

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

GREEN SHIP: ESFORÇO POR UM MEIO AMBIENTE MARINHO SUSTENTÁVEL.

Por: Julio César São Paulo de Mello Mattos

**Orientador
Prof. Gastão da Silva Pereira
Rio de Janeiro
2010**

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

GREEN SHIP: ESFORÇO POR UM MEIO AMBIENTE MARINHO SUSTENTÁVEL.

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante.

Por: Julio César São Paulo de Mello Mattos.

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE - EFOMM

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA - _____

DATA - _____

NOTA FINAL - _____

AGRADECIMENTOS

....a todos meus professores, principalmente meu orientador que guiou e tornou mais fácil a conclusão do trabalho, e aos amigos que gentilmente cederam materiais de suma importância para conclusão da monografia.....

DEDICATÓRIA

.... a minha esposa Marta, meu filho João Marcos,
colegas de curso e companheiros do trabalho pela
compreensão e apoio demonstrado durante toda
esta jornada

RESUMO

Neste trabalho sobre os desafios da implementação das novas tecnologias para os equipamentos navais, efetuado em conjunto com todos os atores envolvidos na aventura marítima, ou seja, fornecedores de equipamentos, armadores, estaleiros e governos, com destaque para o governo dinamarquês, será discutido a evolução das pesquisas e testes de campo realizados objetivando atender aos requisitos atuais e futuros da legislação ambiental criada pela IMO que limitam as emissões de gases poluentes proveniente da queima de combustíveis proveniente do petróleo rico em enxofre.

O Comitê de Proteção Marítima Ambiental, que faz parte da Organização Marítima Internacional, com sede em Londres, decidiu recomendar medidas para diminuir a poluição causada por navios no mundo inteiro.

Embora o setor marítimo foi excluído do protocolo de Kyoto assinado em 1997, que estabeleceu a redução da emissão de gases poluentes pelas indústrias, carros e aviões, a IMO resolveu adotar medidas afim de contribuir para a melhora do meio ambiente, pois os navios contribuem com 2,7% da poluição mundial.

Por enquanto, haverá apenas a recomendação para a produção de navios mais limpos. Mas o documento emitido pela organização prevê, num futuro próximo, incentivos comerciais para embarcações que poluam menos. Isso será feito nos mesmos moldes do comércio de carbono que já ocorre com as indústrias. As que lançam menos gases poluentes na atmosfera podem vender títulos a outras empresas que precisam aumentar a produção e poluir mais.

Relatando as principais pesquisas em desenvolvimento visando proporcionar maior economia de combustível e diminuir as emissões de poluentes apresento o objetivo de revelar os esforços empreendido pela indústria naval, armadores e governos para alcançar os objetivos estabelecidos pela IMO.

A partir desse trabalho, baseado no esforço conjunto de empresas e governo dinamarquês, através da organização não governamental Greenship, espero contribuir com os propósitos voltados a preservação ambiental, apresentando uma análise das novas técnicas, que vem gerando sensível melhora nos índices de economia de combustível e redução das emissões preservando assim a saúde humana, à ecologia e a economia.

ABSTRACT

In this work, about the challenges of implementing new technologies to the ships, will discuss the evolution of research and field tests performed in order to meet current and future The Marine Environmental Protection Committee, which is part of the International Maritime Organization, based in London, decided to recommend measures to reduce pollution caused by ships worldwide. Although the maritime sector was excluded from the Kyoto protocol signed in 1997, which established the reduction of greenhouse gas emissions by industries, automobiles and airplanes, the IMO decided to adopt measures in order to help improve the environment, because the vessels contribute 2.7% of global pollution.

For now, there is only a recommendation for the production of ships that cause less pollution. But the document issued by the Organization provides, in the near future, commercial incentives for ships that pollute less. This will be done along the lines of carbon trading already occurs with the industries. Those who throw less polluting gases in the atmosphere can sell securities to other firms that need to increase production and pollute more.

Reporting major research development in order to provide greater fuel economy and lower emissions of pollutants present in order to reveal the efforts undertaken by the naval industry and owners to achieve the goals set by the IMO.

From this work, I hope to contribute to the purposes aimed at environmental preservation, presenting an analysis of new techniques, which has become sensitive indexes improved fuel economy and reducing emissions thus preserving human health, ecology and economics.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Introdução. | 11 |
| 1 - Emissões. | |
| 1.1 - Resíduos de Enxofre - Ox | 14 |
| 1.1.1 - Base Legal | 14 |
| 1.1.2 - Problema Verificado | 14 |
| 1.1.3 - Soluções Possíveis | 15 |
| 1.2 - Resíduos de Nitrogênio - NOx. | 15 |
| 1.2.1 - Base Legal | 15 |
| 1.2.2 - Problema Verificado | 15 |
| 1.2.3 - Soluções Possíveis | 15 |
| 1.3 - Resíduos de Carbono - CO2 | 15 |
| 1.3.1 - Base Legal | 14 |
| 1.3.2 - Problema Verificado | 16 |
| 1.3.3 - Soluções Possíveis | 16 |
| 1.4 - Fuligem, Fumaça e Material Particulado. | 17 |
| 1.4.1 - Base Legal | 17 |
| 1.4.2 - Problema Verificado | 17 |
| 1.4.3 - Soluções Possíveis | 17 |
| 2 - Tratamento do Lixo nos Navios. | |
| 2.1 - Base Legal. | 17 |
| 2.2 - Problemas Verificados. | 17 |
| 2.3- Soluções Possíveis | 20 |
| 3 - Tratamento de Água Oleosa. | |
| 3.1- Base Legal | 20 |
| 3.2 - Problema Verificado. | 20 |
| 3.3- Soluções Possíveis. | 21 |
| 4 - Tratamento de Esgoto Sanitário. | |

| | |
|---|----|
| 4.1 Definição. | 22 |
| 4.2 - Base Legal. | 22 |
| 4.3 - Problema Verificado. | 22 |
| 4.4 - Soluções Possíveis. | 23 |
| 5 - Tratamento de Efluentes. | |
| 5.1 - Definição. | 23 |
| 5.2 - Base Legal. | 23 |
| 5.3 - Problema Verificado. | 23 |
| 5.4 - Soluções Possíveis. | 24 |
| 6 - Água de Lastro. | |
| 6.1 - Base Legal. | 24 |
| 6.2 - Problema Verificado. | 24 |
| 6.3 - Soluções Possíveis. | 24 |
| 7 - Equipamentos Marítimos e o Desenvolvimento da Tecnologia Verde. | 24 |
| 8 - Principais Projetos de Navios Não Poluentes. | 27 |
| 8.1 - Automação do Monitoramento dos Motores. | 27 |
| 8.2 - Pintura do Casco. | 28 |
| 8.3 - Dual / Multi Certificação | 29 |
| 8.4 - Otimização dinâmica Trim com GreenSteam. | 31 |
| 8.5 - Sistema de Recirculação dos Gases de Descarga | 32 |
| 8.6 - Sistema Eletrônico de Combustível e VTR. | 34 |
| 8.6.1 - Motor Principal MAN B&W ME-B | 34 |
| 8.6.2 - Integrando as Duas Tecnologias | 35 |
| 8.7 - Navio Lab-On. | 35 |
| 8.7.1 - Testes Práticos | 35 |

| | |
|--|----|
| 8.8 - Navios Consumidores de Gás Natural | 36 |
| 8.8.1 - Alvos e Objetivos | 36 |
| 8.8.2 - Projeto da Máquina | 37 |
| 8.8.3 - Resultados | 38 |
| 8.9 - Sistema Otimização Controle Energia Sistemas Resfriamento Navio. | 39 |
| 8.9.1 - Mantendo Resfriado e Estável | 38 |
| 8.9.2 - Ganhos a longo prazo | 39 |
| 8.10 - Otimização do monitoramento do Trim. | 40 |
| 8.10.1 - Como o Trim é Corrigido | 40 |
| 8.10.2 - Começando no modelo em Escala | 40 |
| 8.10.3 - Validação da Escala Total | 42 |
| 8.11 - Sistemas de Refrigeração | 43 |
| 8.11.1 - Sistema de Resfriamento por Água Salgada | 42 |
| 8.11.2 - Redução de Pressão | 43 |
| 8.11.3 - Sistema de Circulação de Óleo Lubrificante | 44 |
| 8.12 - Sistema de Lavagem dos Gases de Descarga. | 45 |
| 8.12.1 - O Método | 45 |
| 8.12.2 - Teste Extensivo | 45 |
| 8.12.3 - Desenvolvimento de sistemas de lavagem para remoção de SOx e partículas | 46 |
| 8.13 - Sistema Avançado de Propulsão e Governo. | 47 |
| Considerações Finais | 47 |
| Referencias Bibliográfica | 48 |

INTRODUÇÃO

A navegação é o principal meio de transporte de mercadorias utilizado pelas nações. Mercadorias são transportadas através dos oceanos comunicando todos os continentes. Desta forma, o comércio no mundo globalizado não atingiria seus objetivos sem navios, pois aproximadamente 70% da superfície da Terra esta coberta por água.

Considerando percentualmente o comércio mundial os navios transportam 80% do total das mercadorias, o que é notável, pois a navegação é o meio de transporte que menos agride o ambiente e que menos emite gases poluentes (3%). A poluição operacional vinha sendo reduzida em quantidades insignificantes. Marpol 73/78 é o mais importante conjunto de regras internacionais visando à proteção ambiental e mitigar a poluição proveniente de navios, através da emissão de várias publicações. Entretanto, temos que também considerar as melhorias nas eficiências das máquinas, desenho do casco dos navios, propulsão, que contribuem para a diminuição da emissão e aumento da eficiência do uso de combustível.

A pegada ambiental do setor de navegação foi aumentada de maneira significativa através das pesquisas realizadas pela indústria de equipamentos navais, que adotou uma postura de busca incessante por equipamentos menos poluentes e que economizem energia. Os fornecedores de equipamentos navais são valorosos contribuintes nesta empreitada.

O setor de construção naval em conjunto com os estaleiros e fornecedores de equipamentos são provedores de serviços e conhecimento de produtos ecologicamente corretos.

O setor de equipamentos marítimos compreende todos os produtos e serviços necessários para a operação, construção, conversão e manutenção dos navios de longo curso e de navegação interior. Isto inclui serviços técnicos no campo de engenharia, instalações e comissionamento, e gerenciamento de ciclo de vida do navio. O valor dos produtos, serviços e sistemas a bordo de um navio podem ser superiores a 70% do custo da construção. As metas de produção para fabricação de aço e outras matérias básicas para o desenvolvimento e suprimento das máquinas e sistemas de propulsão, sistema de manuseio de carga, sistema de segurança e proteção ambiental, equipamentos eletrônicos que incorporam sofisticados sistemas de controle, avançados equipamentos de comunicação e informática. Assim, a indústria de equipamentos marítimos

suporta toda a cadeia e grupos de interesse: da infra-estrutura portuária e operação navio/terminal, construção naval e manutenção do navio.

O maior desafio para a indústria naval hoje é transferir tecnologia dos laboratórios para os navios, visando reduzir as emissões perigosas e obter os benefícios do reconhecimento da sociedade. É necessário investir na melhoria dos navios existentes afim de torna-los menos poluentes e mais eficientes e servirem como exemplo para os navios a serem construídos. Neste contexto destaca-se o esforço realizado pelo governo da Dinamarca, através do projeto Greenship, cujo detalhamento encontra-se disponível no site <http://www.greenship.org>.

O objetivo de curto prazo para a indústria de equipamentos navais e se capacitar para melhorar a eficiência energética dos navios que poderá ser superior a 60%. Estes alvos ambiciosos podem, entretanto, somente ser alcançado com um processo contínuo de inovação e também com o aumento de contribuição entre os atores do setor marítimo.

As regulamentação futura para tornar a indústria naval menos poluente serão adotadas em nível internacional em um futuro muito próximo. Isto deverá prover um marco para futuras inovações e assegurar o alto nível de inovações tecnológicas resultando em melhores produtos.

A intenção deste trabalho é possibilitar uma visão da tecnologia existente afim de diminuir os impactos ambientais partindo de um ponto de vista neutro. É reconhecido que se a tecnologia existente fosse instalada nos navios existentes haveria uma redução de emissão de poluentes e consumo de combustível. Isto é claramente demonstrado através das novas pesquisas e desenvolvimento tecnológico que poderão conduzir no futuro a um navio com zero emissão de poluentes.

Existem atualmente seis problemas sensíveis que devem ser considerados quando falamos sobre navios de baixo impacto ambiental:

- 1 – Navio com reduzidas emissões de gás (NO_x, SO_x, CO₂, Fumaça, Fuligem e Matéria Particulada)
- 2 – Desperdício de Energia.
- 3 – Tratamento de Água Oleosa.
- 4 – Tratamento de Esgoto Sanitário.
- 5 – Tratamento de Efluentes.
- 6 – Tratamento da Água de Lastro.

Cada t3pico ser3 considerado separadamente e dividido nas seguintes subcategorias:

1 – Base legal.

2 – Problema Verificado.

3 – Solu33es Poss3veis.

Este trabalho objetiva analisar os problemas acima citado e os esfor3os efetuados pela ind3stria naval e de arma33o para solu3ona-lo atrav3s do relatos das mais recentes pesquisas desenvolvidas, o grau de economia alcan3ado e redu33o da diminui33o de emiss3es de gases poluentes.

CAPÍTULO 1

1. EMISSÕES

– RESÍDUOS DE ENXOFRE - SO_x

1.1.1 - Base Legal – Marpol 73/78 Anexo VI.

1.1.2 - Problema Verificado – As emissões de resíduos de enxofre, doravante chamada de SO_x podem causar chuva ácida nas áreas costeiras causando impacto degenerativo ao meio ambiente. SO_x é um produto da combustão de óleo pesado que é produzido pela redução de enxofre contido no combustível fornecido ao navio. Reduções na formação do SO_x podem ser obtidas com o tratamento posterior dos gases de descarga dos motores e caldeiras através do processo de lavagem. O enxofre contido no combustível influencia a emissão de partículas. Menos enxofre significa menos material particulado.

1.1.3 - Soluções Possíveis – Aumentar o consumo de combustíveis com baixo teor de enxofre; adotar a utilização de motores que consomem dois tipos de combustível, possibilitando a utilização de óleo combustível pesado (HFO) nos oceanos e de Gás Natural de Petróleo (LNG) nas áreas costeiras, nas entradas e saídas de portos; Torres de lavagem de SO₂ também podem remover SO_x dos gases de descarga utilizando ou não água do mar em um sistema fechado ou pela adição de produtos químicos. Este sistema pode reduzir a emissão de SO_x em cerca de 85%; Sistemas que permitem capturar os gases de descarga, especialmente quando o navio estiver atracado, reduzem as emissões em 95% e Sistemas de recuperação de calor despendido que possibilitam converter a energia contida nos gases de descarga do motor principal em energia elétrica para uso a bordo, podem gerar economia significativa no consumo de combustível e redução de SO₂ descarregado na atmosfera.

– RESÍDUOS DE NITROGÊNIO - NOx

1.2.1 - Base Legal – Marpol 73/78 Anexo VI.

1.2.2 - Problema Verificado – As emissões de resíduos de nitrogênio, doravante chamados NOx, contribuem para a chuva ácida. Uma redução da emissões de NOx contribuirá para a melhora nas condições atmosféricas das áreas costeiras.

1.2.3 - Soluções Possíveis - Algumas medidas podem ser implementadas para reduzir estas emissões através da melhoria do sistema de combustão do navio como: Ciclo Miller, Turbo Carregador de dois estágios, Sistema eletrônico de injeção de combustível.

Existem várias tecnologias que possibilitam diminuir a temperatura dos gases de descarga proveniente da combustão e conseqüentemente reduzindo a emissão de NOx através da introdução de água no combustível, que são: motores com ar de alimentação úmido; injeção de água direta; recirculação do gás de descarga; emulsificação do combustível.

Outras tecnologias como: tratamento do gás depois da exaustão. Esta tecnologia está provando ser capaz de reduzir as emissões dos motores em uma quantidade suficiente para atender as novas regulamentações da IMO; sistemas de recuperação de calor também podem reduzir significativamente os níveis de emissão de NOx; sistema de injeção eletrônico de combustível sem eixo de cames, Turbo carregadores e melhoria no processo de combustão também podem alcançar reduções significativas da emissão do NOx dos navios.

– RESÍDUOS DE CARBONO - CO2

1.3.1 - Base Legal – Atualmente, não há obrigação de reduzir a emissão de resíduos de carbono, doravante denominado CO2, na navegação. O Comitê de Proteção do Ambiente Marinho (MPEC) da Organização Marítima Internacional (IMO) esta trabalhando para ratificar o chamado “Índice de Energia Eficiente” que proverá medidas baseadas em ferramentas de mercado que orientará o índice de redução de emissão de CO2.

1.3.2 - Problema Verificado – CO₂ é um dos gases que podem causar o aquecimento global. A redução da emissão de CO₂ é necessária por razões climáticas.

1.3.3 - Soluções Possíveis - A emissão de CO₂ é resultante da queima do combustível. Isto significa que o maior efeito que poderá ser obtido seria a redução do consumo de combustível, através da redução da velocidade do navio. A análise e a adoção dos métodos abaixo descritos permitirão diminuir as emissões de CO₂:

Geração Auxiliar Híbrida de Energia – Um sistema auxiliar de geração de energia consiste usualmente de uma célula de combustível, diesel geradores e baterias. Um sistema de controle inteligente balanceia a carga de cada componente para uma máxima eficiência. Este sistema também aceita outras fontes de energia como energia solar e eólica. Este sistema pode alcançar significativa redução na emissão de CO₂, NO_x e material particulados.

Mudança do Tipo de Combustível – Gás Liquefeito do Petróleo (LNG) - A indústria naval tem feito muito para reduzir o impacto negativo que tem sobre o meio ambiente. No entanto, é preciso reduzir as emissões nocivas. Uma resposta pode estar na introdução de navios de que consomem LNG como combustível.

O LNG não é só uma solução ambientalmente correta, mas também economicamente interessante com os preços atuais do petróleo.

Cálculos feitos para o novo conceito apresentam uma diferença notável em comparação com as máquinas a diesel. Todas as grandes emissões podem ser significativamente reduzidas para realmente formar uma solução ambientalmente correta, notoriamente, a redução do CO₂ é difícil de alcançar com os combustíveis derivados do petróleo.

Portanto, a utilização do LNG oferece uma fonte alternativa de energia para os navios. Algum espaço extra é necessário para armazenamento de LNG, que deve ser levada em conta no início do processo de design. No entanto este é um pequeno preço a ser pago quando se considera a enorme redução nas emissões que podem ser alcançados com este conceito.

Propulsão Alternativa – Uma pipa na proa do navio poderá usar a energia do vento para dar ao navio outro meio de propulsão. Um navio tanque poderá economizar aproximadamente cerca de 20% de combustível, dependendo da rota e condições de

vento. A tecnologia da pipa, poderá ser adaptada para os navios existentes. É aguardado que as pipas possam ser usadas em paralelo com os meios tradicionais de propulsão. Conseguindo alta eficiência do combustível os navios poderão consumir menos e obter uma redução nas emissões de CO₂ e gases nocivos.

Recuperação de Calor Despendido – Aplicando esta tecnologia, ocorrerá uma grande melhora na eficiência dos sistemas tradicionais de propulsão. Isto permitirá economia superior a 12% de combustível e redução da liberação de CO₂. Esta solução requererá um novo conceito de projeto e operação dos equipamentos de propulsão.

Cold Ironing (Energia de Terra) – Quando os navios encontram-se atracados eles são capazes de conectar a energia de terra e os geradores de bordo podem ser parados. Isto permitirá a operação dos sistemas de bordo com uma energia limpa eliminando as emissões de gases perigosos nos portos.

Células de Hidrogênio – Fabricantes de equipamentos e institutos acadêmicos estão bem encaminhados na pesquisa e experiência das células combustíveis de hidrogênio como um meio alternativo para fornecer energia ao navio. Foi sugerido que os sistemas de hidrogênio poderão ser mais eficiente em 50% do que as máquinas atuais, também mitigando as emissões de certos gases (NO_x, SO_x e material particulado). Isto também levará a redução das emissões de CO₂.

Sistemas Marítimos Mais Eficientes – Sistemas marítimos como leme podem gerar 5% da resistência total dos navios. Os lemes existentes são fabricados usando estágios de tecnologia e materiais que reduzem sua resistência na água proporcionando uma economia de combustível de 2 a 5%, reduzindo desta forma as emissões de gases poluentes.

– **FULIGEM, FUMAÇA E MATÉRIA PARTICULADA.**

1.4.1 - Base Legal – Marpol 73/78 Anexo VI – Matéria particulada é parte da legislação. Fuligem e fumaça não estão cobertas.

1.4.2 - Problema Verificado – A composição e propriedades das partículas variam grandemente e é de difícil definição. Até o momento, uma relação quantitativa entre a densidade da fumaça e a emissão de partículas não esta estabelecida.

1.4.3 - Soluções Possíveis – O método mais eficiente para reduzir a emissão de partículas é usar combustíveis leves destilados de petróleo. Reduções adicionais em emissões particuladas podem ser obtidas pelo aumento da pressão de injeção, usando separador cíclico ou precipitação eletrostática. Entretanto a tecnologia implementada para reduzir a emissão de enxofre irá impactar diretamente na redução de material particulado. Isto porque a redução do material particulado é parte do processo de remoção de enxofre ou lavagem do gás de descarga.

2 – TRATAMENTO DO LIXO DO NAVIO.

2.1 - Base Legal – Marpol 73/78 – Anexo V.

Diretiva 2000/59/EC.

A definição de lixo é a seguinte: Lixo inclui todos os tipos de comida, rejeitos doméstico ou operacional, excluindo peixe fresco, gerado durante a operação normal do navio e passível de ser descartado continua ou periodicamente.

O anexo proíbe totalmente o descarte de plástico em qualquer parte do mar, e restringe severamente o descarte de outros resíduos do navio em áreas costeiras.

2.2 -Problema Verificado – O principal problema no descarte de lixo é que ele ocorre em grande medida fora das vistas da população.

Cerca de 70% do lixo naval é imediatamente jogado nas profundezas do oceano. Frequentemente, lixo como garrafas e recipientes abertos, podem causar a morte de peixes e outros organismos marinhos. 15% do lixo é proveniente de limpeza do navio.

Os restantes 15% flutua na água ou sobre a superfície do mar. Frequentemente este lixo se juntam e formam grandes ilhas de lixo. Estas ilhas podem apresentar um crescimento fora do controle devido à presença das correntes marinhas que contribuem para juntar uma maior quantidade de lixo. Elas são usadas por um número elevado de espécies como meio de transporte. Ecossistemas sensíveis, como por exemplo, nas regiões polares, podem ser colocada em risco como resultado destas ilhas flutuantes e dos organismos estranhos que são por eles carregados.

A descarga no mar é permitida pela MARPOL sob certas condições. O descarte de lixo tem de ser anotado em um livro, recolhido em um saco plástico e armazenado em um depósito de lixo contendo as seguintes informações:

O Tipo de lixo descartado.

A Quantidade de lixo descartado.

A hora e a posição do descarte.

| TIPO DE DESCARTE | DESCARGA FORA DAS ÁREAS ESPECIAIS | DESCARGA DENTRO DAS ÁREAS ESPECIAIS |
|--|--|--|
| Materiais sintéticos como cabos, redes e sacos plásticos, etc | Proibido | Proibido |
| Materiais flutuantes como cortiça, espuma, embalagens, etc | Permitido com uma distancia maior que 25 milhas náuticas da costa. | Proibido |
| Metal, vidro, papel/cartão, porcelana, etc: | Permitido com uma distancia superior a 12 milhas náuticas da costa | Proibida |
| Outros descartes: incluindo metal, vidro, papel/papelão, porcelana, etc: quebrado ou moído com espessura inferior a 25 mm. | Permitido com um distancia superior a 3 milhas náuticas da costa | Proibida |
| Resto de comida, não moída | Permitido com uma distancia superior a 12 milhas náuticas da costa | Permitido com uma distancia superior a 12 milhas náuticas da costa |
| Resto de comida, moída | Permitido com uma distancia superior a 3 milhas náuticas da costa | Permitido com uma distancia superior a 12 milhas náuticas da costa |
| Descarte misturado | No caso de descarte misturado aplicar estritamente a regulamentação especifica | No caso de descarte misturado aplicar estritamente a regulamentação especifica |

Tabela – descarte de resíduos retirada do Anexo V do Marpol.

2.3 - Soluções Possíveis – Existem soluções tecnológicas que podem ser implementadas e totalmente desenvolvidas para garantir que estes descartes sejam descarregados no mar. Devido ao limitado espaço a bordo dos navios, os fabricantes dos equipamentos tem desenvolvido vários métodos de tratamento dos descartes.

Compressores de Descarte – Eles reduzem o volume do lixo possibilitando que ele seja estocado a bordo antes de ser descarregado para as instalações facilitadoras de terra. Isto pode ser efetuado espremendo e quebrando o descarte pelo processo de compressão. Isto pode dificultar a reciclagem. A compressão e estoque dos descartes é uma solução técnica efetiva para solucionar o problema dos resíduos atirados no mar.

Tecnologia Plasma – Tecnologia de Plasma é usada em conjunto com outros sistemas de bordo é outro exemplo da efetiva descarga de lixo. Plasma, que pode atingir temperaturas superiores a 6000 graus Celsius, pode reduzir o descarte em uma lama não tóxica. Os compostos de plásticos podem ser reduzidos em hidrogênio e dióxido de carbono.

3 – TRATAMENTO DE ÁGUA OLEOSA.

3.1 - Base Legal – Marpol 73/78, Anexo I.

Óleo tem um impacto devastador especialmente no meio ambiente marinho. Isto não significa apenas que os desastres catastróficos de navios tanques são as únicas fontes de óleo que causam danos mas também descarga legal oleosa derivada dos efluentes do navios.

3.2 - Problema Verificado – A quantidade de recursos requeridos para o tratamento de óleo pesado com alta viscosidade, com qualidade deteriorada, é muito elevada estando fora de cogitação em função dos riscos ambientais, mão de obra cara e tempo de vida do equipamento. A muito tempo medidas caras são utilizadas para aumentar o manejo do combustível, minimizar os efeitos nocivos provenientes da combustão e emissões que contradizem o baixo custo do óleo pesado.

A qualidade do combustível é um problema. Quando um navio utiliza um óleo combustível de baixa qualidade ele precisará um grande número de tratamento antes de ser

utilizado no motor. Isto é um grande problema devido à existência de certa quantidade de água no óleo e de várias moléculas pesadas de combustível. Elas são separadas através de purificadores onde estes dois componentes são removidos. Depois deste processo a mistura de água e óleo remanescente é chamada resíduo. Este resíduo não possui mais utilização e dependendo da qualidade do combustível em muitos navios podem produzir de alguns litros até muitas toneladas deste material por dia. Este resíduo também não pode ser queimado no incinerador. Devido ao fato que os armadores tem que pagar para descarregar estes resíduos para uma instalação de terra, eles usualmente tentam reduzi-lo a uma quantidade mínima. Um meio de alcançar tal redução é recolher o resíduo em um tanque de decantação e bombear a água decantada abaixo da camada de óleo. Esta água poderá ser bombeada para o mar através de um sistema de tratamento de água de 15 ppm. Este é o momento onde o processo pode dar errado e parte do óleo ser bombeado para o mar, através deste sistema de tratamento de água oleosa.

Estas descargas de óleo podem ser assim discriminadas:

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|-----|
| Mistura oleosa e combustível | 252000 toneladas por ano | 45% |
| Reparos de Navios | 4000 toneladas por ano | 1% |
| Acidentes com Petroleiros | 121000 toneladas por ano | 22% |
| Danos (sem Petroleiros) | 20000 toneladas por ano | 4% |
| Utilização normal de Petroleiros | 158000 toneladas por ano | 28% |

Tabela – Quantidade de descarga de óleo.

Água oleosa pode ser bombeada através de um sistema de redes para o interior de um tanque coletor ou diretamente para o mar através de um filtro de-oiler. Através dos anos a composição da água residual tem mudado, devido ao fato do uso de diferentes tipos de óleo e combustíveis utilizados. A água residual é a mistura de diferentes substâncias e tem sofrido mudanças constantes de concentração.

As seguintes substâncias são encontradas na água oleosa: vazamento de condensado e água de resfriamento; óleos de várias fontes, como lubrificante, óleo de engrenagem, óleos hidráulicos, etc.; todo o tipo de combustível, diesel, óleo pesado, óleo

combustível com viscosidades diferentes; sujeira e partes de tinta e agentes de proteção contra corrosão.

3.3 - Soluções Possíveis – Uma solução possível para tratar a água oleosa eficazmente é começar pela fonte. Combustível limpo resultará em menor contaminação e portanto menos poluição. Combustível limpo significará menor poluição do ar e menor contaminação por óleo, causando um impacto positivo no meio ambiente em vários níveis.

Existem várias tecnologias efetivas disponíveis no mercado para tratar água oleosa antes de sua descarga para o mar:

Centrifugas de alta velocidade – Elas são capazes de separar efetivamente emulsões e remover partículas suspensas encontradas na água oleosa. Uma vez estabelecido que a separação entre água e óleo pode ser alcançado pela força centrífuga, a água poderá ser descarregada no mar e o óleo remanescente estocado em um tanque para ser tratado em um próximo estágio.

Tecnologias usando o processo de micro filtração já estão disponíveis para a limpeza da água oleosa. Membranas são usadas, no fluxo de água e agem como uma barreira capaz de remover sólidos e/ou outros materiais. Esta água filtrada também pode ser descarregada para o mar.

Tanques Cascata – Águas oleosas podem ser coletadas no topo de um tanque e então pela força gravitacional atravessa esponjas que podem capturar substâncias oleosas e permite que a água limpa seja coletada no fundo. Isto funciona somente com certas viscosidades de óleo, quanto menor as gotas de óleo menos efetivo o método se torna.

Através da aplicação de várias tecnologias é possível separar a água residual de todas as partículas oleosas. O uso destes equipamentos assegura a prevenção da poluição por descarga de água residual.

4 – TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO.

4.1 - Definição – Usado para tratar água contaminada com material fecal e urina proveniente de banheiros.

4.2 - Base Legal – Marpol 73/78 Anexo IV.

4.3 - Problema Verificado – Descarga de água contaminada pode levar à problemas higiênicos com germes perigosos sendo lançados em áreas costeiras. Somando-se a isto, água contaminada

jogada no ambiente costeiro poderá conter nutrientes perigosos e desinfetantes como detergentes que podem causar um grande impacto nos ambientes marinhos.

O planejamento, construção e operação do sistema de purificação de água contaminada é regulamentada por uma série de condições gerais e bastante diferentes do tratamento de esgoto sanitário efetuada nas instalações terrestres.

O problema da água contaminada é a variedade de poluentes nela contida que hora se apresenta de forma solúvel e em outras na forma sólida. Elementos não biodegradáveis como plásticos, grãos, cabelos, fibras e diferentes tipos de gorduras devem ser removidos da água por de-assoreamento periódico ou pela filtração usando filtros especiais. A quantidade de água contaminada a bordo depende da tecnologia instalada para o tratamento de seu sistema sanitário.

4.4 - Soluções Possíveis - O sistema de tratamento sanitário podem ser instalados a bordo dos navios visando purificar a água descarregada para o mar. Os navios de cruzeiro tiveram seus sistemas de tratamento sanitário readaptado afim de assegurar que suas emissões não causem impactos ambientais resultantes da descarga de efluentes.

Membranas Bioreatoras - Membranas bioreatoras podem limpar eficazmente a descarga de efluentes dos navios. A água é inicialmente alimentada no bioreator onde a biomassa é reduzida a matéria orgânica. A matéria orgânica é então processada passando por um filtro e entrando em um segundo bioreator. Esta solução é então forçada contra um modulo de membrana para assegurar sua lavagem e devida limpeza. A matéria processada que atravessou a área de limpeza pode ser descarregada diretamente no mar.

Descarga à Vácuo – Banheiros à vácuo podem reduzir a quantidade de descartes em cerca de 1/3. Esta tecnologia pode ser combinada com um reator de lama com membrana filtrante, coletando água servida. A água servida assim tratada poderá ser usada para descarga nos banheiros reduzindo o volume de tratamento sanitário em 75%.

5 – TRATAMENTO DE EFLUENTES.

5.1 - Definição – É um termo geralmente utilizado para descrever a água gerada de atividades domesticas de bordo como lavagem de louças, roupas e banho.

5.2 - Base Legal – Marpol 73/78 Anexo IV.

Água servida não é regulada por MARPOL ou nenhum outro regulamento.

5.3 - Problema Verificado - Os mesmos relatados no item 4.

5.4 - Soluções Possíveis – Praticamente os mesmos relacionados no item 4.

6 – ÁGUA DE LASTRO.

6.1 - Base Legal – Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos.

6.2 - Problema Verificado – A água de lastro é essencial para a estabilidade do navio, isto é, quando ele estiver carregando uma carga distribuída desigualmente. Um navio carrega entre 10 e 50% de sua tonelage total com água de lastro que poderá ser descarregada nas áreas costeiras quando seu carregamento é efetuado. (Um navio tanque pode carregar 60000 toneladas de água de lastro se possuir porte bruto de 200000 toneladas. Um navio de contêiner carregara entre 10 a 20% de sua capacidade de carga em água de lastro quando vazio.) Portanto por ano cerca de 10-12 bilhões de toneladas de água salgada são deslocados através dos oceanos.

Organismo marinhos (plantas e animais) são deslocados como resultado do descarte de água de lastro. Aproximadamente 3000 a 4500 tipos de organismo invasores podem ser introduzidos efetuando mudanças na fauna e flora marinha causando danos a indústria marinha como a pesqueira.

6.3 - Soluções Possíveis - Todos os navios agora devem possuir um sistema de tratamento de água de lastro. Atualmente existem várias tecnologias disponíveis empregando diferentes métodos como exemplo o tratamento químico, aquecimento, filtração, lâmpada ultra violeta, etc.

A Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos também permite a adoção de tecnologias experimentais em alguns navios com a concordância da IMO.

Existem tecnologia efetivas e outras em pesquisa. Remover organismos de água de lastro ainda levará um longo caminho para garantir que espécies estranhas não invadam ecossistemas marinhos mais frágeis.

7 - EQUIPAMENTOS MARITIMOS E O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA VERDE.

Todas as questões apresentada acima possuem solução já existentes e que podem influenciar positivamente o impacto causado pelo navio no meio ambiente. Entretanto, sempre

existirão áreas onde as inovações poderão ser promovidas e novas pesquisas visando mais eficiência, inovação e produtos ecologicamente corretos podem ser realizadas.

Incremento da Pesquisas – Medidas caras são requeridas para melhorar o manejo das características dos combustíveis e emissões de gases poluentes que negam o baixo custo do óleo combustível pesado. O processamento do combustível, suprimento e armazenamento de combustíveis alternativos como o éter metílico (RME), gás natural de petróleo (LNG), Metanol e gás liquefeito de petróleo (LPG), deverão ser pesquisado para redução de custo e melhorias ambientais, especialmente nas regiões costeiras e navegação de cabotagem. Melhoria no tratamento e na cadeia de fornecimento de combustível trarão melhor utilização do espaço interno do navio, reduzindo retrabalho interno, impactos ambientais e melhorando o tempo de vida das máquinas.

Pesquisas devem ser realizadas visando à substituição futura do combustível diesel marítimo por células de combustível. A expansão da opção por uso de energia elétrica com aumento de eficiência e benefícios ambientais irá possibilitar o uso de células de combustível de alta eficiência. A tecnologia das células de energia é baseada no poder energético de terra e grandes transferências desta energia seria necessária para carregar as células de bordo.

O sistema de propulsão dos navios continuará dominado por combustíveis derivados do petróleo. Onde estruturas fornecedoras de gás começarem a ser disponíveis este combustível poderá ser uma alternativa real para ser amplamente utilizado em substituição aos óleos combustíveis. Isto enquanto as fontes de biocombustível não estiverem prontamente disponibilizadas para a navegação e não poder ser pensado como uma solução possível para o petróleo. Outros métodos de propulsão como a tecnologia eólica, e energia solar ainda não são uma alternativa viável as máquinas de combustão interna, mas darão a longo prazo um grande contribuição para redução das emissões perigosas de gases, sendo usadas em paralelo com as máquinas tradicionais.

Um aprimoramento do gerenciamento de economia e controle dos desperdícios de energia precisa ser desenvolvido. Nós devemos aprender como um sistema dispendioso possa ser usado como fornecedor de energia a um outro sistema. Sistemas de limpeza dos gases de combustão deveram recuperar o calor e a água desperdiçados que poderão ser aproveitados nos sistemas de injeção em motores diesel. Novas tecnologias são necessárias para o gerenciamento de água de lastro. Nós precisamos desenvolver novos materiais e tratamentos; para aumentar e facilitar a

possibilidade de reciclagem de resíduos e redução da contaminação através de anti-incrustantes. Além disto o uso de materiais recicláveis e renováveis devem ser incentivadas.

O Gerenciamento eficiente da planta de força energética e monitoramento do sistema de propulsão são requeridos para múltiplas instalações. Ferramentas e sistema modulares são necessárias para analisar a performance de um largo range de opção de propulsão para diferentes tipos de desenhos de navios, características operacionais e todo o produto do impacto do ciclo ambiental e seu custo em ordem a otimizar o desenho do nível do sistema.

A variedade de tipos de navios e suas diversas aplicações estão se expandindo, e sua operação requer uso de sistemas de maquinas com elevado concentração de força, eficiência e grande flexibilidade em desenho e operação. Enquanto melhorias da tecnologia existente vão de encontro a vários destas necessidades, mudanças radicais na planta de propulsão e geração de energia serão necessárias para alcançar os requisitos da atual e futura legislação. Isto porque os resultados de algumas melhorias são inversamente proporcionais a outros, isto é, um aumento da eficiência da planta resulta em um aumento da emissão do NOx, mas redução do nível de CO2. Também é necessário minimizar o consumo de energia bem como os níveis primários de todos os poluentes.

Expansão da opção por propulsão elétrica ou híbridos (convencional e elétrico) com aumento de eficiência e benefícios ambientais poderão garantir a adoção de células de combustível de alta concentração. Fontes de energia alternativa devem ser desenvolvidas através do uso de energia Fotovoltaica, eólica e das ondas assim como meios de conservação de energia para geração de energia a bordo.

A indústria de equipamentos marítimos esta focada no desenvolvimento de equipamentos, materiais e serviços que podem causar grandes benefícios hoje e no futuro para o transporte e para o meio ambiente.

8 - PRINCIPAIS PROJETOS DE NAVIOS NÃO POLUENTES.

8.1 – AUTOMAÇÃO DO MONITORAMENTO DOS MOTORES.

Tem como objetivo otimizar as configurações de monitoramento automatizado e sistema de informação e introduzir um sistema de controle automatizado que monitora os parâmetros de funcionamento do motor e ajusta as configurações do motor para o consumo de combustível ideal.

Assegura que o processo de combustão dos motores diesel será otimizado. Permite a continua adaptação do uso, mudanças das propriedades do combustível e condições operacionais dos motores, resultando na redução de consumo de combustível, emissão de CO₂ e de fuligem.

Atualmente, o monitoramento é feito manualmente pelos oficiais de máquinas, requerendo várias horas mensalmente ou quando for requerida manutenção. O ajuste proporcionará que a máquina funcione seguramente nos parâmetros de carga recomendados mas reservando uma margem para otimizar as condições de operação e mudanças das características dos combustíveis.

Com o ajuste automático, esta margem pode ser aumentada proporcionando melhor performance, uma tarefa difícil de ser efetuada manualmente.

O monitoramento é baseado na medição em tempo real da pressão de combustão nas câmaras dos cilindros. Este é um meio extremamente hostil para um sensor com funções de medir os passes de gás de exaustão a altas pressões e temperaturas. No entanto, a tecnologia dos sensores atingiu um ponto que nos permite uma monitoração constante por mais de 4 anos de funcionamento do motor.

O sistema de controle monitora constantemente e compara as pressões de combustão medidas com um valor de referencia. Após, ajusta automaticamente a injeção de combustível de acordo com o desvio entre o valor medido e o valor de referencia. Isto é feito visando alcançar uma pressão de combustão ideal nas próximas combustões.

O ajuste automático da performance do motor permite a constante adaptação do uso, mudanças das propriedades de combustível e condições de operação, seja navegando em climas frios ou quentes. Isto oferece uma larga quantidade de benefícios, notadamente redução do

consumo de combustível, emissão de CO₂ e de partículas de carbono, assim como redução dos custos de manutenção e riscos de avarias.

A redução de consumo nos navios O esperada é em média acima de 1%, embora alguns navios tenham potencial para uma redução acima de 3%.

Se este sistema for implantado em mais de 10000 motores diesel de dois tempos em serviço no mundo, o total de combustível poderá ser reduzido em 2 milhões de toneladas. Isto equivale a 5 milhões de toneladas de CO₂, ou perto de 10% do total das emissões dinamarquesas de CO₂.

O sistema é simples de instalar e permite a adaptação para navios em serviço. Sua instalação não requer docagem podendo ser efetuada com o navio em serviço. Seu custo é coberto em 5 a 20 meses de operação, dependendo do tamanho do motor e do tipo de operação do navio.

8.2 – PINTURA DO CASCO.

A escolha da pintura anti-incrustante do casco do navio é essencial para manter a resistência mínima e diminuir o consumo de combustível e emissão de CO₂. As modernas pintura do casco anti-incrustantes são livres de biocida e de cobre e apresentam baixa resistência na água tendo um potencial de poupança de combustível na faixa de 3-8%.

Os fabricantes de tintas tem efetuado pesquisas afim de constatar os efeitos anti-incrustante e determinar a economia de combustível proporcionada em diferentes tipos de navios.

Como exemplo, a Hempel, desenvolveu a Hempasil X3, uma tinta hidrogel que é composta por uma cadeia de polímeros insolúveis em água. O hidrogel é super absorvente e possui um alto grau de flexibilidade devido a considerável quantidade de água que contem. Funciona como uma barreira invisível entre a sólida pintura de silicone e a água do mar. Consequentemente, os organismo incrustantes perceberam o hidrogel como liquido e não serão capazes de se fixar no casco.

Economia acima de 8% foram confirmadas nos testes usando Hempasil X3 em uma grande variedade de navios diferentes que possuíam modelagem de casco bastante diferente nas áreas molhadas e de tipo de operação. Economizar combustível é a grande meta da industria de

navegação e o custo do óleo representa 75 a 85% da diária de um navio contentor. Como exemplo, um navio conteneiro de 7500 TEU e consumo de 75 toneladas por dia de combustível poderá economizar US\$ 1,3 milhões durante o intervalo de 5 anos entre docagens. Isto corresponde a uma redução de 18.500 toneladas de CO₂.

8.3 – DUAL/MULTI CERTIFICAÇÃO.

Navios são desenvolvidos para certas velocidades. Para um grande número de navios, a velocidade requerida vem diminuindo devido à elevação do foco no consumo de combustível e emissão de CO₂. A estagnação da economia mundial também contribuiu para uma demanda por navios mais lentos.

Grande parte dos motores propulsores instalados nos navios de longo curso são motores diesel de dois tempos e baixa rotação. Estes motores são designados para uma potência correspondente a velocidade do navio. Com a decrescente demanda de força propulsora, mudanças e ajustes nos componentes dos motores são benéficos para a diminuição do consumo de combustível reduzindo as emissões de CO₂ e melhorando a performance da máquina. Isto levará a otimização da operação em baixa carga do motor. Entretanto, as mudanças afetaram o certificado ambiental do motor, especificamente no que respeita a emissão de NO_x.

Quando um motor diesel é fabricado, é submetido a um teste de certificação visando assegurar que as emissões estão de acordo com os limites estabelecidos nas normas da IMO. Quando as mudanças são realizadas é necessário renovar os certificados gerando uma perda de tempo e um custo adicional.

Portanto, este projeto objetiva encontrar soluções para a operação em baixa carga da frota existente sem alterar as certificações correntes.

Várias possibilidades diferentes estão sendo desenvolvidas, e duas soluções de grande potencialidade estão em análise. A primeira é navegar em baixa carga utilizando motores controlados eletronicamente. Os motores navais são construídos para consumo ideal de combustível a certas rotações. Navegando em baixa carga em navios com controle eletrônico permitirá navegar com cargas menores do que as normalmente estabelecidas. Desta forma, o consumo de combustível e as emissões na atmosfera serão reduzidas.

Outra solução é atrasar a entrada do turbo carregador o maior tempo possível em navios com múltiplos turbo carregadores. Esta solução tem uma enorme possibilidade de larga margem de redução de consumo de combustível, tão quanto o uso de injeção eletrônica em baixa carga. Além de que, o controle do uso dos turbo carregadores pode ser utilizado nos dois casos, ou seja injeção eletrônica ou mecânica. Isto possibilita a redução da emissão dos gases de descarga na maioria dos navios que atualmente utilizam injeção mecânica.

O método de controle de entrada dos turbos carregadores consiste na retirada de um turbo carregador e fechamento de uma válvula garganta. Isto fará que o motor funcione mais eficientemente, e em combinação com a redução da velocidade do navio, teremos a redução do consumo de óleo combustível e da emissão de CO₂.

O teste de corte do turbo carregador foi implementada no navio Maersk Salalah, um conteneiro de 8000 TEU que possui um motor MAN B&W 12K98ME. Os testes mostraram que reduzindo a velocidade do navio de 24 para 22 nós, a potencia do motor principal diminuirá a carga aproximadamente de 77% para 56% . A velocidade reduzida irá cortar emissões em 25% por milha náutica navegada. A esta redução de CO₂ será somada mais 3% devido a utilização do motor com o turbo carregador estrangulado.



8.4 – OTIMIZAÇÃO DINÂMICA DO TRIM COM GREENSTEAM.

Diferentes fatores influenciam a economia de combustível nos grandes navios, e estes fatores combinados criam um sistema bastante complexo. GreenSteam é uma solução nova para lidar com esta complexidade visando alcançar a melhor forma de economia de combustível.

Quando um navio de 200 metros é impulsionado no mar por um motor de 10000 kW, não é uma tarefa fácil calcular sua velocidade resultante. A direção e velocidade dos ventos e das ondas, o carregamento do navio, e o ângulo do leme são alguns dos fatores que afetam a quantidade da resistência que sobrevirá ao casco do navio. Alguns fatores, como o controle das rotações do hélice e o trim do navio, poderão ser controlados pela tripulação, mas outros fatos relativos ao sistema somente são gerenciados através de cálculos complexos.

Contudo, todos estes fatores interagem. Neste caso, se o navio estiver totalmente carregado, uma grande parte do casco estará submerso.

Ajustar estes fatores visando a uma economia de combustível é um problema bastante complicado, ainda mais adicionando fatores não constantes como direção e velocidade do vento.

Ao mesmo tempo isto representa uma grande oportunidade. Se os fatores controláveis puderem ser corretamente ajustados as condições de carregamento do navio, poderá possibilitar um aumento significativo da economia de combustível.

GreenSteam possibilita um avançado modelo matemático a complexa realidade de economia de combustível do navio. Todos os fatores envolvidos são mensurados e gravados por um longo período de tempo. Para todos estes fatores, sensores especialmente adaptados são usados para capturar as informações necessárias.

Esta coleção de dados alimenta o software GreenSteam que é capaz de observar e coordenar os dados e problemas existentes na informação recebida. Isto significa que ao invés de calcular sua economia de combustível baseado em uma longa lista de derivadas simplificadas, você usará os dados atuais de um navio particular.

GreenSteam esta sendo operado a bordo de um dos navios tanque do armador Damskibsselskabet NORDEN A/S. Estimativas correntes indicam que este navio pode aumentar

a economia de combustível em cerca de 4%. Esta economia corresponde a uma redução anual de emissão de CO₂ de 1200 toneladas métricas e economia 100000 Euros em combustível.

8.5 – SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DO GÁS DE DESCARGA – (EGR).

Neste projeto, a MAN Diesel, Lindo, Maersk e Aalborg Industries se uniram para desenvolver e testar um sistema de Recirculação de Gás de Descarga (EGR) para motores de baixa velocidade e dois tempos que reduzirá a emissão de gases nocivos NO_x em 80% .

O novo sistema EGR reduz as emissões NO_x direcionando parte dos gases de descarga novamente para o caixão de ar de lavagem do motor. Isto reduzirá a quantidade de oxigênio do ar na câmara de combustão, diminuindo desta forma a temperatura da combustão. A temperatura de combustão mais baixa resulta em uma diminuição da formação de NO_x.

Testes realizados no laboratório da MAN em Copenhague demonstraram resultados bastante promissores com a tecnologia EGR em motores a dois tempos. Os resultados revelaram ser possível cumprir os requerimentos da IMO referentes a emissão de NO_x somente com o EGR.

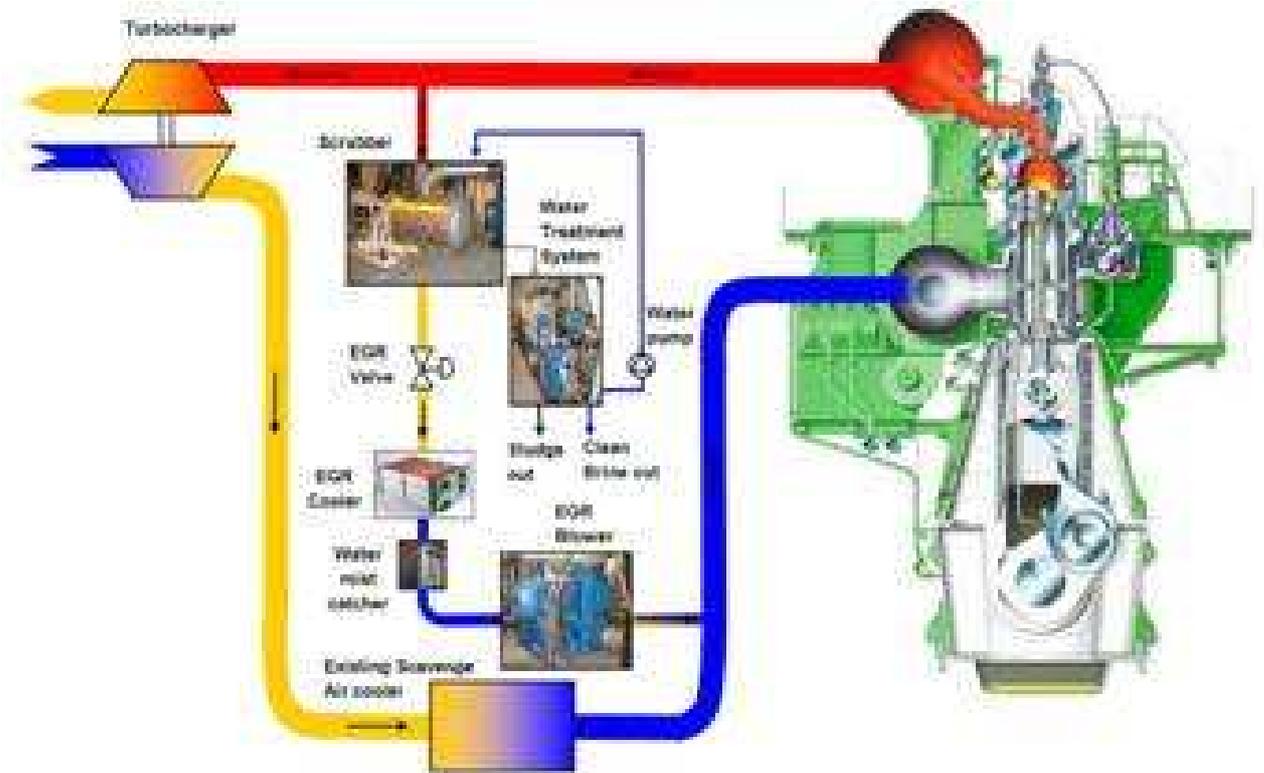
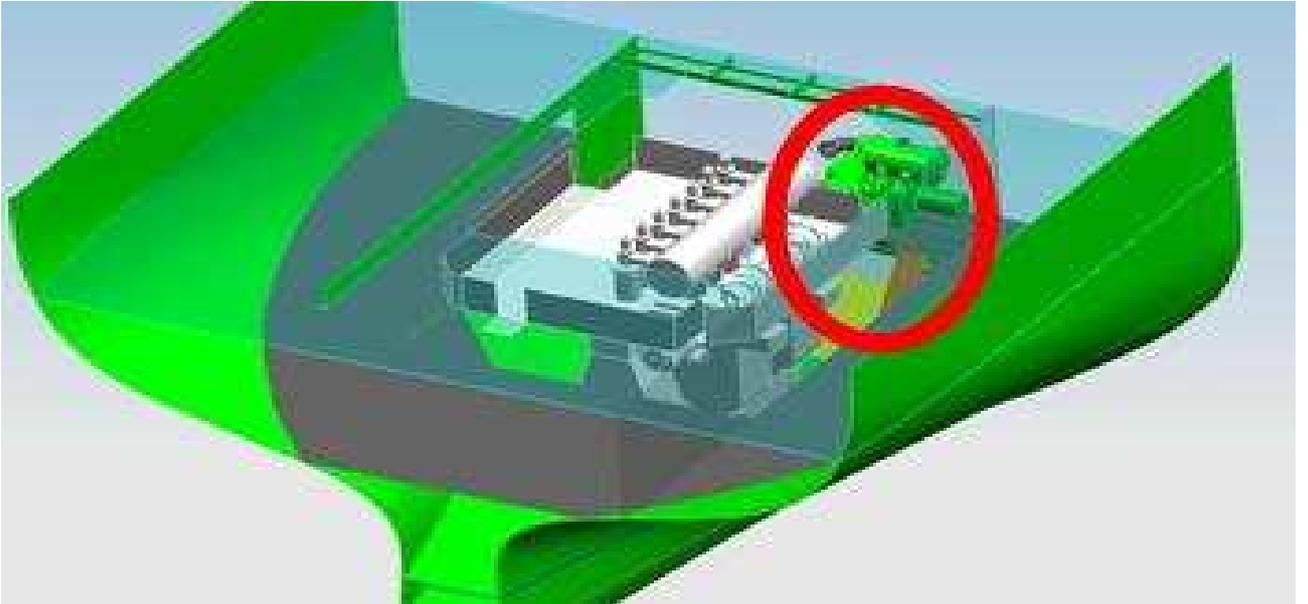
Em adição aos testes efetuados em Copenhague, é necessário um período superior de tempo para analisar os efeitos do EGR no motor, particularmente com o uso de óleo combustível pesado contendo enxofre. Estes são os tipos de óleo combustível mais usualmente empregado nos motores de baixa rotação a dois tempos.

A Maersk está participando do desenvolvimento do sistema o EGR no navio contêiner Alexander Maersk entre julho de 2009 e janeiro de 2010. Uma vez instalado, o sistema será testado em serviço até o final de 2010.

A uma grande expectativa em função do sistema EGR. Especialmente a luz das novas regras de emissão da IMO que entraram em vigor em 2016, que exigem uma redução de 80% na emissão de NO_x.

A MAN Diesel tem a iniciativa em desenvolver tecnologias de redução de emissões. O sistema EGR é o primeiro deste tipo instalado em navio.

O sistema EGR devem ser instalados na sala de máquinas e integrado com outros sistemas auxiliares.



8.6 – SISTEMA ELETRÔNICO DE COMBUSTÍVEL E TURBO CHARGER VARIÁVEL _ VTR.

Este projeto combina duas pesquisas em desenvolvimento e visa implementar em um petroleiro de propriedade da TORM, sistemas que demonstram a possibilidade de melhorias no consumo eficiente de combustível nos dias atuais.

1 – MAN área da turbina do turbo charger variável.

2 – MAN B&W ME-B motor principal com controle de injeção eletrônico.

A vantagem da Área Variável da Turbina do Turbo Charger (VTA) é que a área da turbina pode ser continuamente controlada, pelo sistema, para aumentar a pressão do ar de lavagem durante o aumento de carga. Isto não é possível com um turbo compressor convencional com uma área de turbina fixa e também um ponto otimizador estático a uma pré-determinada elevação de carga.

Aplicação do Turbo carregador VTA é particularmente relevante na situação corrente, com vários navios operando continuamente na fase de carregamento. Neste caso, o VTA oferece significantes aumentos na eficiência do combustível quando comparado com um turbo carregador fixo, devido a possibilidade da otimização do carregamento parcial.

O uso do VTA também proporcionará a redução de fuligem e fumaça quando carregado, e um aumento da resposta dinâmica do motor.

8.6.1 - Motor Principal MAN B&W ME-B.

Combina o controle eletrônico da injeção de combustível com o tempo do controle mecânico de abertura das válvulas de descarga. O controle eletrônico da injeção de combustível facilita o ajuste dos parâmetros de injeção, de acordo com as instruções do operador, enquanto mantém a simplicidade e confiança do eixo de cames para abrir e fechar as válvulas de descarga.

O motor ME-B provêem uma solução de extrema flexibilidade a respeito da otimização de combustível e encontrando limites de emissão de acordo com os regulamentos.

8.6.2 - Integrando as Duas Tecnologias.

A MAN desenvolveu um controle estratégico para o turbo carregado VTA em um motor de injeção eletrônica, permitindo desta forma a integração das duas tecnologias.

O primeiro motor integrado com injeção eletrônica e VTA foi instalado em um navio do armador TORM.

O teste de performance inicial do motor ocorreu em julho de 2009, incluindo medição de performance e emissões, enquanto testado a otimização de consumo de combustível obtido assim como a redução das emissões.

Um aumento na melhora do consumo é esperado quando em carga onde o VTA puder operar. Baseado nos diferentes carregamentos do motor do navio, isto pode resultar em uma economia anual de combustível de 95 toneladas, e redução das emissões de CO₂ em 300 toneladas.

8.7 – NAVIO LAB-ON.

O gerenciamento de combustível é a mais importante disciplina a bordo do navio, com relação à economia de óleo pesado e emissões de CO₂, tornando necessária o conhecimento de sua composição.

O óleo combustível marítimo necessita cuidados especiais e atenção com as variações de sua composição.

Por causa destas variações, a análise do óleo combustível em relação ao enxofre é necessária com finalidade de dar a mais alta eficiência ao motor.

Lab-on-a-ship monitora automaticamente o óleo combustível, óleo lubrificante e gases de exaustão. Este sistema fornece a tripulação de máquinas as informações necessárias para otimizar o tratamento e uso de óleo combustível tornando-o o consumo mais efetivo.

8.7.1 - Testes Práticos.

Como primeiro passo, o sistema Lab-on-a-Ship foi instalado nos navios da Lauritzen AS. Em paralelo, o serviço de análise de óleo combustível do Lloyds Register (FOBAS) foi comissionado para providenciar treinamento da tripulação de máquinas, superintendentes e gerentes.

Lauritzen Bulkers AS avaliou positivamente o sistema operando em seu navio, que se mostrou capaz de reduzir os impactos ambientais e os custos de operação.

The Lab-on-a-ship está sendo preparado para ser implantado em outros navios da Lauritzen. Os resultados iniciais são esperados para o início de 2010.

Lab on a ship é um produto novo e inovativo desenvolvido por NanoNord.

Durante o abastecimento, LOAS fornece medições on-line dos elementos do óleo bunker, óleo lubrificante, óleo etc cilindro Além disso, o sistema oferece medições on-line de emissões de gases de NO x e SO x.

Com o sistema da LOAS, o teor de enxofre contido nos combustíveis derivados do petróleo e as emissões de escape são medidos e documentados representando grande importância para a verificação dos regulamentos MARPOL Anexo IV.

LOAS encontra-se instalado a bordo de dois graneleiros de propriedade da Lauritzen Bulkers, e o projeto visa demonstrar a aplicabilidade do sistema.

8.8 – NAVIO CONSUMIDORES DE GÁS NATURAL DE PETRÓLEO.

Neste projeto, Mols-Linien A/S e DTU Mechanical Engineering cooperam no estudo do maquinário para um futuro Ferry Boat de alta velocidade movido a gás.

O uso de gás irá reduzir significativamente as emissões poluentes nas zonas de costa.

Uma forma de reduzir a emissão de poluentes dos Ferries é consumir gás natural de petróleo (LNG) como combustível. Considerando um sistema de propulsão com a mesma eficiência, usando LNG invés de diesel, reduz a emissão de CO2 aproximadamente em 25%, o

óxido de nitrogênio (NOx) em 35% e elimina as emissões de enxofre (SOx). Em adição, melhores reduções podem ser alcançadas com um melhor projeto das instalações de máquinas.

8.8.1 - Alvos e Objetivos.

O alvo deste projeto é desenvolver uma máquina de alta eficiência para os Ferries a LNG. Pela aplicação de modelos matemáticos desenvolvido em conjunto com a DCMT, diferentes possibilidades de configuração são investigadas através de várias simulações. O Ferry considerado é um catamaran de 112 metros. Normalmente estes Ferries tem propulsão por motores diesel ou turbinas a gás. Cada um destas máquinas é conectada em hidrojetos (waterjets) que impulsionam o navio.

8.8.2 - Projeto da Máquina.

Uma opção promissora, que está considerada neste estudo, é introduzir recuperação nas turbinas a gás. Isto implica que o ar comprimido é aquecido antes da câmara de combustão usando os gases de descarga, resultando em um consumo menor de combustível.

Outra opção em consideração é usar um ciclo combinado. Isto é, usar os gases de exaustão da turbina a gás para gerar vapor que serão expandidos em uma turbina. Devido à força adicional proveniente da turbina a vapor, a eficiência da máquina é aumentada. A frequência mais comum de combinação de fluido de trabalho é o de água/vapor. Entretanto para plantas pequenas, onde a supremacia seria o menor peso e volume, o assim chamado Ciclo Orgânico Rankine (ORC), é adequado. Nestas instalações, um fluido orgânico é usado ao invés de água/vapor.

8.8.3 - Resultados.

Os resultados preliminares sugerem que se a recuperação de gases da turbina está combinada com um ORC, uma eficiência de aproximadamente 48% poderá ser alcançada que é cerca de 30-35% maior que as atualmente existente. É esperado que estas melhorias deverão ser implementadas para uma melhor otimização do processo. Uma das tarefas para futuros trabalhos é

avaliar os equipamentos com respeitando também a performance do navio, levando em consideração o aumento do peso e volume.

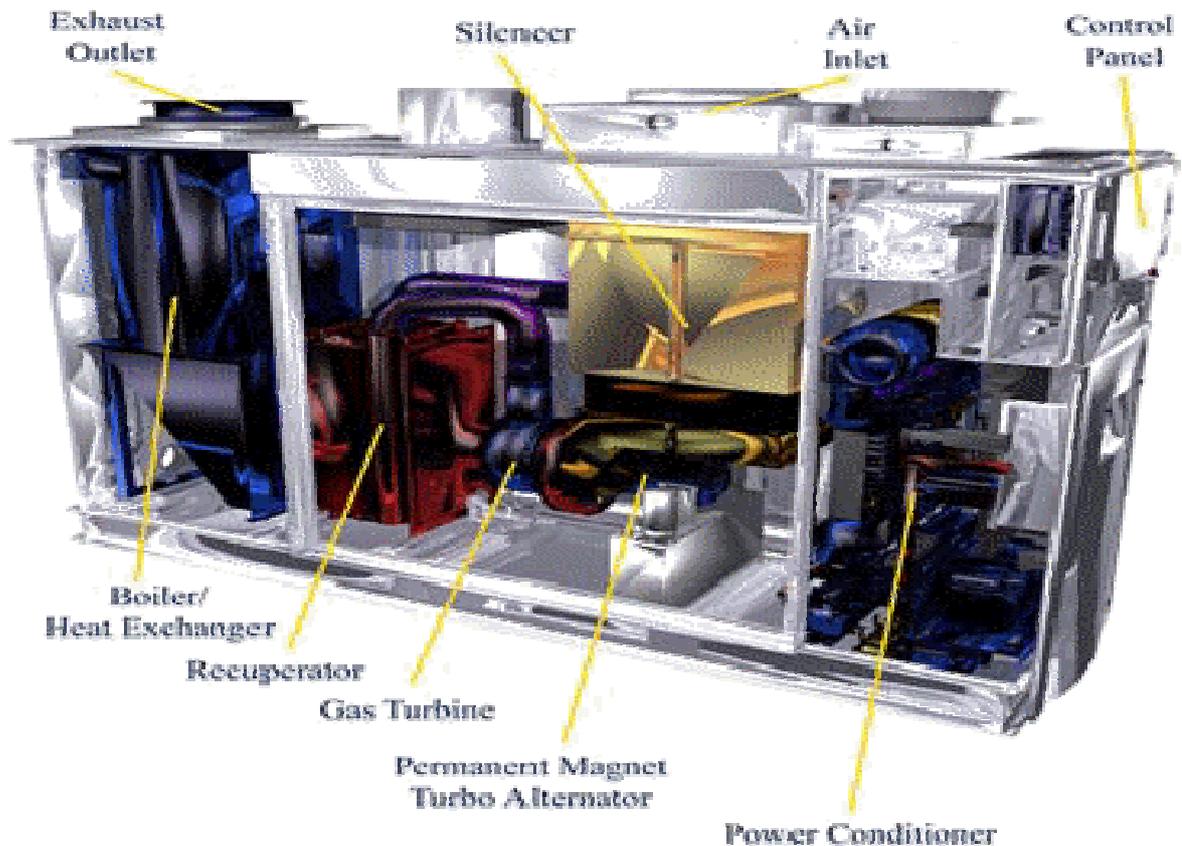
Avaliação da eficiência e das emissões em Catamarans que utilizam LNG.

Em conjunto com a DTU-Mekanik e Mols Linien observar os ganhos de eficiência das turbinas a gás como um sistema de ciclo combinado.

Com base nas especificações de construção de um Ferry Boat Incat de 112 metros, uma solução alternativa será feita com a alimentação de LNG.

Diferentes soluções em termos de propulsão serão avaliadas, e que a proposta final cálculos O projeto será feito em cooperação entre Molslinien A / S, Ph.D.detalhados serão feitos da eficiência total.





8.9 - Sistema de Otimização de Controle de Energia do Sistemas de Resfriamento do Navio.

Grande quantidade da energia elétrica é consumida quando a água de circulação é bombeada para resfriar os componentes na praça de máquinas. A Maersk objetiva que o potencial de economia com este projeto alcance estabeleçam melhores práticas para reparo e construção de novos navios. Para isto, um projeto PH.D. de 3 anos efetuado pela Universidade de Aalborg, será instalado a bordo no navio Gudrum Maersk tornando-o um laboratório flutuante visando alcançar soluções perfeitas para a água de circulação do século 21.

O sistema de circulação é o componente chave na segurança do navio, e o principal desafio é manter estabilizada uma temperatura baixa de água de circulação. Hoje, um sistema de refrigeração é controlado por uma bomba de velocidade constante que assegura uma temperatura estabilizada quando usado combinado com circuitos misturadores e restrições de fluxo.

Lamentavelmente, usando bombas de rotação constante, o sistema de refrigeração é operado em uma capacidade maior que a necessária. Através da mudança de bombas de rotação constante para rotação variável, a energia consumida será reduzida, e ao mesmo tempo a necessidade de circuitos de mistura será retirada. Além disto, o uso de válvulas nos sistemas auxiliares irão substituir a necessidade de restrição de fluxo.

No conteneiro de 7000 TEU Gudrum Maersk, isto poderá gerar 980000 Kwh/ano de economia de energia que equivale a 235 toneladas de óleo pesado e emissão de 731 toneladas de CO2 por ano. A economia de energia é estimada na tese da Universidade Aalborg que a confirmou em simulações realizadas em sistemas de resfriamento com dados coletados no Sistema de performance da Maersk. Além dos benefícios ambientais, o retorno do investimento ao armador será menor do que dois anos.

8.9.1 - Mantendo Resfriado e Estável.

Visando obter estas economias, drives variadores de frequência (VFD), válvulas e algoritmos de controle necessitam ser implementados. VFD's e válvulas já estão disponíveis porém algoritmos seguros e poupadores de energia para navios ainda não foram desenvolvidos. O sistema de refrigeração é o componente chave na segurança do navio, é o principal desafio é manter estabilizada uma baixa temperatura de circulação.

8.9.2 - Ganhos a longo prazo.

O alvo a longo prazo do projeto é prover um pacote de decisão que alcance diferentes possíveis aumentos e seus impactos na economia do navio bem como do meio ambiente. As economias calculadas serão baseadas na simples manutenção constante da pressão do sistema que será usado no início bem como na sua operação segura e previsível. Os parceiros no projeto esperam o aumento da economia com controles mais avançados e efetuados por algoritmos.

Em dois projetos, algoritmos de controle otimizado para sistemas Reefer (projeto conjunto com Lodam A / S) e para uso geral de Alta Temperatura (HT) e baixa temperatura (LT).

8.10 – OTIMIZAÇÃO DO MONITORAMENTO DO TRIM.

A resistência do navio e o trim estão intimamente conectados um com outro. Quando o navio está no trim correto, a resistência da água é mínima, e também o consumo de combustível. Um projeto do grupo Clipper e Force Technology para descobrir o potencial de ganho com a redução de combustível viajando com o navio totalmente trimado.

O propósito do projeto é demonstrar a redução do consumo de combustível quando o navio estiver corretamente trimado e para validar SeaTrim com um ferramenta capaz de reduzir o consumo de combustível. O navio usado neste projeto foi um navio químico classe L armado e operado pelo Grupo Clipper.

8.10.1 - Como o Trim é Corrigido.

SeaTrim é uma avançada ferramenta no portfólio da Force Technology. SeaTrim é baseado numa matriz de Trim onde a melhor trimagem pode ser lida em função do deslocamento e velocidade. O uso do SeaTrim proporciona ao operador do navio uma apresentação gráfica da influência do consumo de combustível resultante da mudança do Trim e do Calado.

8.10.2 - Começando no modelo em Escala.

O modo mais preciso e controlado modo para obter informações sobre o poder de propulsão requerido para um navio é construir um modelo em escala e testar o modelo em nosso tanque de prova, diz Rasmus Carstens, gerente de projeto da Force tecnologia.

Após construir o modelo em escala do navio tanque da Clipper, ele será testado no tanque de prova. Para obter dados para a matriz do Trim, será executado uma série de testes como performance da operação normal do navio. Durante os testes a velocidade do navio, poder de propulsão, calado e Trim foram medidos. Mais de 100 pontos de teste foram avaliados no leque de operações.

8.10.3 - Validação da Escala Total.

Em ordem de validar o resultados do testes, o aplicativo SeaTrim foi instalado em seis navios tanques da Clipper. No período vindouro, SeaTrim será usado para otimizar o Trim dos navios tanques e medir o consumo de combustível.

Antes do SeaTrim ser implementado a bordo de 6 navios da Clipper, um estudo de bancada do potencial de economia de combustível foi realizado. O estudo observou o histórico de um dos seis navios a respeito do Trim e da velocidade do navio. O estudo de bancada mostrou que havia potencial para economia de combustível em aproximadamente 80% nas viagens oceânicas.

Kaj Pilemand do Grupo Clipper disse: “Apesar de possuímos um tripulação muito especializada a bordo de nossos navios, sempre haverá espaço para melhorias” e ele continua “com o consumo de fuel oil de 2800 toneladas por ano/navio, mesmo pequenas porcentagens de economia são bem vindas – Isto é saudável para ambos, o meio ambiente e para os negócios.

Visando descobrir o potencial completo do SeaTrim, Force Technology’s validação de performance da ferramenta SeaTrend esta instalado a bordo de seis navios. Estes programas irão monitorar e validar a performance do SeaTrim. Os resultados do projeto serão revelados em aproximadamente 1 ano quando a totalidade dos dados serão analisadas.

SeaTrim é um aplicativo de otimização de Trim baseado em testes resultantes de uma grande matriz de diferentes combinações de calado, Trim e velocidade.

SeaTrend é um sistema de monitoramento de desempenho, utilizando dados operacionais do navio.

Com SeaTrend e SeaTrim instalados a bordo de seis navios químicos da classe L-controlada pelo Nordik Tankers, tem como objetivo do projeto demonstrar os efeitos dos instrumentos em termos de:

Habilidade para determinar tendências de incrustações em casco e hélice.

Habilidade para orientar a tripulação no que diz respeito ótima Trimagem.

8.11 – SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.

Sistemas de resfriamento são um dos maiores consumidores de energia a bordo do navio, e otimizar o desenho destes sistemas levará a uma economia significativa. Para um graneleiro, o sistema de circulação principal de água salgada e a lubrificação do motor principal consomem a maior parte da energia usada no resfriamento.

8.11.1 - Sistema de Resfriamento por Água Salgada.

O sistema de resfriamento por água salgada é mais comumente designado de acordo com a demanda primária estabelecida nas especificações de docagem para o navio sem especificação conhecida da resistência do fluxo nos resfriadores, filtros e dos equipamentos localizados.

A prática de usar o “adivinhar o primeiro classificado” como a especificação final para adquirir as bombas vem sendo observado especialmente nos novos estaleiros das nações construtoras de navios onde os estaleiros tem menos experiência.

8.11.2 - Redução de Pressão.

Nossos estudos mostram que a queda de pressão nos resfriadores é essencial. O resfriador é um componente do sistema de resfriamento de água salgada que causa alta resistência, e conseqüentemente isto tem um significativo impacto na pressão total do sistema. Escolhendo um resfriador muito grande, a resistência é reduzida e neste caso facilita a instalação de bombas menores.

Portanto, a escolha da queda de pressão no resfriador deve ser especificado muito claramente quando os resfriadores são selecionados. Estudos mostram que é possível economizar mais que 90% da energia da energia requerida para operar as bombas nos sistemas instalando a correta combinação de bombas e resfriadores. 90% da energia requerida equivale a 10% do total de energia elétrica gerada a bordo ou mais de 160 toneladas de CO₂ por ano por bomba.

8.11.3 - Sistema de Circulação de Óleo Lubrificante.

O sistema de lubrificação do motor principal é um sistema onde as bombas leva óleo lubrificante do poçeto e descarrega através de um resfriador de óleo. Então o óleo lubrificante é bombeado através de uma válvula termostática, um filtro automático e retornado de volta ao motor principal retornando por gravidade ao poçeto.

O parâmetros da otimização é a necessidade de pressão de óleo, temperatura de óleo e fluxo de óleo na entrada do motor principal. Para estes elementos, o resfriador, filtro e bomba de óleo é otimizado para atender o sistema de circulação do navio.

O sistema de circulação de óleo lubrificante vem sendo calculado com três tipos diferentes de bombas, uma bomba centrífuga submersível de 3 estágios, uma bomba centrífuga vertical em linha e uma bomba de fuso.

O estudo hidráulico da rede em conjunto com dados fornecidos pelos parceiros na construção, que suprirão os motores principal, resfriadores, bombas e filtros, que mostram economias superiores a 5% da energia elétrica correspondendo a mais de 110 toneladas de CO2 por ano.

Otimização da bomba e dos sistemas de água de arrefecimento em um 34,000 DWT Graneleiro Design:

A cooperação entre os fabricantes de equipamentos navais DESMI, APV e Grontmij Carl Bro foi criado há mais de um ano atrás, devido à crescente demanda para a redução da emissão de CO2 para o ambiente.

A cooperação entre a bomba de suprimento, o equipamento trocador de calor, e o projeto do sistema devem ser otimizados com vista a fornecer maior eficiência aos sistemas de serviços auxiliares a bordo dos navios através da combinação de projeto e experiência prática dos fornecedores envolvidos.

As otimizações foram centradas na redução da energia necessária para a bomba e, dessa forma reduzindo a emissão de CO2 para o ambiente.

Os parceiros de cooperação, inicialmente se concentraram no sistema de arrefecimento de circulação da água do mar (SW cooling), sendo uma das partes em um sistema central de refrigeração de água comum.

O tipo de navio escolhido é um navio graneleiro, que é muito familiar a quase todos, e dessa forma a conclusão dos estudos no presente relatório podem ser facilmente adotadas para otimizar projetos de navios existentes e, naturalmente, a otimização de todos os projetos de construção nova.

8.12 – SISTEMA DE LAVAGEM DOS GASES DE DESCARGA.

As futuras regulamentações internacionais à respeito das emissões de enxofre dos navios implica que somente combustíveis de baixo teor de enxofre serão usados no futuro; entretanto, sistemas de lavagem dos gases de descarga são permitidos com um meio alternativo para diminuir os níveis de enxofre contido nos combustíveis.

Lavadores de gases de descarga são comparados como um grande recipiente de lavagem colocado na chaminé do navio. Com este sistema é possível reduzir as emissões de enxofre para um nível tão baixo quando utiliza-se um combustível de baixo teor. Como os combustíveis de baixo teor possuem um preço significativamente alto, é um bom negócio usar este método de limpeza e continuar usando o óleo pesado.

8.12.1 - O Método.

O maior benefício ambiental do sistema de lavagem é o uso de água do mar ou água doce misturada com soda caustica como fonte de lavagem. Isto torna o processo mais seguro para o meio ambiente do que os processos que utilizam produtos químicos.

O processo se divide em 3 estágios: No primeiro estágio, o gás de descarga é resfriado de 350°C para 160-180°C em um economizador de gases de descarga que usa este calor despendido para produção de vapor. No segundo estágio, o gás de descarga é tratado com um ejetor especial. Aqui os gases de descarga é totalmente resfriado pela injeção de água removendo assim a maioria das partículas de fuligem. Finalmente os gases de descarga são conduzidos através de um duto absorvente onde os gases de descarga são atomizados com água e então limpo dos restos do dióxido de enxofre. Para prevenir condensação e corrosão, os gases de descarga são reaquecidos antes de ser descarregado através da chaminé do navio.

8.12.2 - Teste Extensivo.

O sistema de lavagem de gases foi submetido a testes com bons resultados. Estes testes provam que ele é capaz de reduzir quase 100% do enxofre dos gases de descarga e mais de 80% das partículas. Em junho de 2009 foi instalado o primeiro equipamento deste tipo em um navio Ro-Ro.

8.12.3 - Desenvolvimento de sistemas de lavagem para remoção de Óxidos de Enxofre (SO_x) e partículas.

Este projeto investiga e utiliza tecnologia de lavagem de gases de escape para limpar os gases de escape, incluindo a concepção integral, desenvolvimento e instalação do purificador.

Remoção de partículas, SO_x, HC e metais pesados. Em junho de 2009, um purificador será instalado e testado em um navio do armador Det Forenede Dampskibs-Selskab (DFDS/AS).



8.13 – SISTEMA AVANÇADO DE PROPULSÃO E GOVERNO.

Um sistema bem projetado de propulsão e governo pode economizar aproximadamente 4% do consumo de óleo combustível. Este sistema pode ser a combinação de um propulsor moderno com um leme assimétrico.

Com novos projetos de propulsores estes ficaram cada vez mais eficientes. Com o leme assimétrico, a energia rotacional do propulsor é utilizada mais eficiente quando comparada com o leme tradicional.

9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O navio é um sistema muito complexo, que por um lado é a coluna vertebral do comércio internacional e, por outro lado, gera uma grande quantidade de poluentes em suas operações, seja pela falta de um projeto consistente, com o emprego de tecnologias adequadas, seja pela gestão ineficiente das operações ou pela falta de uma regulamentação apropriada e também por educação e investimento na propagação de informações para a tripulação.

A criação de Áreas de Controle de Emissão de Enxofre (SECA₃ – Sulphur Emission Control Areas), onde o teor máximo de enxofre no combustível é de 1,5% - nas outras áreas este limite é 4,5% – é uma forma de controlar o problema da poluição em áreas mais sensíveis. No Báltico e no Mar do Norte isto já acontece e é provável a criação de novas áreas.

Ainda esta longe o conceito de “Navio Ecológico”, mas é possível melhorar a situação atual; para isso é preciso definir novas estratégias globais para minimizar os impactos ambientais.

As águas cinzas, águas residuais, águas oleosas, e resíduos sólidos, são contaminantes gerados pelos navios cujos efeitos podem ser reduzidos com a adoção de melhores praticas de gestão de resíduos. Para isso o porto tem um papel muito importante, com o fornecimento de instalações de recepção adequadas somado a programas de sensibilização e educação para a gente de mar.

O conceito de reutilização e reciclagem está em auge na atualidade; estes conceitos devem ser tomados com mais seriedade nos navios, A reutilização da água cinza ou oleosa geraria um ganho econômico importante.

Programas como a otimização da velocidade ideal em cruzeiro, traçado de rotas mais adequadas, uso de combustíveis alternativos, emprego de energia eólica, conexão de eletricidade à terra, recuperação de calor residual vão contribuir para a redução das emissões.

Os esforços conjuntos em pesquisas da indústria de navegação, estaleiros e fornecedores de equipamento naval alcançaram os desafios estabelecidos na legislação internacional contribuindo assim para manter um meio ambiente saudável.

Convém ressaltar que estes esforços já são reconhecidos internacionalmente na indústria de navegação, onde as Sociedades Classificadoras, já emitem certificados que atestam a adequação dos navios às requisições das normas internacionais que regulam as emissões provenientes dos navios.

Os esforços para alcançar navios menos agressivos ao meio ambiente tem encontrado um enorme incentivo das autoridades governamentais da Dinamarca, sobretudo através da Organização Green Ship.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Low Emissions Concept Ships – Denmark Government – <http://www.greenship.org>.

Green Ship Technology Book – Existing Technology By The Marine Equipment Industry: A Contribution To The Reduction Of The Environmental Impact Of Shipping - European Marine Equipment Council (EMEC), 159, Rue Belliard, 1040, Brussels, e-mail info@emecweb.eu

Air pollution A briefing document by: The European Environmental Bureau (EEB) The European Federation for Transport and Environment (T&E) Seas At Risk (SAR) The Swedish NGO Secretariat on Acid Rain Updated November 2004

BUNKERWORLD 2009; website <http://www.bunkerworld.com/prices/> pesquisado no dia 10 agosto 2010.

Corbett JJ, Winebrake JJ, Green EH, Kasibhatla P, Eyring V, Lauer A. 2007. Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment. Environ Sci Technol.

Eyring, V., Köhler, H. W., Lauer, A., and Lemper, B. 2005b. Emissions from International Shipping: 2. Impact of Future Technologies on Scenarios until 2050.

Exhaust Gas Emission Control Today and Tomorrow Application on MAN B&W Two-stroke Marine Diesel Engines.

GESAMP 2007 Estimates of Oil Entering the Marine Environment from Sea-based Activities.

GESAMP 2005 Joint Group of experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.

Guimarães Monteiro Aline, Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamento de Óleo o Estudo de Caso do Complexo Reduc-Dtse, 2003.

Hespanhol Ivanildo, Um Novo Paradigma para a Gestão de Recursos Hídricos, 2008.

Hinojosa IA, Thiel M Floating Marine Debris in Fjords, Gulfs and Channels of Southern Chile. Mar Pollut Bull, 2009.

Heinrich Schmid Manager, Application Technology, Ship Power Wärtsilä Switzerland Ltd, Winterthur Less Emissions Through Waste Heat Recovery 2004

IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group

Juliana A. Ivar do Sul, Ângela Spengler, Monica F. Costa, Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic), 2009.

MARPOL 73/78 (2002). International Maritime Organization. International Convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978.

Nowlan, L. & I. Kwan, Cruise Control – Regulating Cruise Ships Pollution on the Pacific COSAT of Canada, 2001.

OCEANA 2004, Contamination by Cruise Ships.

OCEANA 2003, The other side of oil slick. The dumping of hydrocarbons from ships into the seas and oceans of Europe.

OMI 2000; Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships.

OMI 2008 Prevention of Air Pollution From Ships Updated 2000 Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships.

PNUMA 2005. Marine Litter, an analytical overview.

Piniella F., Rasero J., and Aragonés J. 2005 Maritime Safety Control Instruments in the era of the Globalization, 2005.

Sheavly S.B. (2005). Sixth Meeting of the UN Open-ended Informal Consultative Processes on Oceans & the Law of the Sea. Marine debris – an overview of a critical issue for our oceans.

Sub-Committee on Bulk Liquids and Gases (2007) Review of MARPOL Annex VI and the NOx Technical Code.

Sullivan-1996. The Marine Encyclopedic Dictionary.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development, Review Of Maritime Transport 2008.

WHO-Europe. 2006. Air Quality Guidelines: Global Update 2005.

