

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

**CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO
E A RESERVA DE ENERGIA PREVISTA**

Por: Cristiane de Araujo Maia

**Orientador
Prof. Osvaldo Pinheiro de Souza e Silva
OSM – M.Sc. COPPE/UFRJ**

**Rio de Janeiro
2012**

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

**CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA A BORDO
E A RESERVA DE ENERGIA PREVISTA**

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: Cristiane de Araujo Maia

**CENTRO DE INSTRUÇÃO
ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA
CURSO 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

A minha família que sempre me apoiou e me ensinou a nunca desistir dos meus sonhos. E ao meu orientador, Souza e Silva, por ter me instruído de forma correta, esclarecendo as minhas dúvidas sempre que precisei.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares, pois eles sempre estiveram ao meu lado me ajudando em todos os momentos de minha vida, inclusive na conclusão deste trabalho.

FIGURAS

Fig. 1: USS “Jupiter”

Fig. 2: USS “Langley”

Fig. 3: USS “New Mexico”

Fig. 4: Circuitos de um grupo Diesel-Gerador

Fig. 5: Diagrama de blocos da estrutura do Sistema Transitório

Fig. 6: Tabela da Demanda Energética

RESUMO

Será apresentado e explicado o funcionamento do Sistema Elétrico Principal e do Sistema Elétrico de Emergência. Também é feito um estudo para enfatizar as vantagens e desvantagens de cada tipo de gerador existente, como se trata de uma embarcação, a escolha do gerador adequado visa atender a segurança através da Convenção SOLAS, tendo como propósito a salvaguarda da vida humana no mar.

Além disso, é mostrado que o sistema propulsivo de uma embarcação é formado pelo motor e pelo propulsor. E é observado que o balanço elétrico possui grande importância, deve ser garantido que a demanda energética da embarcação seja suprida em todas as suas condições de operação.

Palavras-chave: geradores, energia, segurança.

ABSTRACT

It will be shown and explained the operation of the Power System Master and Emergency Power System. It is also a study done to emphasize the advantages and disadvantages of each type of generator exists, as it is a vessel, the choice of the generator aims to meet the appropriate security through the SOLAS Convention, and its goal of safeguarding human life at sea.

Furthermore, it is shown that the propulsion system of a vessel is formed by the motor and propeller. It is observed that the electrical balance has great importance, it must be guaranteed that the energy demand of the vessel is supplied in all operating conditions.

Keywords: generators, energy, security.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO I – ENERGIA ELÉTRICA	11
CAPÍTULO II - HISTÓRICO SOBRE PROPULSÃO ELÉTRICA	12
CAPÍTULO III – PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E MÁQUINAS ELÉTRICAS	15
3.1 – PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	15
3.2 – MÁQUINAS ELÉTRICAS	15
CAPÍTULO IV – SISTEMA PROPULSOR A VAPOR ROTATIVO DIESEL GERADOR E GERADOR DE EIXO	16
4.1 – SISTEMA PROPULSOR A VAPOR ROTATIVO	16
4.2 – DIESEL GERADOR	16
4.3 – GERADOR DE EIXO	18
CAPÍTULO V - PROPULSÃO E GOVERNO	20
5.1 – SISTEMAS DE PROPULSÃO E GOVERNO	20
5.2 – INSTALAÇÃO DIESEL ELÉTRICA	20
5.3 – PROPULSÃO ELÉTRICA	21
5.4 – VANTAGENS DA PROPULSÃO ELÉTRICA	21
CAPÍTULO VI – SISTEMAS ELÉTRICOS E ESPECIFICAÇÕES (SOLAS)	24
6.1 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	24
6.2 - INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA (SOLAS)	24
6.3 – SISTEMA DE POTÊNCIA ELÉTRICA (SPE)	26
6.4 – SISTEMA DE ENERGIA PRINCIPAL	28
6.5- SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA DE EMERGÊNCIA	38
CAPÍTULO VII – GERENCIAMENTO DE ENERGIA A BORDO E BALANÇO ELÉTRICO	32
7.1 – GERENCIAMENTO DE ENERGIA A BORDO	32
7.2 – BALANÇO ELÉTRICO	37

CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda a história da propulsão elétrica que é de grande importância para o desenvolvimento econômico do país através do transporte aquaviário de cargas, petróleo, etc.

Trata também da necessidade e a produção de energia elétrica a bordo para a realização de inúmeras atividades, inclusive a propulsão do navio. Descrevendo também o sistema elétrico principal e o sistema elétrico de emergência. Além explicar a importância do gerenciamento da energia a bordo e do balanço elétrico

Neste trabalho encontram-se também os tipos de geradores utilizados com os devidos cuidados necessários para manter preservação da tripulação, passageiros e da carga, colocar o gerador em uso periodicamente é uma forma correta de manter o bom funcionamento de um gerador.

Quanto a segurança, existem padrões mínimos estabelecidos pela Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (Convenção SOLAS, de 1974) para a construção de embarcações, para sua dotação de equipamentos de segurança e proteção, para os procedimentos de emergência e para as inspeções e emissão de certificados.

CAPÍTULO I

ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica possui como característica de maior importância a versatilidade de poder ser convertida para corrente contínua (CC) ou alternada (CA), inclusive com diferentes níveis de tensão e de frequência. Esta capacidade de conversão, propiciada pela Eletrônica de Potência, é fundamental para o crescimento das já numerosas aplicações da eletricidade em sistemas e equipamentos a bordo de navios. Outro fato que colabora para a intensiva necessidade da eletricidade disponível a bordo é a crescente demanda por energia elétrica.

Propulsão Elétrica é um sistema constituído por um gerador elétrico, acionado por um dispositivo de acionamento principal, que fornece energia para um motor elétrico que aciona o hélice do navio. Sua característica principal é o controle da velocidade do navio pelo controle da rotação do motor elétrico. Além de ter como uma grande vantagem sobre outros tipos de propulsão a redução do custo operacional, tão desejada neste ambiente altamente competitivo.

De acordo com o tipo de energia que é transformada, as máquinas se denominam máquinas térmicas, elétricas, etc. As instalações de máquinas marítimas convertem a energia, elétrica de um gerador ou químico-térmica de um combustível, em trabalho mecânico passível de ser utilizado na propulsão do navio. Além de produzir energia elétrica visando o governo do navio, a ventilação, refrigeração etc.

CAPÍTULO II

HISTÓRICO SOBRE A PROPULSÃO ELÉTRICA

A propulsão de navios e submarinos utilizando motores elétricos não é uma inovação tecnológica recente. A primeira aplicação de propulsão elétrica no setor naval ocorreu no século XIX, com a construção e operação de uma pequena lancha movida a baterias para o transporte de passageiros na Rússia.

A utilização da propulsão elétrica também não é um conceito novo para a Marinha Americana (USN). Em 1913, a bordo do navio carvoeiro USS “Jupiter” (Fig. 1), foi realizada uma instalação experimental com 4.1 MW de potência instalada por eixo.



Fig. 1: USS “Jupiter”

O sistema de propulsão do USS “Jupiter” consistia de um turbo gerador em corrente alternada (CA) que alimentava dois motores de indução com rotor bobinado. O experimento obteve sucesso e o navio foi convertido em 1922, no primeiro navio aeródromo da Marinha Americana, chamado USS “Langley” (Fig. 2). O navio apresentou uma elevada robustez e permaneceu em plena capacidade operativa até 1942, quando foi afundado em combate .

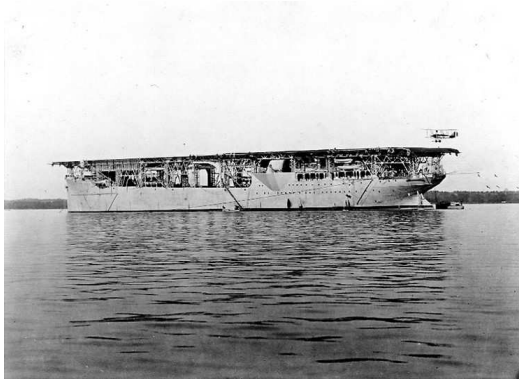


Fig. 2: USS “Langley”

O sucesso obtido na utilização da propulsão elétrica e a percepção dos seus benefícios estimularam o grande esforço empregado para a construção de 50 navios com este tipo de propulsão, durante o período entre a Primeira e a Segunda Guerra Mundiais.

Entre estes navios estava o USS “New Mexico” (Fig. 3) com 30 MW de potência instalada, o segundo e o terceiro navios aeródromo da Marinha Americana, USS “Lexington” e USS “Saratoga”, com potência instalada de 135 MW.



Fig. 3: USS “New Mexico”

Durante a Segunda Guerra Mundial, mais de 160 navios de escolta dotados de propulsão elétrica foram construídos para a Marinha Americana, utilizando turbo ou diesel geradores na faixa de 4,5 a 9,0 MW. Aproximadamente 500 navios de pequeno porte foram também equipados com sistemas de propulsão elétrica em corrente contínua com potência instalada na faixa de 225 kW a 15 MW [8]. É interessante destacar que a falta de capacitação técnica para a produção em larga escala de engrenagens foi um dos motivos que também contribuíram para o significativo aumento do número de navios com propulsão elétrica durante o período bélico.

Entretanto, por volta de 1940, os desenvolvimentos na tecnologia dos sistemas de engrenagens de dupla redução, para aplicações no setor naval e militar, passaram a apresentar preços competitivos nos Estados Unidos. Aliado a este fator, e também a algumas desvantagens da propulsão elétrica existentes naquela época, como maior peso, maior volume e menor eficiência energética, a expansão do uso da propulsão elétrica em larga escala foi drasticamente inibida, em detrimento da propulsão mecânica convencional.

A mudança da preferência do tipo de propulsão a ser empregada em larga escala também foi influenciada pelas melhorias tecnológicas obtidas no setor de metalurgia e na manufatura de engrenagens redutoras com peso e volume menores e melhores resultados no desempenho acústico dos equipamentos.

Este panorama da situação persistiu até o início do século XXI, quando a capacidade de transmissão mecânica de energia atingiu seu limite tecnológico e de viabilidade econômica.

Durante as décadas de 1980 a 1990, os avanços tecnológicos, na área de Eletrônica de Potência, tornaram a transmissão elétrica de energia mais eficiente e compacta, e desta forma, possibilitou o retorno do emprego da propulsão elétrica em diversas classes de navios, como quebra-gelos, oceanográficos, tanque e numerosos transatlânticos.

Atualmente existe grande preferência na utilização da propulsão elétrica em aplicação naval e militar por apresentarem os seguintes requisitos essenciais: formato compacto, peso e volume reduzido, elevadas faixas de potência gerada para valores específicos de torque, resistência ao choque, e baixos valores de assinatura acústica e eletromagnética.

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E MÁQUINAS ELÉTRICAS

PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A produção e a distribuição de energia elétrica a bordo destinam-se a garantir a energia elétrica necessária ao funcionamento de todas as máquinas elétricas existentes a bordo, bem como para fornecer energia para aquecimento, iluminação etc.

Os equipamentos de produção são constituídos por duas partes básicas: Mecânica (máquina motriz) e Elétrica (gerador). Independentemente de outras opções que possam existir, em regra, a energia elétrica a bordo pode ser produzida a partir de Diesel geradores, turbo geradores e/ou geradores acoplados ao motor principal. A parte elétrica (gerador), tanto pode ser constituída por um dínamo como por um alternador, consoante para a produção de corrente contínua ou corrente alternada. Geralmente, salvo casos específicos, a produção de energia elétrica é produzida por alternadores. Logo, quando nos referimos a grupos geradores estamos pensando em tensão alternada trifásica.

MÁQUINAS ELÉTRICAS

Convertem energia elétrica em energia mecânica (motores) ou, vice-versa, energia mecânica em energia elétrica (geradores).

Os Geradores recebem energia mecânica proveniente de um acionador (turbina, motor diesel, turbina hidráulica, catavento, etc) e geram energia elétrica para um determinado sistema elétrico (uma grande região, uma cidade, uma base naval, um navio, um automóvel, etc.).

Enquanto pequenos sistemas (veículos, metrô, submarinos, etc.) podem ser alimentados com geradores de Corrente Contínua (CC), grande quantidade de energia deve ser gerada sob a forma de Corrente Alternada (CA) em Alternadores.

CAPÍTULO IV

SISTEMA PROPULSOR A VAPOR ROTATIVO DIESEL GERADOR E GERADOR DE EIXO

SISTEMA PROPULSOR A VAPOR ROTATIVO

Ainda é possível ser encontrado em alguns navios de grande porte tais como petroleiros, competindo com os motores Diesel e com as turbinas de gás.

Apesar da propulsão a vapor não ter acompanhado o desenvolvimento do motor Diesel, no que se refere à diminuição do consumo específico de combustível, o que provoca certa preferência aos motores Diesel, logo, reduzindo de forma clara a sua utilização. Contudo, esta forma de propulsão possui algumas vantagens relevantes em relação à propulsão a motor Diesel. Uma das vantagens é fato do gerador de vapor (caldeiras) poder com facilidade ser adaptado à queima de combustíveis residuais e de muito baixa qualidade, inclusive combustíveis sólidos (por exemplo: carvão pulverizado). Outra vantagem considerável é o baixo nível de vibrações e ruído que, no caso dos navios de passageiros assume expressiva importância.

DIESEL GERADOR

Normalmente, são motores de média rotação acoplados a geradores de energia, responsáveis pela geração de energia para suprir principalmente a demanda dos motores elétricos dos azimutais e dos propulsores de proa (bowthruster ou transverse thrusters), além de atender a demanda dos equipamentos a bordo e das necessidades da superestrutura.

Sistemas associados a um grupo Diesel-gerador:

- Alimentação de combustível
- Ar de sobrealimentação
- Água doce de circulação
- Água do mar de refrigeração

- Óleo de lubrificação
- Ar de arranque

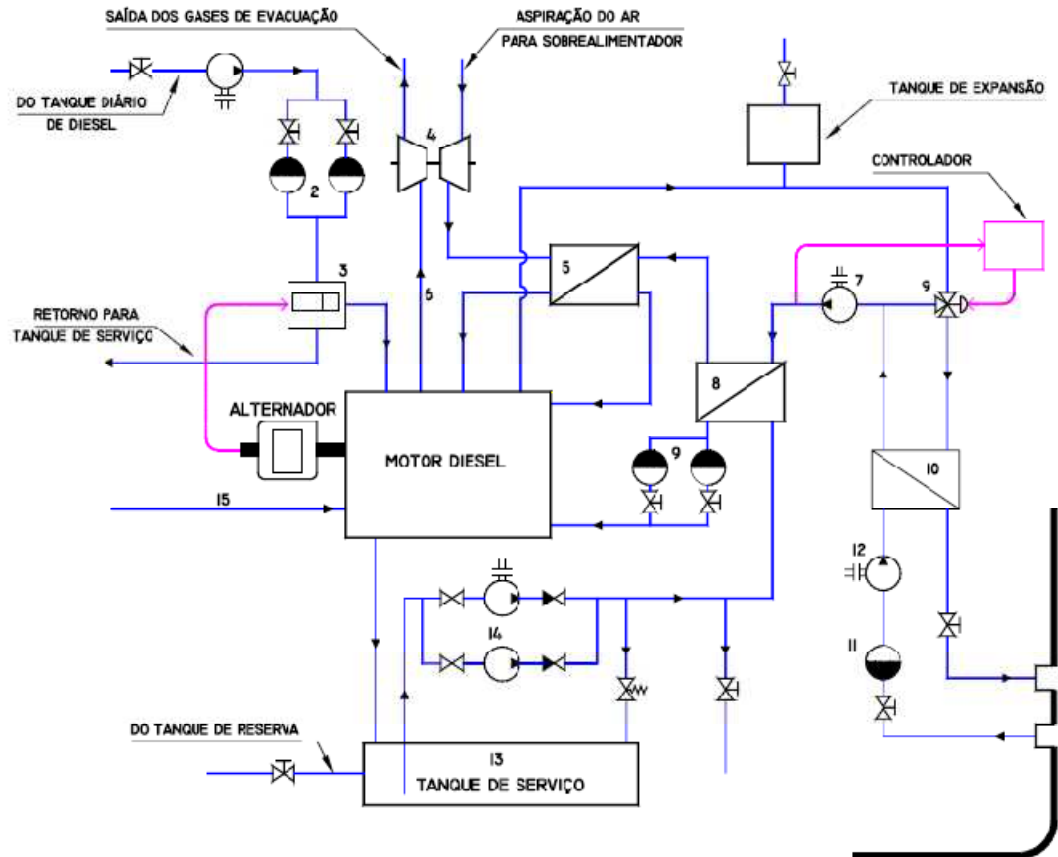


Fig. 4 - Circuitos de um grupo Diesel-Gerador

Sabemos que o motor Diesel é alimentado com Diesel Oil (Marine Diesel). O combustível é aspirado dos tanques de serviço por uma bomba acoplada ao motor (1), sendo depois filtrado (2) e enviado para o coletor que alimenta as bombas de injeção. O controle destas bombas é efetuado por um regulador de velocidade (3) mantendo constante o número de rotações do motor, e em consequência a frequência da corrente elétrica produzida, independentemente da potência elétrica consumida pelos diversos equipamentos do navio (flutuações de carga). O combustível em excesso retorna ao tanque de serviço de D.O.

Os sobrealimentadores (4) aspiram da casa da máquina o ar de sobrealimentação do motor da, que é enviado para o coletor de ar de lavagem depois de ser arrefecido nos respectivos arrefecedores (5). Os sobrealimentadores são constituídos por um compressor de ar acoplado a uma turbina montada no mesmo veio e acionada pelos gases de evacuação do motor (6).

A água doce de circulação (circuito fechado) descreve o seguinte percurso: É aspirada pela bomba acoplada (7), passa pelo arrefecedor de óleo de lubrificação (8), atravessa o arrefecedor de ar de lavagem (5) e entra no motor. Posteriormente, a água que sai do motor vai passar na válvula termostática (9) controla a sua passagem pelo arrefecedor (10) em função da temperatura medida na descarga da bomba de circulação. Quando a temperatura da água na descarga da bomba tem tendência a aumentar, a válvula termostática de 3 vias faz com que o fluxo de água que passa pelo arrefecedor aumente de forma a manter constante as temperaturas de funcionamento do motor, do óleo de lubrificação e do ar de sobrealimentação.

A água do mar é aspirada do mar através de filtros (11) pela bomba acoplada (12) e enviada para a borda depois de passar pelo arrefecedor de água de circulação (10).

O óleo de lubrificação é aspirado do cárter ou do tanque de serviço (13) pela bomba acoplada (14). A válvula de alívio (15) permite regular a pressão do óleo de lubrificação no circuito. O óleo passa pelo arrefecedor (8) e depois de filtrado (9) entra no motor, lubrificando os diferentes componentes.

GERADORES DE EIXO

O eixo do gerador é conectado ao motor principal por um acoplamento flexível para poder suportar as vibrações do motor. Sua utilização em conjuntos com motores diesel de dois tempos se tornou comum a bordo de navios durante a década de 1980. Muitos armadores que um gerador de eixo pode ser um bom investimento, por exemplo, em navios de contentores, navios de produtos, e navios aliviadores.

- Vantagens:
 - Durante os primeiros anos de operação, só deve ser observado se o funcionamento está correto e a troca do óleo lubrificante. E apresenta baixo custo com as peças de reposição;
 - Ocupa um pouco espaço, pois é instalado próximo ao motor e, normalmente, esse lugar já foi reservado para o próprio motor;
 - Durabilidade; Baixo nível de ruído; Significativa redução de custos de combustível.
 - São confiáveis, pois são acionados pelo motor principal;

- Desvantagens:

- A instalação de um gerador de eixo ao MCP, pois necessita da instalação de engrenagens e acoplamentos flexíveis no motor diesel de dois tempos.
- A carga no motor principal, o consumo de óleo combustível específico e o consumo de óleo do cilindro aumentam quando o gerador de eixo está operando;
- Sem a produção de energia no porto: o consumo de energia elétrica em geral tem que ser suprido por outro tipo de gerador;

CAPÍTULO V

PROPULSÃO E GOVERNO

SISTEMA DE PROPULSÃO E GOVERNO

A grande maioria das unidades mercantes de pequeno porte costuma apresentar o seu sistema de propulsão constituído por um motor diesel irreversível, uma caixa de redução e reversão de marcha, um eixo de transmissão e um hélice de passo fixo.

- Motor de propulsão - são máquinas que fornecem energia mecânica à propulsão. As pequenas embarcações em geral são movidas por motores diesel, que transmitem um movimento de rotação a um eixo, que possui um hélice em sua extremidade.
- Eixo propulsor – Transmite o movimento rotativo do motor ao hélice da embarcação. O eixo é apoiado em mancais que suportam seu peso e o mantém alinhado.

INSTALAÇÃO DIESEL ELÉTRICA

É um sistema constituído por um gerador elétrico acionado por um motor Diesel, que fornece energia para um motor elétrico, o qual aciona o hélice.

A principal característica do sistema Diesel elétrico é o controle da velocidade da embarcação pelo controle da rotação dos motores elétricos. Basicamente, uma instalação propulsora Diesel elétrica é composta pelo conjunto Diesel gerador, conversores de frequência, motores elétricos, engrenagem redutora, quando necessário, eixos e propulsores.

- Vantagens apresentadas à propulsão Diesel elétrica, LAUKIA (1995):
 - Redução do espaço do maquinário;
 - Pode ser empregado em diversos tipos de embarcações;
 - Excelente condição de manobrabilidade, inclusive em baixas velocidades, pois os propulsores podem ser dirigidos para todas as direções;
 - Redução no consumo de combustível;
 - Sistema confiável;
 - Pode ser instalado no último estágio da construção.

PROPULSÃO ELÉTRICA

Os motores elétricos normalmente possuem um grande número de pólos e podem ser conectados diretamente, ou por meio de uma engrenagem redutora, ao hélice. Estes motores podem ser de corrente contínua ou de corrente alternada, do tipo síncrono ou de indução. A capacidade e as características dos equipamentos são aquelas definidas pelos projetistas, e a modularidade do sistema permite que, em altas velocidades, sejam utilizados todos os motores e nas velocidades econômicas sejam desligados os que não forem necessários.

Portanto, o conceito de Propulsão Elétrica visa basicamente à integração entre o sistema de potência da propulsão do navio com os sistemas auxiliares.

Um Sistema de Propulsão Elétrica Integrada (IFEP) é composto de duas turbinas a gás que trabalham como dispositivos de acionamento principal de dois geradores elétricos, que fornecem a energia elétrica para dois equipamentos conversores fazerem o acionamento elétrico de dois Motores de Indução Avançado (AIM), estes acionam os hélices que movimentam o navio. A duplicidade de equipamentos é uma característica extremamente desejável em plantas de navios militares, pois a elevada confiabilidade é requisito imprescindível nos meios navais.

Dois retificadores/conversores de energia realizam a integração deste barramento com o elo em corrente contínua (CC) em 750 V. O elo em corrente contínua possui dois motores diesel geradores de potências nominais mais baixas (1-8MW), que acionam os geradores para produzir energia elétrica para o consumo nos sistemas de bordo. Quando atracado no porto estes diesel geradores atendem plenamente as demandas reduzidas de bordo.

As baterias são projetadas para atender as cargas vitais de bordo, nos períodos em que o sistema de alimentação principal do navio está avariado.

VANTAGENS DA PROPULSÃO ELÉTRICA

- Redução do Consumo de Combustível - Em navios com propulsão mecânica tradicional, a velocidade do motor é que define a rotação do hélice; conseqüentemente, dependendo do perfil de operação do navio, o motor pode não operar na faixa de rendimento ótimo, associado às altas velocidades. Isto significa desperdício de combustível e excessivo desgaste mecânico. Com o uso da propulsão elétrica, este problema é eliminado, e o motor

primário pode operar no ponto de melhor rendimento independente da velocidade de rotação do hélice.

- Redução da Tripulação - A tendência para os futuros de propulsão elétrica navios é de uma ampla difusão de sistemas auxiliares e acessórios alimentados por eletricidade, em substituição aos sistemas mecânicos, hidráulicos e pneumáticos. Sistemas elétricos são mais fáceis de controlar à distância e possuem maior compatibilidade com controles eletrônicos. Esta tendência possibilita o incremento de automação, com conseqüente redução de tripulação, proporcionando adicional benefício através da redução de custo operacional.

- Aumento da Capacidade de Sobrevivência do Navio - A modularidade e a flexibilidade proporcionam um sistema de geração de energia e de propulsão redundantes, distribuídos e reconfiguráveis. Conseqüentemente os danos em um compartimento de máquinas, sejam provocados por incêndio, alagamento ou simples mau funcionamento, podem facilmente ser detectados, mantendo-se o funcionamento do sistema inalterado. A facilidade para o redirecionamento da energia elétrica a bordo, possibilita uma elevada gama de possibilidades de ações para minimizar os efeitos decorrentes de múltiplas falhas simultâneas.

- Aumento da Vida Útil do Navio - Os geradores de bordo alimentam simultaneamente a propulsão, as auxiliares e os sistemas de armas, através de um sistema de distribuição redundante e reconfigurável. Os motores são dimensionados para atender ao navio em velocidade máxima, com todos os sistemas vitais em operação. Com isto, em velocidade normal, o navio possui capacidade de geração em excesso, capaz de atender todos os usuários com folga, assimilando sem dificuldades as substituições ou inclusões futuras de novos equipamentos ou sistemas. Os navios projetados com propulsão elétrica podem ter vida útil maior, da ordem de 50 anos, contra 25 ou 40 anos dos navios com propulsões tradicionais.

- Redução dos Custos de Manutenção – Os equipamentos elétricos apresentam custos e períodos menores de manutenção, e, devido à elevada automação dos sistemas elétricos, as manutenções preditivas e preventivas são ferramentas eficazes para a redução dos custos totais de manutenção.

- Redução da Emissão de Poluentes - Atualmente todas as Marinhas do mundo são pressionadas pelos órgãos ambientais para que, em seus projetos de futuros navios, e também em relação aqueles já em funcionamento, apresentem uma redução na quantidade de poluentes emitidos durante a realização das suas operações. Todos os tipos de poluentes emitidos (gasosos, líquidos ou sólidos) estão sendo cada vez mais monitorados e as

legislações estão sendo elaboradas com requisitos mais rigorosos. A Propulsão Elétrica gera menos gases poluentes que os sistemas convencionais (que operam somente com turbinas a vapor ou motores diesel), pois o motor diesel opera constantemente no ponto ótimo de projeto, o que proporciona uma redução no consumo de combustível e conseqüentemente uma menor liberação de gases poluentes (ex: CO² - Dióxido Carbônico, NO_x – Óxido de Nitrogênio e SO_x – Óxido de Enxofre) durante as operações.

CAPÍTULO VI

SISTEMAS ELÉTRICOS E ESPECIFICAÇÕES (SOLAS)

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O navio deve possuir todos os serviços elétricos para mantê-lo em condições normais de funcionamento e de habitabilidade sem que haja a necessidade de recorrer a fonte de emergência de energia elétrica, os serviços elétricos necessários a segurança a bordo devem estar disponíveis nas diversas condições de emergência e deve haver garantia da segurança dos passageiros, da tripulação e do navio em relação a acidentes elétricos.

INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA (SOLAS)

Assinada em 30 de Janeiro de 1914 por vários representantes de nações marítimas, a conferência definiu os requisitos mínimos para embarcações de passageiros relativamente a equipamento de salvamento a bordo e de transmissões. Uma segunda conferência ocorreu em Londres, a 16 de Abril de 1929, na qual participaram representantes de 18 nações. Nesta, alargaram-se as medidas de segurança aos navios de carga e acrescentou-se a proteção contra incêndios nos navios. Em 1933 a convenção foi ratificada e o SOLAS entrou em vigor pela primeira vez.

Devido a incêndios e outros acidentes ocorridos em alguns navios de passageiros ficou claro que as medidas em vigor eram insuficientes. Na terceira convenção do SOLAS, em 1948, foram adaptadas três resoluções, propostas das medidas que a Inglaterra, os Estados Unidos e a França tinham então, acrescidas de outros pormenores. Esta revisão, conhecida por SOLAS 48, entrou em vigor a 19 de Novembro de 1952.

Numa nova conferência, em 1960, o SOLAS 48 foi revisto e algumas alterações efetuadas, no que resultou o SOLAS 60, que entrou em vigor em 26 de Maio de 1965. Em Novembro de 1966, especialistas de 46 países propuseram alterações e algumas emendas nas

normas existentes, nomeadamente na proteção aos incêndios a bordo. Em navios construídos sob as normas de 48, envolveu por vezes alterações nas estruturas.

O SOLAS 74 entrou em vigor em 25 de Maio de 1980 e foi incorporando várias alterações sobre segurança. A todos quatro anos o sistema é alterado e revisto, tendo em conta a evolução nesta área de segurança no mar.

As especificações do SOLAS resultam de um extenso documento com especificações em matéria na área de segurança marítima:

- Estruturas, estabilidade, motores, instalações elétricas;
- Proteção contra incêndios, meios de detecção e extinção;
- Salvamento (treinos, procedimentos, equipamento, etc.);
- Comunicações rádio (instalações, equipamento, energia, operadores, etc.);
- Segurança da navegação, carga, transporte de carga perigosa;
- Navios nucleares, navios de alta velocidade;
- Medidas especiais para melhorar a segurança marítima.

Esta convenção estabelece requisitos para projeto, construção e manutenção durante a fase de operação das embarcações, abrangendo as disciplinas de materiais para a construção estrutural, compartimentação e estabilidade, propulsão e equipamentos vitais, instalações elétricas, salvamento, proteção contra incêndio, comunicações, sistemas de governo, navegabilidade etc. Trata-se do conjunto de requisitos mais abrangente até hoje elaborado, e determina padrões mínimos de segurança operacional. O propósito do SOLAS é a salvaguarda da vida humana no mar, para isto ele é abrangente em todos os requisitos que tem consequência direta nesta manutenção.

A objetivo do SOLAS é salvar vidas, mas para isto é consenso que o modo mais seguro para atingir este objetivo é evitar que a embarcação afunde, ou seja, a ideia é que a própria embarcação é o local mais seguro para as pessoas e, conseqüentemente, sendo possível, salvando a embarcação, as pessoas estariam protegidas da melhor forma possível.

As Plataformas não autopropulsionadas não possuem certificado SOLAS, mas nem por isto seus requisitos não são aplicáveis, pois, em substituição ao SOLAS, as plataformas possuem o MODU-CODE, que faz referência, e torna obrigatório, ao cumprimento de muitos itens da convenção SOLAS.

SISTEMA DE POTÊNCIA ELÉTRICA (SPE)

O sistema de potência elétrica é composto pela geração principal e de emergência, os sistemas de distribuição em corrente contínua e corrente alternada e a fonte transitória de energia elétrica, composta por baterias de acumuladores e equipamentos de UPS.

O SPE é composto de três fontes de energia elétrica:

- Geração principal;
- Geração de emergência;
- Sistema UPS – Uninterruptible Power Supply.

Vale ressaltar que a alimentação de cargas não emergenciais através da geração de emergência é permitida apenas em caráter excepcional e por curtos períodos, conforme SOLAS (2002). As cargas de emergência energizadas mesmo no caso de falha do sistema de geração de emergência são supridas pelo sistema UPS, fonte transitória de energia elétrica (baterias).

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

- Cargas essenciais – São as cargas definidas como “serviços essenciais para segurança” na I-ET-Maritime production installation safety philosophy (2006), e definidas como cargas de emergência pelo IMO MODU CODE (2001) e pelas regras das Sociedades Classificadoras.
- Cargas de emergência – São as cargas definidas como “serviços de emergência” na I-ET-Maritime Production Installation Safety Philosophy (2006) devem permanecer energizadas pela fonte transitória de energia elétrica (baterias), após falha do sistema de geração de emergência.
- Cargas normais – São as alimentadas somente a partir do sistema de geração principal, não sendo classificadas como cargas essenciais ou de emergência.

SISTEMA DE ENERGIA PRINCIPAL

Pertencem ao 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 Cap II – parte D do SOLAS a instalação deverá ter pelo menos dois grupos geradores com capacidade suficiente para quando qualquer um estiver fora de funcionamento o outro ainda seja suficiente para assegurar as condições normais de operação e habitabilidade sem recorrer a fonte de energia elétrica de emergência.

Normalmente, os navios mercantes atuais possuem três diesel-geradores localizados na praça de máquinas. Sua geração de 440V CA e frequência de 60Hz é ligada ao barramento do quadro elétrico principal(QEP).

Os disjuntores estão localizados no QEP, no centro de controle das máquinas e são isolados para proteção do operador. Cada um tem uma função específica, por exemplo: o quadro com os disjuntores que alimentam os utilizadores é chamado de quadro de distribuição; o quadro com as chaves e instrumentos para controlar o paralelismo dos geradores é chamado de quadro de sincronização ou de sincronia; o quadro alimentado pelos transformadores que tem os disjuntores de iluminação é chamado de quadro de iluminação e etc.

Porém se a potência gerada exceder 3MW o barramento deve ser seccionado pelo menos em duas partes que deverão ser conectadas por conexões removíveis ou semelhantes, como o split tie ou split ring. Essa exigência ocorre principalmente em navios com propulsão elétrica e navios novos que estão empregando a alta tensão para diminuição da corrente elétrica dos equipamentos, como as bombas.

Os transformadores possuem a finalidade de abaixar a tensão que será utilizada para iluminação e quadros de controle, pois a baixa tensão proporciona proteção ao tripulante. São normalmente três transformadores monofásicos que são instalados de tal maneira que caso venha haver defeito em algum, ainda se possa redistribuir a carga entre os dois restantes, como a instalação em Δ (delta) aberto.

No QEP moderno existem controles automáticos chamados de automação do QEP ou supervisão do QEP. Consistem em sistemas elétricos e eletrônicos energizados com 24VCC e têm como finalidade:

1° - possibilitar que os grandes disjuntores do QEP sejam abertos ou fechados com o toque de um pequeno botão;

2° - permitir o funcionamento das seguranças dos disjuntores do QEP e do próprio QEP;

3° - desligar cargas não essenciais em caso de sobrecarga;

4° - iluminar o QEP para o operador;

5° - manter em funcionamento os registros automáticos do QEP;

6° - controlar operação dos geradores;

7° - monitorar oscilações de tensão e frequência.

Essas funções devem atuar mesmo que ocorra total falta de energia elétrica. Já em caso de sobrecarga há necessidade de desligar algumas cargas elétricas, e para isso existe uma prioridade que são as cargas essenciais e as não-essenciais.

Cargas essenciais são cargas que precisam estar ligadas continuamente para que a manobrabilidade não seja afetada, exemplo:

- Auxiliares da propulsão;
- Máquina do leme;
- Equipamentos de navegação;
- Equipamentos de comunicação.

E cargas não essenciais são cargas que não precisam estar em operação continuamente ou podem ser paradas momentaneamente, exemplo:

- Exaustões de banheiro e cozinha
- Compressores de ar
- Bombas de lastro
- Frigorífica
- Ar condicionado

Mesmo com todas essas exigências, os navios devem dispor de um sistema elétrico de emergência independente. O sistema de emergência é interligado ao sistema principal em condições normais de funcionamento, mas deverá haver um arranjo para desligar essa alimentação no caso da falta de energia do sistema principal. O sistema principal também pode ser energizado através do sistema de emergência, entretanto 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 os geradores principais não puderem manter temporariamente a carga, dado que, como regra, os serviços normais deverão ser mantidos sem os recursos do sistema de emergência.

SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA DE EMERGÊNCIA

A energia de emergência deve ser alternativa para substituir a falta do sistema principal, imediata e automaticamente. A sua fonte deverá estar localizada acima do convés

principal do navio e é necessário que sua instalação garanta que um incêndio ou outro acidente no compartimento que contém a fonte de energia principal não comprometa o suprimento e a distribuição da energia de emergência.

Navios mercantes com madres do leme maiores que 230 mm, e outros menores, usam um DGE (Diesel Gerador de Emergência) para fornecer a energia de emergência e acionar a máquina do leme, pois se empregasse muitas baterias o navio mercante perderia muito espaço de carga podendo gerar dificuldade para obter uma boa estabilidade devido ao peso muito alto

A energia de emergência é estruturada na maioria das embarcações modernas dividida em três conjuntos:

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

- Diesel gerador de Emergência:

O Diesel gerador de emergência consiste em um ou mais geradores de emergência e possui seus próprios armários para controle do gerador e da distribuição de energia de emergência. Junto ao diesel gerador estão o quadro elétrico, os transformadores do sistema de emergência, o tanque combustível e os dispositivos de partida do acionador do gerador no mesmo compartimento fora da praça de máquinas.

Cada Gerador de emergência alimenta seu próprio quadro elétrico e possuem bancadas de transformadores alimentados pelos quadros de emergência, para fornecer energia aos circuitos de iluminação de emergência. O gerador de emergência produz energia com a mesma tensão e frequência do sistema principal, porém com cerca de 20 a 30% da capacidade de um gerador principal.

O quadro elétrico de emergência (QEE) é ligado por alimentadores proveniente do quadro elétrico principal através de um transferidor de barramento. Caso o sistema principal falhe o equipamento de transferência da barra, automaticamente, transfere da fonte principal para a de emergência. Esta ligação precisa de proteções contra sobrecarga e curto-circuito.

O quadro elétrico de emergência distribui a energia de emergência gerada para cargas vitais e iluminação. E a geração de energia deve ser capaz de manter as cargas essenciais pelo tempo determinado pela convenção.

É previsto pela convenção, que se a fonte de energia de emergência for um diesel gerador:

Deve partir automaticamente, em um tempo máximo de 45 segundos, por meio de uma fonte de energia armazenada e protegida a fim de evitar que esta esteja descarregada;

A fonte acumulada de energia de partida deverá ser protegida para evitar que o sistema de partida automática a esgote totalmente, a não ser que exista outro meio independente de acionar a partida. Além disso, deverá haver uma segunda fonte de energia para mais três partidas dentro de 30 minutos, a não ser que a partida manual tenha se demonstrado eficaz.

Caso a fonte de energia de emergência seja proveniente de bateria, esta deve se conectar automaticamente ao quadro elétrico de emergência quando falhar o sistema principal e sua tensão de descarga não pode variar mais do que 12% acima ou abaixo de sua tensão nominal. As baterias devem ter capacidade suficiente para suprir as cargas essenciais da embarcação. Sua localização não pode ser no mesmo compartimento que o quadro elétrico e os retificadores, pois durante sua descarga ocorre liberação de gás hidrogênio (H₂), gás explosivo. Devido a isso o compartimento das baterias deve ser ventilado, como prevê a convenção na regra 45 do cap.II – parte D.

- Sistema Transitório:

O sistema transitório é constituído de retificador e acumuladores, com a função de cargas essenciais, iluminação transitória e automação do navio. Tem como característica sua tensão baixa de 24V em corrente contínua, e sua capacidade de suprir em uma emergência, durante o período de trinta minutos sem ser recarregada, incluindo os seguintes serviços:

- 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;

- Equipamento de comunicação interna;

- Instalações de rádio VHF, MF/HF e radio navio para terra;

- Sistema de detecção e alarmes de incêndio;

- Apito;

- Funcionamento intermitente da lâmpada de sinalização diurna;

- Equipamento de navegação.

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

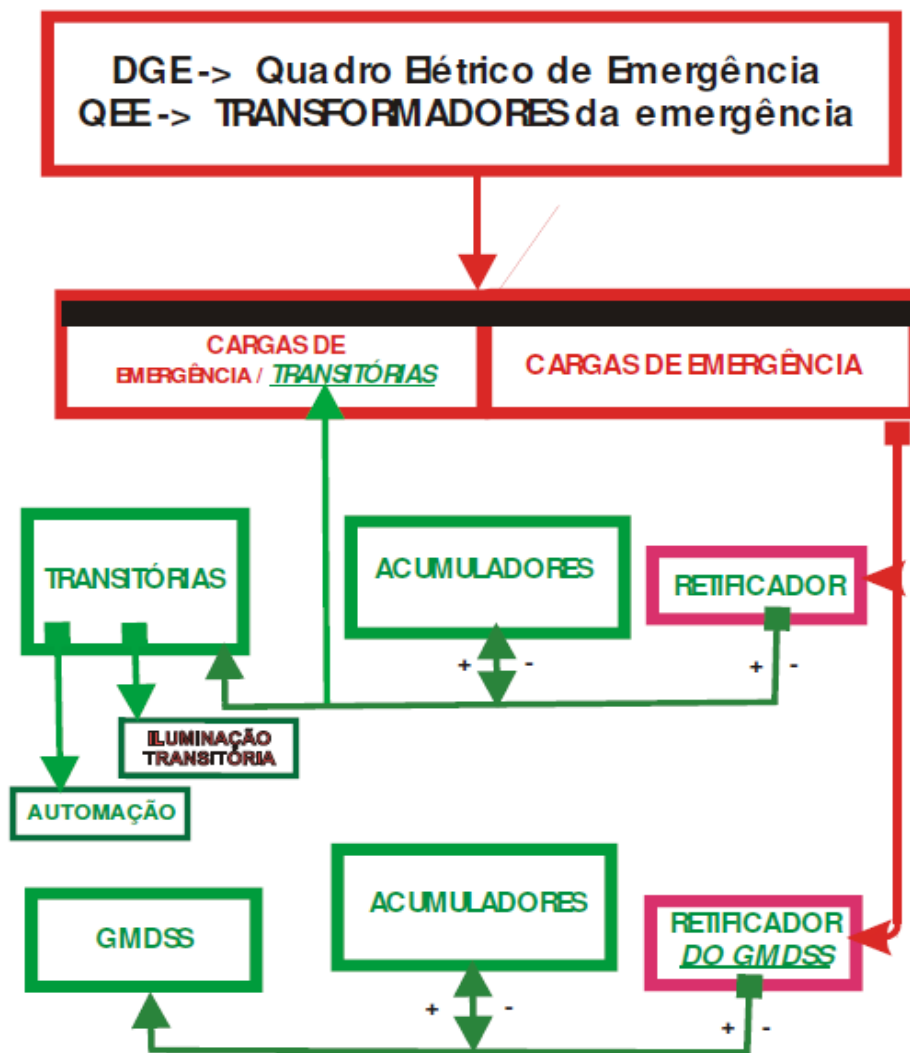


Figura 5 - Diagrama de blocos da estrutura do Sistema Transitório

- GMDSS – Global Maritime Distress Safety System:

O GMDSS é um sistema que utilize tecnologia de sistemas de satélite de forma a assegurar alerta rápido e automático nos casos de socorro marítimo, aplicando as técnicas de automação de sistemas às faixas do serviço móvel marítimo em VHF, MF e HF, e também os sistemas INMASART e o EPIRB (Emergency position– indicating Radio beacons), para aumentar a efetividade dos sistemas de socorro e segurança em âmbito global. É composto de sistemas independentes que precisam de uma fonte de energia única. Enquanto o navio está em operação normal, os sistemas são alimentados pelo sistema principal. Quando há falha no principal, e não funciona o de emergência, entra em ação o sistema independente do GMDSS. Um conjunto de baterias e retificador, similar ao sistema transitório, porém somente destinado a essa finalidade.

CAPÍTULO VII

GERENCIAMENTO DE ENERGIA A BORDO E BALANÇO ELÉTRICO

GERENCIAMENTO DE ENERGIA A BORDO

Gerenciamento de Energia compreende o controle da transformação e do débito de energia, evitando desperdício enquanto fornece toda a energia necessária ao atendimento das tarefas da embarcação e à sua segurança, possibilitando as máquinas operarem com o melhor rendimento possível. Por débito de energia entendam-se todas as formas de transformação do combustível, ou combustíveis, do navio, seja nos MCAs, MCPs, caldeiras, destiladores, etc. para produzir eletricidade, calor ou acionar eixo propulsor.

Uma verificação da demanda energética da embarcação é feita em duas etapas: inicialmente calcula-se a demanda de sistemas como: ventilação, praça de máquinas, oficinas, sistemas de auxílio à navegação, etc. Após isso se acrescenta a demanda energética dos equipamentos do sistema de manutenção de carga. A soma dessas duas contribuições representa a demanda energética total da embarcação.

A demanda energética deve ser suprida analisando a capacidade de produção de potência a partir dos elementos geradores de energia. É recomendado deixar uma margem de segurança, garantindo a redundância nos equipamentos de geração de energia.

- Elementos de síntese que sustentabilizam a análise do Suprimento Energético:
 - Praça de máquinas;
 - Sistema propulsivo e posicionamento dinâmico (Demanda Energética);
 - Arranjo Geral e
 - Superestrutura (Demanda energética).

- No navio, os elementos essenciais ao planejamento do maquinista para gerenciamento de energia podem ser, dentre outros, os seguintes:

- Atividades turísticas
- Condição de manobra
- Estado do mar
- Horas de funcionamento
- Quantidade de passageiros e de tripulantes
- Rapidez para colocar em barra
- Temperatura ambiente
- Velocidade da embarcação

▪ Atividades Turísticas:

Os passageiros do navio de turismo não estão viajando, no sentido de que estão apenas sendo transportados de um lugar ao outro. Eles estão em busca de diversão e entretenimento. Desse modo, o navio trabalha para atender essas necessidades proporcionando festas e apresentações. Isso significa consumo de energia para ar condicionado, iluminação, refrigeração de bebidas, cozinhas atendendo pedidos, etc.

Logo, a programação de diversões do navio deve ser acompanhada pelo operador da instalação de máquinas do navio de turismo.

▪ Condição de Manobra:

O piloto de serviço no passadiço, por desconhecimento, tende a esquecer de avisar à praça de máquinas a respeito da manobra próxima e mesmo sobre o término da manobra. Alguns já perderam o emprego por causa disso. Mas o maquinista tem como pressentir que a condição de operação do navio está sendo modificada, para entrar em manobra ou para sair dela.

▪ Alguns dos indícios de mudança nas condições de manobra são:

- Abertura (ou fechamento) das descargas para o mar do tanque séptico e do separador de água e óleo;
- Acionamento do molinete do ferro (“despertar a amarra”) e pressurização (ou desligamento) do sistema de água para lavagem do ferro;
- Aumento (ou redução) na velocidade da embarcação;
- Ligar (ou desligar) uma das unidades hidráulicas do sistema de governo;
- Modificações no balanço do navio;

- Nos navios com estabilizadores, acionamento (ou recolhimento) dos estabilizadores;
- Parada, ou grande redução, nas máquinas propulsoras para pegar (ou largar) o práctico.

- Estado do Mar:

O estado do mar, e do vento, implica em mais balanço, arfagem em especial, maior esforço da propulsão e maiores variações desse esforço. Nos navios que ainda têm leme, o indicador de carga do MCP acompanha fielmente o trabalho do leme de um bordo para o outro. Conforme a direção do vento, a velocidade do navio no fundo pode variar cerca de três nós para mais ou para menos. Um navio que desenvolve 14,5 nós pode chegar a quase 18 nós com o vento favorável ou cair para perto dos 12 nós com o vento contrário. Isso pode exigir do navio mais potência para manter o horário, além de sobrecarregar os propulsores com os movimentos do sistema de governo. Os ajustes do piloto automático são importantíssimos nesses momentos, tanto para manter o rumo quanto para evitar sobrecarga na propulsão.

- Horas de Funcionamento:

Durante a curta docagem os trabalhos inadiáveis são muitos, variando da limpeza do QEP e QEE até a manutenção do tanque séptico e do separador de água e óleo. Mesmo a manutenção mais simples de um MCA pode não ser recomendável nessas circunstâncias. Nesse momento a abertura de muitas máquinas acionadoras de geradores é uma atitude pouco sábia, e até mesmo, imprudente.

Desse modo, o maquinista deve levar em conta a quantidade de horas de funcionamento ao selecionar as máquinas que ficarão mais tempo em operação e as que serão acionadas eventualmente, tudo em conformidade com o procedimento de manutenção da empresa e as diretivas do chefe de máquinas.

O propósito dessa atitude é evitar que várias máquinas acionadoras alcancem simultaneamente as horas limite de funcionamento para trabalhos de manutenção.

- Quantidade de passageiros e de tripulantes:

O maquinista na CCM precisa conhecer a quantidade de pessoas a bordo, do mesmo modo que os cozinheiros.

- Rapidez para colocar em barra:

Nos navios modernos existe apenas um grupo gerador que é acionado e entra rapidamente em carga, em até 45 segundos, o gerador de emergência, como exige a Convenção SOLAS. Alguns navios com geradores pequenos talvez possam ter a mesma rapidez, mas, normalmente os acionadores principais dos geradores precisam ser aquecidos, pré-lubrificadas, etc. Os grandes acionadores, motores diesel com maior frequência e turbinas a gás em alguns navios, precisam de algum tempo para entrar em carga no barramento.

O acionador do gerador principal em stand-by deve ser do conhecimento do maquinista em serviço na CCM. O tempo que ele leva para entrar “em barra” deve ser levado em consideração por ocasião de mudanças na condição da embarcação.

É oportuno lembrar a pertinência do procedimento conhecido como “plano B” que o código ISM chama de plano contingente. Se a máquina em stand-by deixar de entrar em barra, qual o procedimento a ser adotado?

Para atender as necessidades do navio só existem duas saídas a serem trilhadas, em conjunto ou isoladamente: acionar outro gerador e reduzir a demanda.

É muito importante a rapidez de resposta do maquinista na CCM, na eventualidade de um gerador não entrar em barra como esperado. Não é possível esperar por demorados raciocínios para identificar o problema na máquina que “não entrou”, nem pensar calmamente na escolha das cargas a serem desligadas. As ações a serem adotadas, as quais dependem de cada navio e do seu grau de automação, devem estar planejadas com antecedência, ser bem entendidas, claras e expostas em local de fácil acesso. Se a questão for deixada para a decisão do maquinista de serviço, a resposta poderá ser lenta e não ser a melhor solução para o navio e a empresa.

- Temperatura Ambiente:

O navio navegando em área tropical, sob um céu azul de verão, significa que o consumo de energia para ar condicionado estará no máximo. Além disso, vários MCAs deixam de suportar 100% da carga nominal com temperaturas ambientes muito altas, especialmente com umidade alta.

As temperaturas da água do mar, a fonte fria das máquinas de bordo, também podem contribuir para que os acionadores dos geradores não suportem a carga nominal, especialmente se os seus trocadores de calor não foram limpos recentemente.

- Velocidade da Embarcação:

Em um navio com vários MEPs o consumo de energia é muito dependente da velocidade do navio. Se o Comandante da embarcação quiser uma resposta rápida da máquina, simultaneamente à economia de energia, ele precisa manter a máquina informada das intenções quanto à velocidade da embarcação.

Esse particular é simples de ser escrito, mas complicado para colocar em prática. O assunto não pode ser deixado ao acaso da qualidade de entendimento entre os oficiais de náutica e máquinas. É importante a existência de um procedimento da empresa prevendo as regras para modificação de velocidade, junto aos demais procedimentos preconizados para atender ao Código ISM.

- Os geradores de energia devem ter condições de fornecer potência para os elementos consumidores de energia para o objeto de projeto, sendo os principais:
 - Sistema propulsivo (propulsores azimutais);
 - Sistema de posicionamento dinâmico.

O sistema propulsivo e o sistema de posicionamento dinâmico são elementos funcionais responsáveis pelo deslocamento e manobrabilidade da embarcação respectivamente. O dimensionamento destes sistemas deve satisfazer dois requisitos básicos, sendo: garantir a velocidade de serviço desejada e atender ao nível de manobrabilidade exigido.

A tabela abaixo mostra os resultados obtidos para cada condição e a respectiva demanda energética.

GRUPO	CLASSIFICAÇÃO	N O M A R		EM M A N O B R A	CARGA E DESCARGA	NO PORTO FUNDEADO
		ESSENCIAL	NORMAL			
1	Praça de Máquinas (serviço contínuo)	316,4	467,0	452,7	335,8	335,2
2	Praça de Máquinas (serviço intermitente)	23,0	82,1	86,6	64,7	31,0
3	Praça de Máquinas (diversos)	13,0	22,9	499,9	499,9	0,9
4	Ar condicionado / Ventilação / Aquecimento	0,0	125,3	124,3	123,3	123,3
5	Frigoríficas de Provisões (equipamentos)	12,6	15,3	15,3	15,3	15,3
6	Frigoríficas de Carga (equipamentos)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Máquinas de Convés	5,6	5,6	33,8	3,5	0,0
8	Cozinha / Copa	0,0	37,8	37,8	37,8	37,8
9	Lavanderia	0,0	19,2	0,0	19,2	19,2
10	Oficinas	0,0	7,8	0,0	9,5	9,5
11	Iluminação	73,5	73,5	98,0	98,0	98,0
12	Equipamentos Náuticos e de Auxílio à Navegação	6,6	8,1	8,4	5,7	5,4
TOTAL DOS GRUPOS		450,6	864,5	1356,7	1212,6	675,6

Geradores Disponíveis	Model OB750D-DW63			800	x	x	x	x	x
	Model OB750D-DW63			800		x	x	x	
	5L16/24 G. Emerg. - Cap. (kw):			500					
CAPACIDADE TOTAL DOS GERADORES					800,0	1600,0	1600,0	1600,0	800,0
PERCENTUAL DA CARGA DISPONÍVEL					43,7	46,0	15,2	24,2	15,5

Figura 6- Tabela da Demanda Energética

Deve-se garantir que a demanda de energia elétrica da embarcação seja suprida em todas as condições de operação da embarcação.

BALANÇO ELÉTRICO

É de suma importância a realização do balanço elétrico para que se garanta o suprimento de energia da embarcação, mesmo que esta se encontre em sua condição mais crítica. Permitindo a verificação se os *MCAs* - *motor de combustão auxiliar* (gerador) - estimados através de embarcações semelhantes irão permanecer, ou se o sistema de geração de energia deverá ser selecionado novamente.

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

Para se calcular a potência requerida por uma embarcação, e conseqüentemente selecionar os geradores, deve-se realizar a soma de todos os consumidores elétricos a bordo, levando em consideração a simultaneidade de funcionamento dos mesmos. O que deve ser

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.

Para a realização do balanço elétrico, utilizou-se uma planilha (Versão Eletrônica - Balanço Elétrico – Lorex III. xls) onde cada equipamento consumidor de energia elétrica foi separado em grupos de acordo com a sua localização.

CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi mostrar os diversos modos de gerar energia a bordo, explicando tanto o sistema elétrico principal como o sistema elétrico de emergência. Foi possível observar que existem diversos tipos de geradores, com vantagens e desvantagens um em relação ao outro. O tipo de gerador utilizado pode variar de acordo com o tipo de embarcação, o tamanho da mesma e o armador.

As especificações da convenção SOLAS visam a segurança marítima: Estruturas, estabilidade, motores, instalações elétricas; Proteção contra incêndios, meios de detecção e extinção; Salvamento (treinos, procedimentos, equipamento, etc.); Comunicações rádio (instalações, equipamento, energia, operadores, etc.); Segurança da navegação, carga, transporte de carga perigosa; Navios nucleares, navios de alta velocidade; medidas especiais para melhorar a segurança marítima.

Há um grande aumento de incentivo ao desenvolvimento de novos materiais para atender aos requisitos de produtividade e qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARPIAINEN, M.; JUURMAA, K.; LAUKIA, K.; NINI, M.; JARVINEN, K., NOBLE, P., Naval Architecture of Electric Ships – Past, Present and Future, SNAME Transactions, Vol. 101, pp. 583-607, 1993.

BARROS, F. S. Análise das condições de operação de turbinas a gás industriais utilizando biomassa gaseificada, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, EFEI, Agosto, 1998.

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 07/06/2012.

FONSECA, M. M. Arte Naval. Rio de Janeiro. 6ª ed, 23 – 24. 2002.

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

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.

IBRAHIM, Eden Gonzalez. Propulsão Elétrica de Embarcações. Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Rio de Janeiro. Fevereiro de 1998. 1ª edição.

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.