



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



## ÍSIS SUZANO ALONSO



**A IMPORTÂNCIA DAS MÁQUINAS AUXILIARES  
PARA O FUNCIONAMENTO DOS NAVIOS  
MERCANTES**

**RIO DE JANEIRO  
2013**

**Í S S Z A N O A L O N S O**

**A IMPORTÂNCIA DAS MÁQUINAS AUXILIARES PARA O FUNCIONAMENTO  
DO NAVIO**

Monografia apresentada como exigência para  
obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas  
do Curso de Formação de Oficiais de Náutica  
/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo  
Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: Prof. Nélio Fernandes Pereira

Rio de Janeiro

2013

**ÍSIS SUZANO ALONSO**

**A IMPORTÂNCIA DAS MÁQUINAS AUXILIARES PARA O FUNCIONAMENTO  
DE NAVIOS MERCANTES**

Monografia apresentada como exigência para  
obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas  
Náutica / Máquinas da Marinha Mercante,  
ministrado pelo Centro de Instrução Almirante  
Graça Aranha.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador (a): \_\_\_\_\_

Prof. Nélio Fernandes Pereira

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Orientador

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

Dedico este trabalho às pessoas que construíram boa parte de quem sou hoje, minha maravilhosa família, sempre tão compreensiva, simplesmente por eles serem a melhor parte de mim e me completarem de forma única! Eles são meus amores eternos, razão pela qual quero sempre me superar, de maneira a retribuir todo carinho que recebo todos os dias.

## AGRADECIMENTOS

Através deste trabalho de conclusão de curso, só tenho a agradecer; primeiramente, à Papai do Céu sempre tão presente em minha vida, guiando meus passos e colocando sabedoria em minhas escolhas, sou forte, pois comigo tenho Aquele que tudo criou e eu coloco a minha vida em Suas mãos. Aos meus pais, que com um árduo trabalho me educaram, deram-me oportunidades únicas, interferiram em horas certas no meu me caminho, resgatam-me sempre que necessário. Ao meu irmão, meu melhor sonho, meu anjo de Deus, presente em minha vida, você é minha razão de crer em um mundo melhor, pessoas como você farão este sonho acontecer. Minha família é a face do Amor de Deus por mim! A minha avó, sempre carinhosa e gentil, com sua experiência mostra-me o quanto é importante fazer do que simplesmente saber. Aos meus entes queridos, que não estão mais próximos a mim fisicamente, mas estão no meu coração, lugar do qual ninguém parte. Aos meus amigos, anjos sem asas, não teria palavras pra agradecer tamanhas amizades que possuo, e não existe pagamento para doações de amor que recebo de cada um deles, são todos muito especiais e únicos para mim, vocês fazem mais sinceros meus sorrisos com certeza! Ao meu orientador, principalmente, por sua paciência em meio a este turbulento ano, soube esperar e retirar o melhor de mim para que este trabalho fosse concluído não só nestas linhas que virão a seguir, mas também em meu aprendizado. Aos meus mestres, que despertaram em mim a vontade de conhecer cada vez mais sobre máquinas!

*“Valeu a pena? Tudo vale a pena  
Se a alma não é pequena*

*Deus ao mar o perigo e o abismo deu,  
Mas nele é que espelhou o céu.”  
(FERNANDO PESSOA)*

## **RESUMO**

Ao se observar os navios mercantes é possível perceber o quanto eles modificaram com o decorrer dos anos de forma a se adequar as exigências dos armadores, usuários e pela principal função que foi criado. Este trabalho tem por finalidade ressaltar a importância das máquinas auxiliares dentro de uma instalação marítima como parte desta evolução, que está sendo eficazmente utilizadas na atual automação, através de uma noção geral das principais usadas a bordo de navios mercantes, algumas avarias, cuidados que devem ser tomados, a necessidade de uma correta condução e frequentes manutenções.

Palavra-chave: Máquinas Auxiliares.

## **ABSTRACT**

When merchant ships are observed it's possible to realize how much they have changed over the years, they see it suiting the requirements of owners, users and the main function that was created. This work emphasizes the importance of auxiliary machines within a maritime installation as part of this evolution, which is being used effectively with automation through an overview of the key used on board merchant ships, some damage and care should be taken to need, a proper driving and frequent maintenance.

Key-word: auxiliary machines.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 Malha de controle fechada

Figura 2 Tarefas de manutenção preventiva vs. Corretiva . Fonte : ABNT (TAVARES, 1987 e LIMA 1993 )

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1 MÁQUINAS AUXILIARES</b> .....	12
1.1 Bombas .....	12
1.1.1 Principais avarias e cuidados.....	13
1.2 Compressores .....	13
1.2.1 Principais avarias e cuidados.....	14
1.3 Separadores centrífugos.....	15
1.3.1 Principais avarias e cuidados.....	16
1.4 Aparelhos de troca de calor .....	18
1.4 Acessórios.....	19
1.4.1 Redes .....	19
1.4.2 Válvulas.....	19
1.4.2 Purgadores .....	20
1.4.2 Filtros e ralos .....	20
<b>2 INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE</b> .....	21
2.1 Um breve histórico sobre a instrumentação .....	21
2.2 Instrumentação a bordo .....	22
2.3 O instrumento .....	22
2.4 Malha de controle .....	22
2.5 As principais variáveis utilizadas e seus instrumentos.....	23
2.5.1 Pressão.....	23
2.5.2 Temperatura.....	24
2.5.3 Nível .....	24

2.5.4 Vazão .....	26
2.6 Unidades de controle .....	27
2.7 Elemento final de controle.....	28
<b>3 AUTOMAÇÃO .....</b>	<b>29</b>
3.1 Evolução da automação dos navios .....	29
3.2 Controle automático .....	30
3.3 Implicações técnicas e sociais da automação dos navios .....	31
3.4 Normas técnicas aplicadas a praça de máquinas desguarnecidas.....	32
<b>4 MANUTENÇÃO .....</b>	<b>34</b>
4.1 Tipos de manutenção clássica.....	35
4.1.1 Manutenção corretiva .....	35
4.1.2 Manutenção preventiva.....	36
4.1.3 Manutenção preditiva .....	38
4.1.4 Fatores de seleção corretiva, preventiva ou preditiva.....	38
4.2 Manutenção a bordo .....	39
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>

## INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o mundo parece cada vez menor, já que através da comunicação e transporte, o homem consegue manter as relações de forma mais estreita e rápida, assim como chegar a quase todas as partes do planeta. A atividade marítima é uma das que mais se desenvolveu com o tempo, visto que é uma atividade que acompanha a humanidade há séculos com objetivos diferentes dependendo da época como: exploração de novas terras, proteção da costa, transporte de pessoas, matéria-prima, produtos entre outros.

Com o intuito de melhorar e otimizar cada vez mais as atividades marítimas são de suma importância que as instalações de navio funcionem de forma eficaz de acordo com sua função.

Instalações de navio são compostos por máquinas principais, auxiliares, assim como redes e outras máquinas e equipamentos que oferecem ao navio a total funcionalidade requerida, ajudando na autonomia do mesmo.

As instalações das máquinas dividem-se basicamente em:

- a) Máquinas principais – aquelas que garantem a propulsão do navio, ou seja estão diretamente ligadas a propulsão;
- b) Máquinas auxiliares – aquelas que asseguram o funcionamento das máquinas principais e o desempenho do restante do navio.

# CAPÍTULO 1

## MÁQUINAS AUXILIARES

Este capítulo mostrará algumas das principais máquinas auxiliares utilizadas a bordo, cuidados a serem tomados e avarias, assim como alguns acessórios.

### 1.1 - Bombas

As bombas tem por finalidade transferir um líquido de um local para o outro, aumentando a pressão do mesmo, quer este local de destino seja mais elevado ou não. As principais bombas empregadas a bordo são:

- a) Bomba de água de resfriamento do motor propulsor;
- b) Bomba de água de circulação;
- c) Bomba de recalque de óleo combustível do motor propulsor;
- d) Bomba de óleo lubrificante do motor propulsor;
- e) Bomba hidrofórica de água doce;
- f) Bomba de transferência de óleo diesel;
- g) Bomba de transferência de óleo combustível;
- h) Bomba de água de lastro;
- i) Bomba de serviços gerais e incêndio;
- j) Bomba de carga;
- k) Bomba de alimentação da caldeira;
- l) Bomba de esgoto de porão.

### 1.1.1 Principais avarias e cuidados

Os mais frequentes defeitos encontrados nas bombas a bordo são indicados a seguir:

a) Vazão nula, neste caso deve-se parar a bomba imediatamente, as causas podem ser a bomba não está escorvada, fazê-lo de acordo com as instruções, ou a altura de aspiração está excessivamente grande, deve-se também verificar o sentido da rotação;

b) Vazão insuficiente, as causas podem ser velocidade muito baixa, vazamento na linha de admissão ou caixa de gaxetas, altura de aspiração grande, obstrução na canalização de aspiração, defeitos mecânicos;

c) A bomba recalca por pouco tempo e depois para isso pode ser consequência de vazamento na tubulação de admissão, existe ar ou gás no líquido, presença de areia ou outros abrasivos no líquido, ocorre vaporização no tubo de admissão;

d) Desgaste rápido caso a bomba opere contra carga excessiva, a corrosão provoque rugosidade nas superfícies, a bomba trabalhe seca ou com pouco líquido, deformação do tubo junto da carcaça provoque o contato entre as peças, exista areia ou impurezas no líquido que está sendo bombeado;

e) Ruídos podem ser causados por acoplamento desbalanceado, abastecimento insuficiente, desalinhamento da bomba, operação contra carga excessiva, bolsa de ar na tubulação de aspiração.

## 1.2 Compressores

Compressores são equipamentos usados para comprimir fluidos gasosos, aumentando sua pressão e seu peso específico, atuando na transformação de energia mecânica em energia potencial de pressão e cinética do ar.

Entre as diversas classificações que se podem estabelecer aos compressores, eles também são divididos de acordo com o valor da pressão com que o ar é descarregado: baixa, média e alta pressão. Nos navios mercantes, geralmente são usados compressores de média pressão para dar partida nos motores de propulsão e de baixa, para os serviços gerais.

### 1.2.1 Principais avarias e cuidados

#### a) Quantidade de óleo para lubrificação

A quantidade de óleo fornecida aos cilindros dos compressores deve ser apenas o suficiente para realizar a lubrificação, selando o êmbolo contra vazamentos de ar. Caso o óleo encontre-se em demasia, além de ser desperdiçado, tende a aumentar o arrastamento do óleo para as redes de ar comprimido, aumentando a quantidade de depósitos formados, com resultados prejudiciais, incluindo possibilidade de incêndio e explosões.

Um meio prático usado para determinar se a quantidade de óleo está correta, consiste em inspeções nas válvulas de descarga a intervalos regulares, observando se todas as superfícies possuem aparência úmida e produzir esta mesma impressão ao tato. Caso estejam secas ou mostrem sinais de ferrugem, o fornecimento de óleo deverá ser aumentado.

#### b) Temperaturas anormais

A temperatura do ar descarregado pelo compressor, estando acima do normal, pode resultar em uma condição imprópria. Esta condição deverá ser determinada e corrigida, imediatamente, pois a operação com alta temperatura acelera a oxidação do óleo e a formação de depósitos e, em caso extremo, pode causar incêndio ou explosão. As causas mais comuns de temperatura anormais são:

- aumento de pressão de descarga do cilindro, devido às obstruções das passagens de descarga causadas por depósitos;
- escape de ar pelas válvulas de descarga;
- molas de compressão e/ou camisas dos cilindros desgastadas;
- resfriamento deficiente nas jaquetas e resfriadores.

#### c) Incêndio e explosão

A causa exata de incêndios e explosões na descarga dos compressores é frequentemente conhecida, entretanto, depósitos excessivos e altas temperaturas estão sempre envolvidos. Os depósitos mais encontrados são formados por carvão e poeira de papel, que podem entrar em combustão. Essas contaminações são aglomeradas pelo óleo e produtos de oxidação do óleo. O oxigênio do ar também está presente. As medidas para evitar incêndios e

explosões são as mesmas para evitar temperaturas excessivas. O uso de filtros adequados na aspiração do compressor é também necessário para que o ar comprimido esteja sempre limpo.

d) Remoção de depósitos

Depósitos excessivos nas válvulas e áreas de descarga indicam sujeira ou contaminação química do ar aspirado, excessiva alimentação de óleo lubrificante ou uso de óleo inadequado. Esses depósitos deverão ser removidos regularmente e corrigidas as condições responsáveis pela acumulação. Os depósitos não devem ser removidos com querosene ou outros produtos combustíveis pelo perigo de causarem explosão. Pode-se usar uma solução forte de sabão ou outro produto de limpeza não combustível.

e) Substituição do óleo do cárter

Dependendo das condições de poluição da atmosfera, o óleo do cárter deve ser mudado a intervalos regulares. O óleo drenado deve ser retirado quando ainda estiver quente e o cárter deverá ser limpo com panos sem fiapos, antes de ser introduzido novo óleo. Na limpeza não se deve usar estopa nem solvente, muito menos se este for inflamável.

f) Depósito de óleo

Deverão ser usados somente depósitos limpos para armazenar o óleo a ser usado no compressor. A poeira nos depósitos constitui uma fonte de contaminação, portanto, devem ser mantidos fechados.

### **1.3 Separadores centrífugos**

A principal finalidade dos separadores centrífugos a bordo é separar as impurezas e a água, que são mais densas, de óleos utilizados como: lubrificantes, diesel e pesado.

Podemos encontrar o óleo combustível moderno, que possuem a densidade bem próxima de 1 quando estão à temperatura de 15 °C, este pode conter altos índices de borra e água; o óleo lubrificante, após algum tempo de funcionamento, também adquire contaminantes provenientes do sistema de resfriamento e de queima de combustível do motor; já, o óleo diesel deve ser separado de uma pequena quantidade de água proveniente do seu processo de armazenagem.

Como foi possível observar o processo de separação centrífuga é muito importante, a fim de evitar futuras avarias.

Para o processo de separação de líquidos de diferentes pesos específicos ou densidades, temos dois tipos de separação centrífuga:

a) Purificação – É a separação de dois líquidos misturados, mas não solúveis um no outro e com pesos diferentes, e das partes sólidas que se encontrem em suspensão;

b) Clarificação – É a separação das partículas sólidas contidas no óleo.

### **1.3.1 Principais avarias e cuidados**

Alguns procedimentos importantes para o melhor aproveitamento da operação dos separadores:

a) Limpeza do Rotor

A frequência para desmontagem e limpeza só pode ser determinada pela prática, dependendo do tipo de impurezas presentes no líquido processado e do estado dos filtros, se estes estejam defeituosos ou mal montados, haverá passagem de partículas grandes que ficarão presas entre os discos do rotor ocasionando o bloqueio da borra. Caso isto aconteça, os discos deverão ser limpos individualmente.

Uma parte importante é o seu anel de fechamento. É difícil recomendar com que frequência o anel de fechamento deverá ser lubrificado, dependendo do lubrificante utilizado e os cuidados exercidos neste processo. Com o tempo, o intervalo de lubrificação nas partes, que devem ser lubrificadas, poderá ser aumentado de acordo com a prática.

Se o líquido processado contiver água salgada ou a borra for corrosiva, o rotor deverá ser limpo com o líquido de lavagem e mediante repetidas descargas, logo após o término da operação, e no mínimo a cada vinte quatro horas, considera-se de suma importância quando se processam óleo lubrificante e óleo combustível pesado.

Sempre que o rotor for retirado, recomenda-se a limpeza das peças de comando da descarga, assim como todos os canais e boquilhas do corpo do rotor, o anel de manobra, o

disco impulsor e o registro do comando, e a frequência será determinada pelo tipo de água utilizada nesta limpeza.

#### b) Revisões do rotor

O conjunto rotor é um composto por várias peças metálicas e de vedações entre si, nas peças de grande porte possui anel de fechamento grande, capa do rotor, distribuidor, disco superior, cone distribuidor e corpo do rotor, normalmente existem marcas de balanceamento dinâmico acompanhadas do número de série da máquina.

Essas peças, quando condenadas, só devem ser substituídas mediante um novo balanceamento dinâmico de todo o conjunto (rotor), no qual também existem peças com rosca a esquerda.

Num rotor novo, as marcas de fechamento devem coincidir exatamente; com o desgaste das roscas, as marcas se ultrapassam e quando a marca do anel chegar a ultrapassar um limite pré-determinado um técnico especializado do fabricante para examinar as peças. Esta verificação deverá ser feita pelo menos uma vez por ano.

#### c) Eixo vertical

Quando examinar o eixo vertical, deve ser verificado com especial atenção a sua ponta cônica, o furo correspondente (central) do fundo do rotor e a altura do eixo.

#### d) Acoplamento e freio

As polias de fricção e as sapatas devem ser bem limpas, assim como as lonas devem ser raspadas com uma lima grossas a fim de deixá-las ásperas. Todas as lonas devem ser trocadas ao mesmo tempo, ainda que apenas uma esteja desgastada.

#### e) Eixo Horizontal

Quando a coroa for trocada, o pinhão deve ser cuidadosamente examinado e trocado caso necessário.

#### f) Cárter

O cárter deve ser limpo e reabastecido com óleo novo.

## 1.4 Aparelhos de troca de calor

Os aparelhos de troca de calor tem como finalidade a transferência de calor de um fluido (líquido ou gás) para outro fluido. Abaixo será listado as funções dos trocadores de calor, assim como um exemplo correspondente:

- a) O aquecimento de um fluido por meio de resfriamento de um fluido mais quente - economizadores;
- b) O resfriamento de um fluido por meio de aquecimento de um fluido mais frio - resfriadores de óleo lubrificantes;
- c) A vaporização de um líquido por meio de resfriamento de um fluido mais frio - caldeiras;
- d) A condensação de um vapor por meio de aquecimento de um fluido mais frio - condensadores;
- e) O aquecimento de um fluido por meio da condensação de um vapor - aquecedores de água de alimentação;
- f) O resfriamento de um fluido por meio de vaporização de um líquido - os evaporadores dos sistemas frigoríficos;
- g) A vaporização de um líquido por meio da condensação de um vapor - vaporizadores.

Qualquer que seja o objetivo do aparelho de troca de calor, os fluidos devem estar em temperaturas diferentes e o calor trocado sempre passa do fluido mais quente para o mais frio.

Os aparelhos de troca de calor tem grande aplicação nas instalações marítimas, pois uma grande parte das máquinas auxiliares é constituída de aparelhos de troca de calor. Estes são classificados sob diversos aspectos, a saber:

- a) Pelo processo de transferência de calor;
- b) Pelo sentido do escoamento dos fluidos;
- c) Pelo número de vezes que cada fluido passa pelo outro fluido;
- d) Pelas características gerais do aparelho.

Entre os principais trocadores de calor encontrados a bordo pode se destacar os destiladores, condensadores, aquecedores e os resfriadores.

## **1.5 Acessórios**

Os acessórios são peças de grande importância, pois através deles é possível conduzir o fluido ao local devido, assim como torná-lo ideal para sua finalidade, protegendo também as máquinas que o utilizarão.

### **1.5.1 Redes**

As redes são constituídas por tubos e acessórios. A padronização é aconselhável, assim como as tabelas de materiais adequados, dos testes de pressão, das dimensões dos tubos e juntas para os vários serviços e podem ser encontrados em manuais.

As redes são usadas a bordo dos navios para conduzir água salgada, água doce, vapor em várias pressões e temperaturas, óleo, ar comprimido entre outros. A natureza diversa das substâncias conduzidas, assim como as diferentes formas como a mesma será modificada para atender aos serviços necessários, é muito importante o uso de uma grande variedade de canalização e seus acessórios.

### **1.5.2 Válvulas**

As válvulas servem para controlar ou interromper (dependendo do tipo de válvula) o fluxo de um fluido em escoamento numa rede.

A bordo pode-se encontrar uma grande variedade de tipos de válvulas, devido a diversidade de fluidos com que se lida, condições de trabalho, em virtude de pressões e temperaturas.

### **1.5.3 Purgadores**

Nas instalações de máquinas, o vapor é utilizado nos aparelhos transformadores de energia e nos trocadores de calor, os purgadores tem por finalidade separar o condensado do vapor sem desperdiçar vapor. Assim como evitar futuras avarias.

### **1.4.4 Filtros e ralos**

O ralo serve para proteger, dependendo do serviço para o qual foi destinado, os aparelhos de uma instalação de cascalhos, incrustações, lama e outras matérias indesejadas. Assim como o ralo, o filtro serve para proteção, porém eles são projetados para reter pequenas impurezas.

Utilizamos filtros nas redes de ar comprimido, vapor, óleo lubrificante e partes do sistema de óleo combustível, já para a aspiração da bomba de água de circulação, de óleo combustível e alguns outros sistemas, utilizam-se ralos.

## CAPÍTULO 2

### INSTRUMENTAÇÃO DE CONTROLE

#### 2.1 Um breve histórico sobre a instrumentação

Com o aparecimento da Máquina à Vapor, o homem viu-se obrigado a desenvolver técnicas de medição. Com isso surgiram os primeiros instrumentos para indicar a pressão de vapor nas caldeiras, conseguindo com isso diminuir o número de acidentes que ocorriam devido a frequentes explosões.

No final dos anos 30 (aproximadamente 1938), começaram a surgir os primeiros instrumentos pneumáticos de controle e as primeiras teorias de Controle Automático. Já no início dos anos 50, com o advento da eletrônica e os semicondutores, surgem os instrumentos eletrônicos análogos. O risco e o receio de explosões limitaram o seu uso aos processos onde estes riscos não existiam.

Com a evolução destes instrumentos para sistemas intrinsecamente seguros, que eliminaram o risco de explosões, os instrumentos pneumáticos foram gradativamente sendo substituídos pelos eletrônicos nos processos. As indústrias estão optando cada vez mais pela automatização dos seus processos, adquirindo eletrônicos microprocessados, tais como: Transmissores Inteligentes, Controladores Multi-Loop, Controladores Lógicos Programáveis (CLP), Sistemas Fieldbus e os Softwares Supervisórios.

As principais vantagens que a instrumentação trouxe para as indústrias foram, entre outras:

- a) Permitiu uma produção com segurança;
- b) Maior produção;
- c) Obtenção de produtos mais complexos, inviáveis de serem obtidos com processos manuais;
- d) A centralização de informações em uma “casa de controle”, a bordo de navios mercantes “centro de controle de máquinas”.

## **2.2 Instrumentação a bordo**

A bordo de navios, os instrumentos de controle tem como finalidade mostrar ao pessoal do serviço as condições que se encontra o rendimento das máquinas, assim como orientar o pessoal nos futuros reparos, e anotações em livros de registros. Os condutores, baseando-se nas informações dos instrumentos do controle, terão possibilidade de conduzir bem a instalação e observar as condições anormais de velocidade, temperatura e pressão.

Com o emprego do Centro de Controle de Máquinas, local onde reúnem-se diversos visores com as informações obtidas pelos instrumentos, assim como as ações tomadas e alarmes para que o operador possua conhecimento de como está o andamento do processo e notificado em relação a mudanças.

## **2.3 O instrumento**

Um instrumento é um dispositivo que é utilizado para medir, indicar, transmitir ou controlar grandezas características de sistemas físicos ou químicos. As principais variáveis medidas encontradas são: temperatura, pressão, vazão e nível e estas serão um pouco mais explanadas no decorrer deste capítulo.

Um instrumento pode ser visto simplesmente como um aparelho que ao receber um estímulo em sua entrada produz uma saída.

É importante que o instrumentos seja calibrado corretamente e destinado às condições as quais será exposto de maneira a manter a precisão e a segurança do mesmo. Quando se utiliza um instrumento descalibrado obtém-se um conjunto de medidas casuais, e não um verdadeiro dispositivo de medição.

## **2.4 Malha de Controle**

Quando se fala em controle, deve-se necessariamente subentender uma medição de uma variável qualquer do processo, isto é a informação que o regulador recebe. Recebida essa informação, o sistema regulador compara com um valor pré-estabelecido (set point), verifica-se a diferença entre ambos, e age-se de maneira a diminuir ao máximo essa diferença. Esta

sequência de operações: medir a variável, comparar com o valor pré-determinado é chamado de malha de controle, que pode ser aberta ou fechada.

Na malha aberta, a informação sobre a variável controlada não é usada para ajustar qualquer entrada do sistema para compensar variações nas variáveis do processo. Por outro lado, na malha fechada, a informação sobre a variável controlada com a respectiva comparação com o valor desejado, é usada para manipular uma ou mais variáveis do processo, e este é o tipo de malha mais encontrado a bordo.

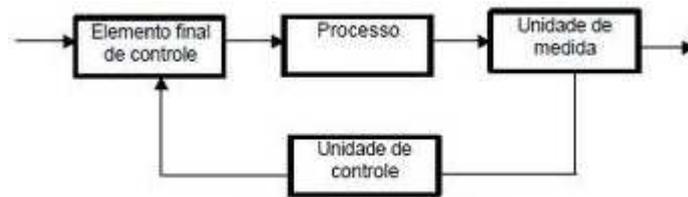


Figura 1- Malha de controle fechada

Acima podemos encontrar uma simples figura de uma malha fechada que possui o processo a ser controlado; a unidade de medida que realiza a medição da variável requerida ou para os futuros cálculos necessária; logo após, encontra-se a unidade de controle, uma série de equipamentos com as mais diversas finalidades, que dependem do tipo de processo a ser controlado, pode ter um transmissor, transdutor, entre outros; por último, encontramos o elemento final de controle, que após o valor obtido comparado com o pré-estabelecido, diminuirá tal diferença, de forma a manter o processo controlado.

## 2.5 As principais variáveis utilizadas e seus instrumentos

### 2.5.1 Pressão

A medição de pressão ou vácuo é muito importante a bordo dos navios e na indústria de um modo geral. Pois, geralmente o controle pela medição da pressão é mais eficiente do que pela medição de temperatura.

Algumas aplicações dos medidores de pressão:

a) Evaporadores, que são mais eficientes quando trabalham sob condições de alto vácuo;

b) Torres de destilação, que exigem medição e controle de pressão absoluta com valores exatos;

c) Nos navios; temos medição da pressão da caldeira, vácuo das bombas, pressão de injeção de combustível, pressão do ar de lavagem, pressão de óleo lubrificante dos motores.

Existe uma grande variedade de instrumentos medidores de pressão que, em termo de automação são classificadas em função do elemento sensor primário, que pode fornecer uma leitura direta ou indireta.

Atualmente, os medidores de pressão são classificados, em função do elemento indicador, em dois tipos: analógicos e digitais. Dependendo da forma como opera o elemento sensor, os medidores de pressão podem ser mecânicos, eletromecânicos, elétricos, eletrônicos digitais, inteligentes e outros.

Em geral, os sensores empregados estão sujeitos a deslocamentos ou deformações mecânicas provocadas pelas forças exercidas das duas pressões monitoradas, principalmente nos instrumentos de pressão diferencial. Ao movimento opõem-se forças restauradoras.

Mesmo que o manômetro analógico seja bastante usado, os dispositivos eletrônicos digitais vem tendo grande aceitação e a cada dia que passa maiores são suas aplicações. Isto de deve à necessidade de processamento automático de dados e às características desses novos instrumentos: rápidos, versáteis, precisos, inteligentes e mais econômicos que os analógicos.

A escolha do sensor ou indicador de pressão depende das seguintes especificações:

- a) Pressão de trabalho;
- b) Fidelidade;
- c) Resposta de frequência;
- d) Vida útil;
- e) Estabilidade;
- f) Material de construção;
- g) Meio onde vai trabalhar;

h) Entre outros.

Geralmente, na medição elétrica, uma deformação causada por pressão é convertida em uma grandeza elétrica, em seguida amplificada e depois indicada em um mostrador e/ou enviada a um controlador. É necessário uma alimentação elétrica auxiliar, porém esses instrumentos são robustos, precisos e de grande velocidade de respostas. São muito utilizados como transdutores ou conversores de pressão.

### **2.5.2 Temperatura**

Há diversos modos de serem classificados os sensores de temperatura. Uma das formas de classificação: Sistema Termométrico de Enchimento, Sistema Termométrico de Resistência, Par-Termoelétrico (Termopar), Pirômetros

### **2.5.3 Nível**

A bordo de navios a medição do nível de um líquido, pasta fluida ou de grãos, contidos em tanques ou mesmo nos porões de carda à primeira vista parece fácil, orem pode se tornar relativamente difícil, se o material é corrosivo, abrasivo, mantido sob alta pressão ou é radiativo, devido às intempéries do mar, principalmente o balanço do navio.

Na maioria das indústrias e mesmo nos portos, além das mais diversas dificuldades, a capacidade de estocagem cada vez é menor, principalmente nos processos contínuos. Porém, com medidas apropriadas de nível e com controles corretamente aplicados, às dimensões dos reservatórios e os estoques podem ser reduzidos sem que cause prejuízos ao funcionamento normal.

Algumas aplicações do controle de nível a bordo são: água potável, água de serviços, óleos lubrificantes, óleos combustíveis para as máquinas, carga líquida, carga de gás, carga a granel.

Os dispositivos de medida de nível medem ou a posição da superfície do líquido sobre um ponto de referência ou a altura hidrostática criada pelo líquido cuja superfície se deseja

conhecer. Baseando-se nesses princípios, os medidores de nível são classificados como: medição direta, medição indireta e medidores baseados na característica elétrica dos líquidos.

Os medidores diretos usam a variação do nível do material (fluido ou sólido granular) como meio de obter a medição e são os que normalmente envolvem os instrumentos mecânicos de indicação de nível. Os principais são sonda, visor, bóias.

Os medidores indiretos baseados na pressão hidrostática, os sensores de pressão de fluido, são utilizados para medir o nível de líquido em tanques aberto ou fechados, colocando o sensor no fundo de um tanque que contenha líquido. Esse método pode ser empregado para líquidos límpidos e devido a sua simplicidade, ele é de baixo custo. Porém, para líquidos com impurezas, ou viscosos e corrosivos, exigem separação ou sistemas de purga que são de difícil manutenção e aumenta em muito os custos.

Exemplos: tipo caixa de diafragma, tipo pressão diferencial, tipo *DP-Cell*, tipo manométrico com sistema pneumático (borbulhamento), medidores de nível baseados no deslocamento.

Os medidores de nível elétrico são de dois tipos: condutivos e capacitivos. O primeiro baseia-se na propriedade da condutividade elétrica de alguns líquidos; e, possui como vantagens o custo relativamente baixo, flexibilidade e faixa de nível sem limite. Já o segundo detecta variações de nível, pelas variações de capacitância que é diretamente proporcional ao nível de líquido do tanque.

Medidores radioativos podem ser usados para medição de níveis contínuos e para indicação de simples pontos. Eles são principalmente usados quando o material a ser medido é também corrosivo ou a temperatura no ponto do processo é muito alta.

#### **2.5.4 Vazão**

Nos navios a medição da vazão tem sua aplicação nos processo de controle da água potável, do consumo de combustível dos motores e das caldeiras, e no carregamento e descarregamento da carga em navios tanques. Em geral a bordo do navio, essa medição torna-se difícil porque o meio de trabalho que se controla pode ter diferentes temperaturas e pressão. E isto influencia na escolha do método e do tipo de aparelho.

Para uma boa compreensão do funcionamento dos instrumentos medidores de vazão, deve ser analisado a o fluido a ser utilizado.

A medida da quantidade (vazão) de um fluido, para fins contábeis e para verificação do rendimento do processo, é um fator tão importante a bordo dos navios e nas indústrias, quanto ao consumo de energia elétrica. Ela nos permite estabelecer relações corretas de materiais em processos, para o controle de qualidade da produção, controle de custo e controle de estoque.

Os medidores de vazão podem ser tipo pressão diferencial, de área variável, volumétricos, deslocamento positivo do fluido, eletromagnéticos e de vazão ultra-sônico.

## **2.6 Unidades de controle**

Na unidade de controle encontramos o detector de erro e o controlador.

O detector de erro tem a função de calcular o valor do sinal de erro da malha de controle. Também pode ser denominado de bloco comparador ou somador.

O controlador tem a função de corrigir o valor da variável de processo. Porém, a decisão de corrigir ou não um valor, vem a partir de cálculos do sinal da variável manipulada, ou seja, o controlador é responsável por produzir um sinal que será entregue ao elemento final de controle a fim de que este altere o valor da variável de processo de tal forma que ela se iguale ou se aproxime do valor de *set point*. O controlador é um equipamento que pode ser hidráulico, pneumático ou eletrônico. E, conforme sua ação de controle pode ser: *on-off*, proporcional, integral, derivativo ou uma combinação dos três últimos. Existe uma grande variedade de controladores no mercado sendo que aqueles que apresentam uma maior eficiência e versatilidade são os controladores lógicos programáveis. Estes, de acordo com seus recursos disponíveis, podem executar, através de um programa usuário, qualquer uma das ações de controle e ainda executar temporizações, contagens, acionamentos sequenciais de motores, operações aritméticas, etc.

## **2.7 Elemento final de controle**

O Elemento Final de Controle é um dispositivo que modifica o valor da variável manipulada em resposta ao sinal da unidade de controle. É tão importante quanto o sensor (elemento primário), o transmissor e o controlador. De uma forma geral o elemento final de controle é uma válvula de controle, sendo um dispositivo capaz de regular a vazão de um fluido (líquido, gás ou vapor) que escoar através de uma tubulação, por meio do posicionamento relativo de uma peça móvel que altera a área livre de passagem do fluido e que por sua vez modifica o valor da variável controlada.

O funcionamento desses dispositivos dependerá do processo, podendo ser em condições de temperatura e pressões externas, estes elementos precisam ser resistentes a ação química, responder rapidamente aos sinais do controlador e exigem uma manutenção periódica.

## CAPÍTULO 3

### AUTOMAÇÃO

#### 3.1 Evolução da automação dos navios

A indústria marítima considera que o primeiro navio construído com base no atual conceito de automatização foi o cargueiro “KINKASAN MARU”, terminado em 1961.

Mesmo sendo ainda um navio semi-automatizado, possuía um sistema extensivo de controle remoto centralizado e automatizado, que despertou a indústria marítima e os maiores armadores do mundo.

O fator de motivação para o governo e a indústria marítima japonesa na aposta no desenvolvimento de tecnologias voltada para a automatização dos seus navios, foi a falta de marinheiros para tripular as embarcações, devido ao grande desenvolvimento que o país estava na época. Para dimensão da automatização da época, um navio do mesmo porte do KINKASAN MARU possuía 50 tripulantes, enquanto este possuía 38.

Após o estudo dos valores econômicos, a automatização empregada foi estendida a outros navios convencionais da mesma companhia, assim como foram incluídas outras medidas para melhoras as condições de segurança de trabalho. As principais ações tecnológicas tomadas foram:

- a) Instalação do Centro de Controle de Máquinas (CCM);
- b) Centralização de todos os alarmes e medidores;
- c) Introdução de um controle automático no sistema de purificação de óleo combustível e no sistema de óleo lubrificante das máquinas auxiliares;
- d) Controle automático da temperatura de entrada de refrigeração da camisa, de óleo combustível, de óleo lubrificante;
- e) Previsão de mediador remoto, de nível de água da caldeira;
- f) Dispositivo de corte automático de combustível a pressão elevada e a nível baixo da água da caldeira;

g) Instalação de um regulador WOODWARD no motor principal (B&W).

Na MITSUI-O.S.K. LINE , companhia do primeiro navio automatizado, entre os anos 1966 e 1967, 18 navios sofreram as melhorias citadas anteriormente. Nesta Companhia a equipe de máquinas encarregava-se da inspeção dos instrumentos e das máquinas, assim como fazia várias espécies de manutenção.

Apesar das vantagens econômicas com a implementação de sistemas de controle automáticos, este requer uma atenção especial com a manutenção, provocado pela necessidade de inspeção especializada e ajuste das partes principais dos dispositivos de controle.

### **3.2 Controle automático**

Um sistema de controle auto-operado obtém toda a energia necessária ao seu funcionamento do próprio meio controlado. Esses sistemas são largamente utilizados no controle de pressão e nível de água de caldeira.

Apresentam como principais vantagens a sua simplicidade de projeto, construção e operação, como desvantagem, possui os problemas de estabilidade como opera utilizando somente parte da capacidade total da válvula e não obtém linearidade de controle.

Até poucas décadas atrás, o comando e o controle de funcionamento de todas as máquinas e/ou todos os equipamentos era feitos por operadores humanos, neste caso, há uma forma associação da força e sincronismo da máquina com o pensamento do homem. A máquina ou o equipamento, não dispendo de quaisquer meios de informação, tem um comportamento que se repete uniformemente, indiferente às alterações do meio, isso chama-se mecanização ou automatização.

Na automatização, é o operador que, dispendo de informações sensoriais dos dados dos instrumentos de medida e de informações de várias ordens, introduz correções na atuação do sistema (máquinas ou equipamentos) de modo que sejam atingidas as condições desejadas. Todos os movimentos das máquinas são rigorosamente sincronizados na automatização, exigindo dos operários movimentos repetitivos e monótonos que servem a máquina dentro de rigorosos limites de tempo. O operador fica reduzido à condição da atuação da máquina, sem qualquer possibilidade de alterar o seu comportamento.

Atualmente, utiliza-se do recurso da automação que toma por base as técnicas da eletrônica digital aliada ao desenvolvimento da informática para desenvolver programas para um tipo especial de controlador manter as variáveis de um processo dentro de valores desejados.

### **3.3 Implicações técnicas e sociais da automação dos navios**

Devido à automatização do controle da operação das máquinas e equipamentos dos sistemas da praça de máquinas, o qual passou a ser feito por sistema supervisorio, surgiu o conceito de praça de máquinas desguarnecida. As questões em relação a operação do navio com praça de máquinas não tripulada (desguarnecida) começaram a serem discutidas em 1965 no Japão.

Estações de alarme seriam espalhadas em diversos locais onde provavelmente deveria estar o oficial de máquinas de pernoite.

Durante as reuniões, o assunto principal discutido foi a questão da segurança, ficou decidido que para um navio ter a condição de operar com praça de máquinas periodicamente desguarnecida, ele deveria dispor do seguinte:

- a) Um sistema de detenção de incêndio para a praça de máquinas;
- b) Um sistema de extinção de incêndio para o mesmo local;
- c) Um alarme para avisar sobre excesso de água no porão;
- d) Um meio de esgotar essa água;
- e) Um sistema de controle das máquinas de propulsão pelo passadiço;
- f) Um sistema de alarme para aviso de falhas nas máquinas;
- g) Abastecimento de energia elétrica garantida;
- h) Controle manual para as máquinas essenciais, a serem usados em caso de falha do sistema de controle.

### **3.4 Normas técnicas aplicadas a praça de máquinas desguarnecidas**

Os países mais desenvolvidos, que possuem uma grande frota de navios mercantes e possuem a Marinha Mercante como um dos pilares de sua economia, criaram órgãos destinados a estudar as implicações da automação dos navios com vistas a implantação de tecnologias/equipamentos para praça de máquinas desguarnecidas.

Os Regulamentos Dinamarqueses, elaborados por um comitê designado pelo Instituto Dinamarquês de Pesquisas de Navios, foram apresentados em um seminário do ano de 1972. A proposta considerou que o navio deveria ter uma máquina propulsora com mais de 2000 HORSEPOWER e que haveria pessoal para guarnecer a praça de máquinas em caso de avarias. Assim, eles envolviam com alguns tópicos principais: controle remoto, sistema de segurança, registro, sistema de alarme, precisão de medidas, proteções contra incêndio, supervisão de corrente, sistema de propulsão com hélice de passo variável.

De acordo com a SOLAS: “Os arranjos estabelecidos deverão ser tais que garantam que a segurança do navio em todas as condições de navegação, inclusive manobrando, seja equivalente à de um navio tendo os compartimentos de máquinas guarnecidos. Deverão ser tomadas medidas, à satisfação da administração para assegurar que o equipamento está funcionando de maneira confiável e que arranjos satisfatórios são feitos para inspeções regulares e testes de rotina, de modo assegurar a operação confiável contínua. Todo navio deverá estar provido de evidências, provadas com documentos, à satisfação da administração, de sua aptidão para operar periodicamente com compartimentos de máquinas desguarnecida.” (SOLAS 9 - 1974)

A automação aplicada aos navios e à indústria marítima, no momento, dispõe de uma diversidade enorme de modelos e de instrumentos. Pode-se dizer que chegaram a um patamar de alta confiabilidade, compactação e consolidação. Porém, um problema resultou com essa prosperidade tecnológica, o de operação.

A velocidade de lançamento de produtos novos é muito maior que a capacidade dos operadores de bordo absorverem todo o potencial que essas novas tecnologias oferecem. Os problemas com a operação, monitoração e gerenciamento dos sistemas de controle automático estão relacionados com diversos fatores que envolvem não só o operador, mas também a política da companhia.

A solução para os atuais desafios que com o advento da automação certamente há de vir daqueles que detem em suas mãos o conhecimento tecnológico e o poder de tomada de decisão. No entanto, é necessário que essas pessoas se dediquem cada vez mais a um estudo profundo dos prós e contras causados pela introdução de novas tecnologias.

## CAPÍTULO 4

### MANUTENÇÃO

Como foi descrito no capítulo anterior a notoriedade da automação nos navios mercantes como permitir a melhor condução das máquinas. Além deste fator, a automação com seus instrumentos priorizam o controle das máquinas dentro do conjunto da instalação e simultaneamente com a necessidade de cada sistema, facilitando a observação caso algo não esteja em conformidade com as exigências requeridas.

Independente do equipamento mostrar necessidades de reparo ou não, deve-se inspecioná-lo com a frequência descrita no manual ou com a experiência, visto que os tripulantes não podem supor quando determinado equipamento falhará e se o navio estará em regime de viagem ou não.

Manutenção é um conjunto de ação que conservam e mantém um equipamento funcionando corretamente, estas ações devem conter conceitos técnicos aplicados por pessoas especializadas e treinadas para determinada atividade.

Existem diversos tipos de manutenção como, por exemplo, as clássicas que é dividida em: corretiva, preventiva, preditiva.

Porém, antes de citar a importância de cada tipo de manutenção clássica que deve ser observado a bordo de navios mercantes, é interessante ressaltar algumas palavras muito utilizadas já anteriormente, como: defeito, falhas, reparos e inspeções.

#### a) Falhas

Incapacidade de um bem ou item de funcionamento, quando esta ocorre, o bem entra em estado de Pane.

#### b) Defeito

Neste caso, o item continua funcionando de forma irregular, podendo acarretar em algum momento apresentar sua indisponibilidade para operar, ou seja, falhando.

#### c) Reparo

Intervenção definitiva e limitada para manutenção após ter ocorrido uma falha.

d) Inspeções

São constituídas de ações pró-ativas de controle como a verificação técnica de parâmetros e propriedades relativas ao desempenho ou estado dos componentes de um equipamento ou instalação.

## **4.1 Tipos de manutenção clássica**

### **4.1.1 Manutenção corretiva**

Todo trabalho de Manutenção realizado em uma máquina, equipamento, sistema operacional, unidade ou item para corrigir falhas funcionais, eventualmente também classificadas como panes ou quebras, podendo ou não ser planejado (BRANCO FILHO, 2004).

A Corretiva Não Planejada deve ser reduzida ao mínimo possível, pois o aumento de sua incidência denota um incremento nas quebras e perdas de produção inesperadas, o que, quase sempre, implica em altos custos diretos e indiretos e, às vezes, em conseqüências ainda mais graves para as pessoas, a instalação e o meio ambiente. Por isso, quando uma organização de Manutenção apresenta a maior parte de sua Corretiva recaindo na classe de Não Planejada, ela é comandada pelos equipamentos e seu desempenho não está adequado às suas principais necessidades e exigências. Por outro lado, a política de Corretiva Planejada pode ser a mais vantajosa a empregar em determinados equipamentos e sistemas, como no caso de lâmpadas de iluminação de ambientes comuns, onde a substituição após a queima é muito mais econômica do que a implantação de qualquer eventual sistema de Preventiva ou Preditiva. É importante ter sempre em mente que as intervenções para manutenção corretiva irão se distribuir numa faixa muito ampla, indo desde um pequeno conserto, com duração de alguns minutos, até restaurações importantes - e às vezes inéditas - que exigem equipes completas atuando ao longo de vários dias. Partindo deste princípio básico, os seguintes pré-requisitos tornam-se também fundamentais:

a) Efetuar análises custo x benefício preliminares para permitir a definição dos melhores tratamentos antecipatórios;

- b) Garantir a obtenção dos recursos materiais e humanos necessários;
- c) Possuir oficinas e ferramentarias bem equipadas;
- d) Dispor de grande estoque de sobressalentes e consumíveis, principalmente para os equipamentos classificados como vitais;
- e) Contar com pessoal treinado, habilidoso e experiente.

#### **4.1.2 Manutenção preventiva**

Todo serviço de Manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou antes da ocorrência da falha, estando, assim, em condições operacionais ou, no máximo, em estado de defeito (BRANCO FILHO, 2004).

A Manutenção Preventiva engloba as atividades executadas para prevenir, detectar e/ou corrigir defeitos, dentro de periodicidades estipuladas a partir de uma quantidade pré-determinada de unidades de uso.

Estas atividades podem ser classificadas em três grandes grupos de tarefas, com as seguintes finalidades principais:

a) Inspeções (*“Trabalhos de 1ª linha”*):

Verificações, ajustes e regulagens com periodicidade baixa (diária, semanal), incluindo eventuais reparos rápidos (exemplo: verificação do nível de óleo lubrificante e reposição, caso necessário);

Preservação de especificações e detecção de irregularidades, permitindo a programação dos reparos pertinentes.

b) Testes / Ensaios (*“Trabalhos de 2ª linha”*):

Medições de parâmetros ou grandezas pré-fixadas, realizadas segundo uma periodicidade média (mensal, trimestral), para avaliação do estado geral do ativo quando da troca sistemática de componentes com desgaste ou quebra previsível (exemplo: filtros, rolamentos);

Detecção de valores diferentes dos esperados, podendo significar indícios de problemas mais severos.

c) Revisões Gerais / *Overhauls* (“Trabalhos de 3ª linha”):

Desmontagens dos equipamentos e sistemas para inspeção dos componentes e reparo/substituição daqueles fora de especificação, efetuadas dentro de uma periodicidade longa (semestral, anual).

Na figura abaixo é possível a diferenciação das tarefas da Manutenção Preventiva com relação à Corretiva.



Figura 2 – Tarefas de manutenção preventiva vs. Corretiva  
Fonte : ABNT ( TAVARES, 1987 e LIMA 1993 )

Considerando o caráter extremamente sistemático e rotineiro que reveste os trabalhos de Preventiva e os intervalos fixos em que eles ocorrem pode se destacar a primordial disponibilidade de um sistema computadorizado para realizar com eficiência e eficácia a gestão de seu planejamento, programação e controle, o qual deverá conter, por exemplo, com os seguintes módulos e facilidades:

a) Cadastro e codificação dos equipamentos (definição do *onde* fazer as intervenções);

b) Programa-mestre de Manutenção por unidades de uso (tempo-calendário), incluindo:

– estabelecimento das periodicidades das atividades e tarefas (definição do *quando* fazer);

- seleção das correspondentes Instruções (ou Procedimentos) de Manutenção (*o que e como fazer*);
- balanceamento dos recursos físicos necessários e alocação da mão-de-obra responsável (*com o que fazer*).

### **4.1.3 Manutenção Preditiva**

Toda e qualquer atividade de monitoramento que seja capaz de fornecer dados suficientes para realizar uma análise de tendências de parâmetros operacionais selecionados, permitindo acompanhar, ao longo do tempo, as condições de funcionamento de uma máquina e a evolução de sua degradação, facilitando a definição do momento ótimo para intervir. É também chamada como Manutenção Preventiva por Estado, Manutenção por Oportunidade, Manutenção Baseada em Condições ou *On-Condition Maintenance* (KARDEC, NASCIF e BARONI, 2002).

Esta política, também conhecida como Manutenção Preventiva por Estado ou Manutenção Baseada em Condições, diferencia-se da Preventiva clássica por permitir uma definição muito mais precisa do melhor momento para intervir (*o quando fazer*), evitando a substituição sistemática de componentes de acordo com periodicidades fixas, que, muitas vezes, pode acarretar o descarte de itens, peças e materiais ainda em boas condições de continuidade operacional, por se encontrarem efetivamente distantes do seu fim de vida útil. Parece claro, assim, que a adoção desta estratégia de Manutenção, que envolve aspectos técnico-econômicos bem mais sutis que as duas anteriores, deve ser precedida por estudos e análises criteriosos

### **4.1.4 Fatores de seleção corretiva, preventiva ou preditiva**

A escolha da metodologia de Manutenção Corretiva, Preventiva ou Corretiva para um determinado equipamento, ou conjunto de equipamentos, deve estar ancorada numa análise custo-benefício extremamente criteriosa, sempre levando em conta os seguintes fatores:

- a) Tipo e importância do equipamento na cadeia produtiva;

- b) Existência de equipamento(s) reserva(s) ou redundante(s);
- c) Idade e expectativa de vida útil;
- d) Características do processo de diligenciamento de sobressalentes;
- e) Conseqüências das eventuais falhas sobre a segurança do pessoal, da instalação, do processo e do meio ambiente;
- f) Valor da perda de produção por indisponibilidade operacional, calculada em função dos requisitos de qualidade, prazos de entrega e outras exigências contratuais relativas ao produto - ou serviço - final.

## **4.2 Manutenção a bordo**

A instalação de máquinas deve se encontrar sempre em bom funcionamento para a melhor eficiência de seus componentes, com isso de acordo com o equipamento, sistemas, máquinas ou acessórios deve-se escolher o melhor tipo de manutenção a ser realizado, para não ocorrência de imprevistos. Apesar de uma boa manutenção e condução das máquinas, seu efetivo controle, a tripulação deve estar preparada para solucionar desagradáveis surpresas que podem vir acontecer a bordo em regime de viagem, devendo agir com cautela, experiência, capacidade técnica, paciência de forma a resolvê-las ou amenizá-las até o porto mais próximo dependendo do tipo de defeito ou falha.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que mesmo com o decorrer dos anos a importância das máquinas auxiliares só está aumentando, pois as mesmas funcionam de maneira a complementar e tornar mais eficiente o desempenho das máquinas principais e outros sistemas a bordo.

Torna-se evidente que o cuidado com as mesmas devem crescer proporcionalmente a sua importância a bordo, através de inspeções, correta condução e manutenções frequentes, de forma as máquinas estejam sempre em boas condições de funcionamento.

Evidenciou-se nesse trabalho, o papel fundamental da automação que atua na melhoria do controle dos processos, através de instrumentos de controle: medindo, controlando e atuando, como consequência diminuindo a atuação do operador, que se torna algumas vezes monitorador desta atividade mecanizada sobre a performance dos sistemas a bordo, incluindo as máquinas auxiliares.

Foram mostradas algumas principais máquinas auxiliares utilizadas a bordo de navios mercantes, assim como cuidados e algumas avarias com as quais os oficiais de máquinas pode encontrar e o mesmo devem estar preparado para atuar em caso de urgência.

Com o decorrer deste trabalho é possível perceber que a inteligência humana não se acomoda as conquistas já alcançadas e sempre está a observar quais poderão ser as próximas mudanças necessárias, de forma que podemos dizer que a evolução nas instalações marítimas nunca param e sempre otimizam o desempenho das máquinas e atendem exigências de partes interessadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Marinha. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Compressores**. 1 Ed. Rio de Janeiro, 1981.

BRASIL, Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Fundamento de Máquinas**. 1 Ed. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL, Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Máquinas Auxiliares I**. 1 Ed. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL, Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Módulo 8: Máquinas e Equipamentos Auxiliares**. 1 Ed. Rio de Janeiro, 2001.

Departamento de Ensino de Máquinas. **Livro Texto de Máquinas Auxiliares**. RJ, Rio de Janeiro, Ilha de Villegagnon: Escola Naval, 1952.

**Instalações Propulsoras**. < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFN68AB/instalacoes-propulsoras?part=2>> Acesso em: 18 mai. 2013.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

SILVA, João Emílio C. **Tecnologia Marítima Máquinas e Instalações dos Navios**. Escola Náutica Infante D. Henrique, 2007