passaram a serem usados para acionar os geradores do sistema de emergência, o qual até a década de 1970 fazia uso das baterias.

## Capítulo I

### Sistema de Energia Elétrica Principal

O sistema elétrico principal de um navio se compõe de, no mínimo, dois grupos geradores de energia elétrica, um quadro elétrico principal (QEP) subdividido em vários painéis principalmente força e luz, tudo isso localizado na praça de máquinas. Além disso, o QEP ainda agrega painéis com disjuntores e chaves para partida de equipamentos.

A utilização de no mínimo dois grupos geradores de energia está de acordo com a Regra 41 do Cap. II da Convenção Solas. Onde cada um dos dois geradores deve ter capacidade suficiente para suportar as cargas essenciais à navegação.



**Figura 1- Silhueta de navio mercante**

Embora a Convenção SOLAS exija no mínimo dois, normalmente, existem três grupos geradores principais localizados na praça de máquinas. Estes por sua vez, tem a sua

geração de 440V CA ligada ao barramento do QEP através de barras condutoras que interligam os três cabos isolados de cada um dos três grupos geradores.

Em um QEP moderno existem controles automáticos do mesmo, que consistem em sistemas elétricos e eletrônicos de 24V CC, os quais tem as finalidades de controlar as operações dos geradores e desligar as cargas não essenciais em caso de sobrecarga (refrigeradora, ar condicionado, bombas de lastro, compressores de ar, exaustão de banheiro e cozinha).

Apesar de todas as exigências para o sistema elétrico principal, o navio deve ter um sistema de energia elétrica de emergência independente. O sistema de emergência é alimentado pelo principal em condições normais de funcionamento, mas neste caso, deve haver um arranjo para desligar essa alimentação em caso de falta de energia no sistema principal. Além disso, pode-se também alimentar o sistema principal com o sistema de emergência e nesta situação, deve haver outro tipo de arranjo que seja capaz de desligar a alimentação em caso de sobrecarga no gerador de emergência.

## **Capítulo II**

### O sistema elétrico de emergência

#### **2.1) Generalidades**

O sistema elétrico de emergência é utilizado para fornecer energia a um grupo de cargas essenciais e consiste de uma fonte de energia de emergência, com as mesmas características da fonte principal, e um sistema de distribuição próprio, separado do sistema principal. Sua fonte deve estar localizada acima do convés principal, garantindo que em caso de incêndio no compartimento que contém a fonte de energia principal a distribuição da energia de emergência não seja comprometida.

Segundo a SOLAS, os navios podem usar baterias ou o diesel gerador como fonte de emergência, porém é comum utilizar-se do DGE para que não haja perda de espaço para carga no convés e para que não prejudique a estabilidade por causa do peso muito alto.

#### **2.2) Diesel Gerador de Emergência (DGE)**

O Gerador de Emergência, assim como o gerador principal, produz energia a 440V CA de tensão e 60 Hz de frequência. Porém, sua capacidade de produção de energia é de cerca de 20% a 30% da capacidade de um gerador principal. Cada gerador de emergência alimenta seu próprio quadro elétrico, o quadro elétrico de emergência e, possui bancadas de transformadores para fornecer energia ao circuito de iluminação de emergência.

O quadro elétrico de emergência (QEE) é ligado ao quadro elétrico principal através de um transferidor de barramento. Ou seja, caso o principal falhe, esse transferidor automaticamente transfere a fonte de energia do sistema principal para o de emergência. Tal ligação, entre o QEP e o QEE necessita de proteções contra curto-circuito e sobrecarga.

Sendo assim, o QEE distribui a energia para as cargas de emergência, ou seja, as cargas essenciais à segurança da navegação. Estas por sua vez, devem ser mantidas pelo tempo que é determinado pela Convenção SOLAS, o qual pode chegar a ser de até 36 horas sem reabastecimento do tanque dependendo do navio.

De acordo com a Convenção SOLAS, se a fonte de energia for um diesel gerador de emergência, este:

- deve partir automaticamente por meio de uma fonte de energia armazenada e protegida, para que não descarregue;
- deve fornecer energia em um tempo máxima de 45 segundos;
- a energia acumulada de partida deve ser protegida para que o sistema de partida automática não a esgote totalmente, a menos que exista outro meio independente para acionar a partida;
- deve haver outra fonte de energia suficiente para mais três partidas dentro de um tempo de 30 minutos, a não ser que a partida manual tenha sido eficaz;
- deve ser capaz de, durante um apagão, manter a energia para umas das unidades de potência do sistema de governo e seus controles, da bomba de incêndio de emergência elétrica, do compressor de ar de emergência, do exaustor do DGE e de outras cargas também chamadas de essenciais. Vale lembrar que o compressor de ar de emergência só existe quando uma das partidas do DGE for com ar comprimido.

Em condições normais de funcionamento, durante uma viagem por exemplo, tais cargas, como as cargas não-essenciais, recebem energia através do quadro elétrico principal uma vez que estão acesas com a energia gerada pelo grupo gerador principal. É válido ressaltar que o diesel gerador pode fornecer energia ao QEP, ou seja, pode ser usado para alimentar o navio, porém, isso deve acontecer apenas em casos excepcionais e por curtos períodos de tempo, já que o excesso de uso diminui sua vida útil.

## Capítulo III

### Sistema de Energia Elétrica Transitório

O sistema elétrico transitório de energia é composto pelo retificador e pelas suas baterias comuns de baixa tensão com 24V CC. Sua finalidade é suprir as cargas essenciais de 24V, como por exemplo a iluminação transitória e a automação do navio.

As baterias do sistema transitório não devem estar no mesmo compartimento do quadro elétrico de emergência devido aos gases produzidos pela descarga das mesmas.

Em uma embarcação de pequeno porte é permitido seja instalado apenas um sistema de baterias no lugar do DGE; nesse caso o sistema transitório passa a ser chamado de energia de emergência e os equipamentos alimentados por esse sistema são diferentes.

Vale lembrar que a SOLAS determina que o navio deve ser capaz de reacender sozinho, partindo da condição de apagado. Quem garante o atendimento a essa Regra são os sistemas de baterias, que atuam de forma similar à fonte no-break dos computadores modernos e centrais telefônicas, as quais tem reserva de energia para o caso de falta de energia externa. A Convenção SOLAS não obriga o navio a ter um DGE e sim, uma fonte de energia alternativa para acionar o leme no caso de faltar energia proveniente do QEP.

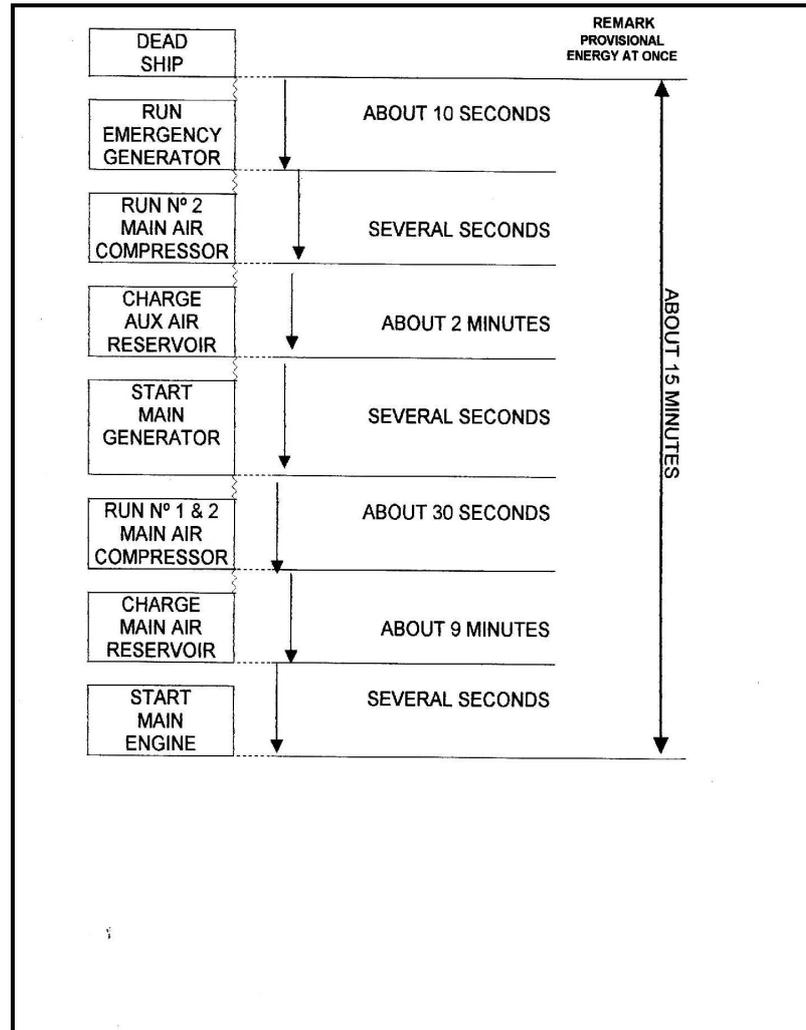
## Capítulo IV

### Integração dos Sistemas

A integração dos três sistemas devido à necessidade de eles entrarem em funcionamento um após o outro, em caso de emergência, para que a embarcação não perca o seu sistema de governo; porém tal integração também acontece quando em situações normais de operação.

Em condições normais de funcionamento tem-se o gerador principal alimentando todas as cargas do navio através do fornecimento de energia ao QEP. Nesse caso, o QEE também recebe energia, porém essa energia é proveniente do QEP, uma vez que o DGE está em stand-by e não em funcionamento.

Em caso de apagão, as baterias de 24V CC do sistema transitório passam a fornecer energia para as cargas essenciais e permanecem como fonte de emergência até que o gerador de emergência entre em funcionamento, o qual deve fazê-lo em até no máximo 45 segundos. Logo após o DGE ter começado a fornecer energia por meio do QEE, as baterias saem de operação e então começam os preparativos para colocar o outro MCA em barra. Pode-se constatar a descrição de um apagão no diagrama abaixo.



**Figura 2- Procedimentos para acendimento de um navio apagado**

Sendo assim, um sistema complementa o outro para que a geração de energia se torne novamente estável, restaurando então a segurança da navegação.

## Capítulo V

### Acendendo o navio apagado

#### 5.1) Generalidades

Diz-se apagão a emergência em que o navio fica sem energia elétrica, sem qualquer uma de suas fontes geradoras em funcionamento, ou seja, o QEP e o QEE ficam desenergizados. Se o navio estiver conforme as Regras da Convenção SOLAS, acontecem três eventos sucessivos até que o maquinista consiga reacender a embarcação. Em suma, os três eventos são:

Primeiro: Imediatamente as baterias do sistema transitório entram em funcionamento, acendo especialmente a automação, as comunicações e as luzes transitórias. Alguns utilizadores que antes de ocorrer o apagão eram alimentados pela fonte de 220V CA, passam a serem alimentados pela fonte de 24V CC após as baterias assumirem as cargas, semelhante a algumas fontes de computadores.

Segundo: Após 30 segundos, no máximo 45, de o navio estar apagado o gerador de emergência entra em funcionamento, alimentando o QEE, que por sua vez alimenta os circuitos de emergência através da bancada de transformadores que estão localizadas no mesmo compartimento que o DGE. Com o gerador de emergência em funcionamento, a energia transitória se apaga. É válido lembrar, que na praça de máquinas apenas alguns utilizadores estão ligados ao QEE, enquanto que no passadiço a maioria dos equipamentos está ligada a este quadro e alguns deles sem a proteção contra curto-circuito. Portanto, é de extrema importância que o maquinista de serviço esteja atento a luminária existente na praça de máquinas que indica que o QEE está energizado, porque qualquer falta de energia nesse quadro pode causar avaria em algum instrumento do passadiço devido ao pico de corrente. Uma situação desse tipo pode ser agravada pela falta de comunicação entre o passadiço e o CCM, seja ela por motivo pessoal ou pelo fato de os maquinistas estarem absorvidos pela resolução do problema, a questão é que se não se pode deixar de relatar ao passadiço todo e qualquer evento ocorrido na praça de máquinas.

Terceiro: Após um minuto, normalmente, de o navio ter apagado o MCA entra em barra alimentando o QEP, e este alimentando o QEE. Dependendo do navio pode haver pico de tensão e frequência, nesse caso é importante estar atento aos reguladores de tensão e

velocidade, e caso seja necessário, deve-se fazer a regulagem manual através desses reguladores. Se a ligação entre o QEP e o QEE estiver fechada significa que os circuitos de emergência do QEE, que eram alimentados pelo DGE, estavam desligados, nesse caso eles são religados, através do QEP, com energia proveniente do MCA. O DGE deve parar ou ser parado, e logo em seguida, deve ser preparado para partir automaticamente, conforme estava antes de ocorrer a emergência.

## **5.2) Casos específicos**

O navio pode se envolver em três situações distintas de apagão:

### **a) com o DGE em funcionamento;**

. Devem-se registrar todas as informações que existirem sobre o apagão, especialmente as que foram fornecidas pelos indicadores do QEP. Tal providência é vital para quando os disjuntores dos geradores possuírem visor de cristal e líquido e indicação de erro.

. Após terem sido registradas as informações, deve-se acionar o MCA, tomando os devidos cuidados com relação a picos de tensão e frequência. Caso ela já tenha sido acionada, deve-se verificar o seu bom funcionamento.

. Deve-se abrir a ligação entre o QEP e o QEE até que o fornecimento de energia principal esteja normal.

. Caso o MCA não tenha carga para suportar toda a necessidade do navio, reduza a carga do QEP até a carga dita de essencial.

. Feche o disjuntor principal do gerador que entra.

. Ao perceber que o gerador em barra está estável, comece a fechar os disjuntores, fazendo os ajustes de voltagem e frequência quando necessário, para alimentar as cargas do navio, começando pelas essenciais e depois as não-essenciais.

. Estando a situação estável, deve-se comunicar ao passageiro e fechar a ligação entre o QEP e o QEE.

. Não esquecer de parar o DGE e prepará-lo para entrar no modo automático novamente.

**b) sem o DGE, mas com o sistema transitório operando;**

Nessa situação o caso é mais grave porque se o DGE não está operando significa que as cargas de emergência, o leme por exemplo, estão sem energia.

. Registrar as informações sobre o apagão que são fornecidas pelo QEP.

. Realizar os mesmos procedimentos para partida de um MCA que foram citados no item anterior.

. Investigue o motivo de o DGE não ter entrado, pois o apagão pode estar fundamentado no próprio QEE.

. Ligue a alimentação do QEE com urgência.

. Alimente as outras cargas, conforme no item anterior: primeiramente as essenciais e depois as não-essenciais.

**c) sem nenhuma energia.**

. Alertar ao passageiro sobre a gravidade da situação e o tempo demorado para acender o navio.

. Ultrapasse as margens de segurança de cada um dos MCAs, os seus disjuntores devem ser jumpeados para isso.

. Procure pelo sistema transitório e determine com rapidez e segurança o motivo de ele não ter entrado em funcionamento imediatamente após o navio ter apagado.

. Tente alimentar o sistema transitório novamente com baterias reservas carregadas ou baterias de outras fontes independentes, como baleeiras por exemplo. Vale lembrar que não se deve usar baterias com características diferentes, ou então se estiverem em mau estado.

. Deve-se começar a restaurar o circuito que alimenta o DGE, sendo assim troque as baterias avariadas pelas “novas”.

. Teste essas baterias novas ligando algumas lâmpadas.

. Normalize o fornecimento de energia para iniciar a alimentação do DGE, e nesse caso tudo ocorrerá conforme o item a); ou então alimentar o MCA, e nesse caso os procedimentos serão os mesmos do item b)

. É válido ressaltar que a Convenção SOLAS exige uma fonte de energia de 24V CC independente para a supervisão do QEE.

Uma embarcação nessa situação requer muita atenção e cuidado mediante os riscos que ela oferece para a navegação e tripulação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É perceptível quão importante se torna todos os cuidados que se deve ter com relação a instalação e manutenção de sistemas elétricos. Portanto, para se obter um melhor desempenho nessa área é necessário conhecer perfeitamente os problemas que ocasionam avarias no sistema elétrico de uma embarcação.

Caso algum problema ou falha seja inevitável, é de suma importância conhecer o sistema elétrico de emergência que entrará em funcionamento para suprir as necessidades de uma navegação segura.

Dessa forma, conclui-se que além de todas as diretrizes para evitar danos maiores, também deve ser do conhecimento dos maquinistas todos os procedimentos caso ocorra alguma emergência.

## BIBLIOGRAFIA

- 1- BRASIL. Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar, (SOLAS). Marinha do Brasil. Rio de Janeiro. 2001. Disponível em <http://www.ccaimo.mar.mil.br/>. Acesso em 01/07/2010.
- 2- História da Eletricidade. Acessado em: 20/07/2010. Em: <http://pt.wikipedia.org/>
- 3- IBRAHIM, Eden Gonzalez e Osvaldo Pinheiro de Souza e Silva. Sistemas de Energia Elétrica dos Navios Mercantes. Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Rio de Janeiro. Fevereiro de 2004. 3ª edição.
- 4- IBRAHIM, Eden Gonzalez. Propulsão Elétrica de Embarcações. Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Rio de Janeiro. Fevereiro de 1998. 1ª edição.
- 5- SMS. Manual de Instruções – Nobreak micro processado triphases vega II.