

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CIAGA**  
**DEPARTAMENTO DE ENSINO DE MÁQUINAS**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS (APMA)**



**PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDA**  
**SEGURANÇA OU RISCO?**

**Marília Fernanda A Costa**

**Orientador: Prof. Henrique Iglesias Paz**

**Rio de Janeiro**

**Março, 2012**

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CIAGA**  
**DEPARTAMENTO DE ENSINO DE MÁQUINAS**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS (APMA)**



**PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDA**  
**SEGURANÇA OU RISCO?**

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como requisito parcial para obtenção de certificação STCW III/2 do curso de Aperfeiçoamento para Oficial de Máquinas.

Por: Marília Fernanda A Costa

Orientador: Prof. Henrique Iglesias Paz

Rio de Janeiro

Março, 2012

MARÍLIA FERNANDA A COSTA

PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDA  
SEGURANÇA OU RISCO?

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como requisito parcial para obtenção de certificação STCW III / 2 do curso de Aperfeiçoamento para Oficial de Máquinas.

Orientador: Prof. Henrique Iglesias Paz

**Aprovada pela Banca Examinadora em \_\_\_\_\_ de março de 2012.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Professor**

---

**Professor**

---

**Professor**

Dedico este trabalho a minha mãe, Marília de Fátima Alves, que tanto contribuiu para minha formação, ao meu orientador Iglesias ao mestre Gastão por sua ajuda e a DEUS acima de tudo.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é mostrar a evolução da automação dos navios mercantes, a implementação do sistema, o que deve ser feito para que essa ferramenta seja de grande valia para os oficiais de máquinas que a dispõem em suas embarcações e os cuidados que devemos ter para que essa preciosa chave nos dê realmente o seu intuito, que é a redução da carga de trabalho, menores manutenções e mais tranquilidade durante o quarto de serviço. Veremos a seguir as preocupações necessárias que devemos ter para que a mesma haja a nosso favor e não causando avarias, seja por erro humano, por não saber manusear o sistema ou por excesso de confiança no mesmo.

**Palavra-Chave: Conscientização**

## **ABSTRACT**

The objective of this work is to show the evolution of automation of merchant ships, system implementation, which should be done so that this tool is of great value to the engineer officers that have at their vessels and care that we have to precious key that will truly give us your order, which is the reduction in workload, lower maintenance and greater peace of mind during the quarter of service. We'll look at the concerns that we should have required that there be the same for us and not causing damage, either by human error, not knowing the system or by handling over-reliance on it.

**Key-word: Awareness**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação simplificada do mecanismo de J. Watt .....	10
Figura 2 – Representação do controle manual .....	11
Figura 3 – Ação do controle automático .....	12
Figura 4 – Esquema ilustrativo de uma praça de máquinas desguarnecida.....	14
Figura 5 – NT Alagoas .....	20
Figura 6 – Console de um centro de controle da máquina (CCM) de um navio.....	23
Figura 7 – Evolução e declínio dos diferentes tipos de sistemas digitais de controle de processo industriais .....	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. GENERALIDADES SOBRE A AUTOMAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Conceito e Histórico .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1 Conceito .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2 Histórico .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Controle automático .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Distinções técnicas entre automação e controle automático .....</b>	<b>12</b>
<b>3. PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Conceito e vantagens.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.1 Certificação de uma praça de máquinas desguarnecida .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2 Requisitos básicos .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.3 A perspectiva dos marítimos .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.4 Segurança ou Risco? .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.5 Inovações .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.5.1 Desenvolvimento de sistemas mais completos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.5.2 Oficiais eletricitistas / eletrônicos .....</b>	<b>18</b>
<b>4. A AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES BRASILEIROS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Evolução da automação nos navios e seu objetivo.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.1 Composição do sistema de automação a bordo .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.2 O avanço da padronização das linguagens de programação no controle industrial ao longo do tempo .....</b>	<b>25</b>
<b>5. Erro humano devido a falta de conhecimento e a falha na automação.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Erro humano e falha na automação .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1.1 Problemas identificados na automação marítima.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1.2 Orientações para o gerenciamento da companhia em terra.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.3 Orientação para gestão a bordo.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.4 Orientações para marítimos usando sistemas automáticos .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1.5 Relato de acidente por falha na automação .....</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho analisa a automação na praça de máquinas, que devido ao avanço da tecnologia nesta área foi capaz de reduzir o esforço físico e mental dos oficiais de máquinas, podendo implementar praças de máquinas desguarnecidas a bordo de embarcações mercantes. O que iremos analisar nessa monografia é até onde podemos acreditar na confiabilidade de informações passadas para nós através dos sistemas de monitoramento das mesmas. Os cuidados que devemos ter para manter a automação funcionando corretamente e reduzindo a possibilidade de erros e falhas nos sistemas.

Ressaltando sempre que mesmo que há praça de máquinas tenha um nível de automação muito elevada, a atenção aos valores e dados fornecidos pelo sistema devem ser contestados sempre, fazendo sempre rotineiras rondas, retirando os parâmetros manualmente para uma futura verificação no nível de veracidade das leituras transmitidas pelo mesmo.

Lembrando que o investimento nos oficiais de máquinas também são bastante válidos, realizando treinamento ou cursos, para que os mesmos sintam-se seguros e familiarizados e em caso de qualquer emergência saibam como proceder, operando manualmente.

## **2. GENERALIDADES SOBRE A AUTOMAÇÃO**

### **2.1 Conceito e Histórico**

#### ***2.1.1 Conceito***

A automação é um sistema de equipamentos eletrônicos e /ou mecânicos que controlam seu próprio funcionamento, quase sem intervenção do homem. Automação é diferente de mecanização. A mecanização consiste simplesmente no uso de máquinas para realizar um trabalho, substituindo assim o esforço físico do homem. Já a automação possibilita fazer um trabalho por meio de máquinas controladas automaticamente, capazes de se regularem sozinhas.

#### ***2.1.2 Histórico***

As primeiras iniciativas do homem para mecanizar atividades manuais ocorreram na pré-história, com invenções como a roda. O moinho movido por vento ou força animal e as rodas d'água demonstraram a criatividade do homem para poupar esforço.

Porém, a automação ganhou destaque na sociedade quando o sistema de produção agrário e artesanal transformou-se em industrial, a partir da segunda metade do século XVIII, inicialmente na Inglaterra.

Os sistemas inteiramente automáticos surgiram no início do século XX, entretanto, bem antes disso foram inventados dispositivos simples e semi-automáticos. Devido à necessidade de aumentar a produção e a produtividade, surgiram uma série de inovações tecnológicas. Máquinas modernas capazes de produzir com maior precisão e rapidez ao trabalho feito à mão. Utilização de fontes alternativas de energia, como vapor, inicialmente aplicada a máquinas em substituição às energias hidráulica e muscular.

Por volta de 1788, James Watt desenvolveu um mecanismo de regulação do fluxo do vapor em locomotivas. Isto pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação e regulador. Consistia num eixo vertical com dois braços próximos o topo, tendo em cada extremidade uma bola pesada. Com isso, a máquina funcionava de modo a se regular sozinha, automaticamente, por meio de um laço de realimentação.

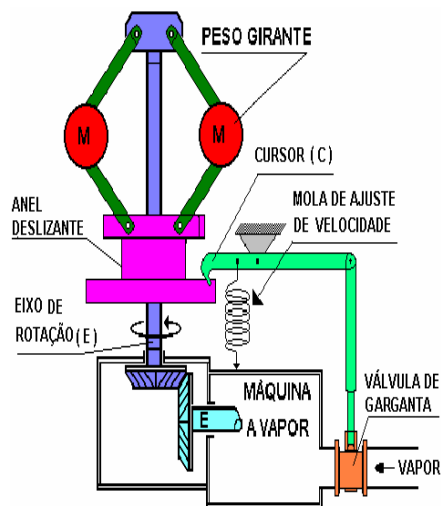


Figura 1: Representação simplificada do mecanismo de J. Watt

No século XX, a tecnologia da automação passou a contar com computadores, servomecanismos e controladores programáveis. Os computadores são alicerce de toda a tecnologia da automação contemporânea.

Encontramos exemplos de sua aplicação praticamente em todas as áreas do conhecimento e da atividade humana, por exemplo, ao entrarmos num banco para retirar um simples extrato somos obrigados a interagir com um computador. Passamos o cartão magnético, informamos nossa senha e em poucos segundos obtemos a movimentação bancária impressa.

## 2.2 Controle Automático

Podemos constatar que o controle automático visa substituir o homem nas tarefas mais cansativas, monótonas, repetitivas e precisas onde seja necessária extrema rapidez de resposta, pois tem como finalidade a manutenção de uma certa variável ou condição num certo valor (fixo ou variando no tempo à nossa vontade), ou seja, alcançar o valor desejado (setpoint).

Para atingir a finalidade acima, o sistema opera da seguinte maneira: mede-se o valor atual da variável que se quer regular; compara-se com o valor atual e com o valor desejado (sendo este último indicado ao sistema de controle pelo operador humano ou por um computador), ou seja, determinação do desvio; utiliza-se o desvio (ou erro) para gerar um sinal de correção; aplica-se o sinal de correção ao sistema a controlar de modo a eliminar o desvio, isto é, de maneira a reconduzir-se a variável ao valor desejado. Esse

processo em que o sinal de correção depende do sinal de saída para ocorrer é conhecido como realimentação ou “feedback”.

Então resumidamente, podemos definir Controle Automático como a manutenção do valor de uma certa condição através da sua medida, da determinação do desvio em relação ao valor desejado, e da utilização do desvio para se gerar e aplicar uma ação de controle capaz de reduzir ou anular o desvio.

O controle de processos industriais, no início de sua implantação, era totalmente executado de forma manual, necessitando da interferência constante de um operador, o qual era responsável por monitorar suas variáveis e intervir de forma corretiva visando à manutenção dos valores das mesmas, dentro de limites pré-estabelecidos.

Entretanto, rapidamente identificou-se que esse tipo de controle não era eficiente, pois existia um retardo muito grande na correção do valor da variável, resultando em amplitudes excessivas de variação. Isso demonstrou concretamente sua inviabilidade para o controle de processos que priorizavam a qualidade do produto e/ou a segurança em suas instalações.

A partir dessa conclusão, começaram os esforços para a automatização dos sistemas de controle, objetivando desenvolver dispositivos que pudessem governar a si próprios, com a mínima interferência humana. Este desenvolvimento baseou-se em um artifício denominado Instrumentação, o qual se encarrega de desenvolver e aplicar técnicas para medição, indicação, registro e controle de processos de fabricação, visando a sua otimização, pois o foco, isto é, o propósito era alcançar o bem-estar, conforto, segurança humana e qualidade nos transportes.

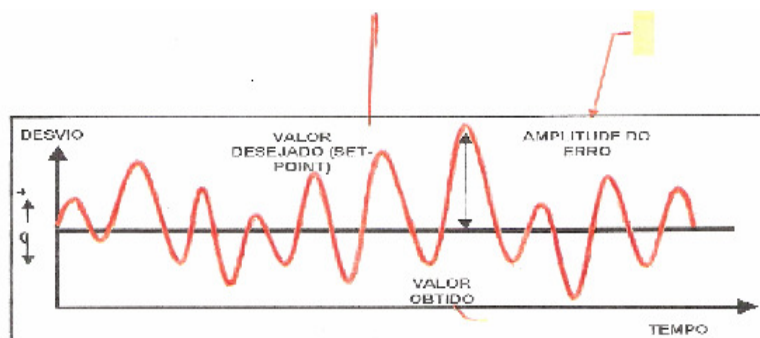


Figura 2: Função do controle manual.

Como citado anteriormente, esses sistemas utilizavam equipamentos que realizavam a medição do valor da variável e transmitiam uma informação referente ao da mesma importância a um dispositivo controlador. Esse por sua vez, efetuava comparações

entre esse valor e um valor de referência, emitindo um comando de correção, caso os mesmos apresentassem alguma diferença. Este comando de correção era transmitido por um determinado meio de comunicação até um atuador, o qual se responsabilizaria pela ação de correção da variável, forçando-a a se aproximar cada vez mais do referido valor de referência.

Com isso, foram desenvolvidas estratégias que possibilitaram a realização de um controle da variável do processo, diminuindo a amplitude de sua variação e estabilizando-a em um tempo suficientemente curto como exemplo o aperfeiçoamento: da ação do controlador, do padrão de comunicação, em função dos equipamentos, etc.

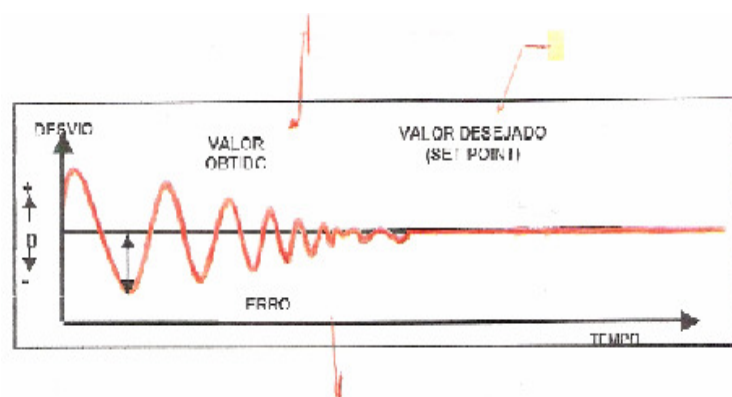


Figura 3: Ação do controle automático.

Além disso, a evolução das tecnologias e, sobretudo, dos sistemas de controle trouxeram vantagens, tais como: aumento da produtividade; diminuição do gasto com remuneração de mão-de-obra, redução do número de operadores necessários para a manutenção do controle; diminuição dos acidentes de trabalho devido um número menor da presença humana em áreas insalubres e/ou perigosas; desenvolvimento de possibilidades para efetivação de controle em áreas inviáveis à presença humana; aumento da qualidade dos produtos a partir da diminuição do tempo; e necessário à correção dos parâmetros e do aumento de precisão no ajuste dos mesmos.

### 2.3 Distinções Técnicas entre Automação e Controle Automático

Tanto na literatura técnica sobre automação, como na prática diária da atividades desenvolvidas pelos técnicos, costuma-se ocorrer divergências em determinados conceitos

que são quase semelhantes, mas que atuam de formas diferentes no processo. É muito importante que se faça a distinção entre os dois termos técnicos abaixo, que estão extremamente interligados entre si:

No controle automático, cada malha atua independente das demais obedecendo aos valores impostos pelos homens ou por um mecanismo programado. Já na automação, as informações concernentes a todas as malhas de controle concentram-se em um único processador de dados, criando um sistema de alta complexibilidade o qual interpreta e processa todos os dados recolhidos e gera sinais de saída, visando à otimização do processo industrial e o aumento da produção

### 3. PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDA

#### 3.1 Conceito e Vantagens

A maioria dos grandes navios modernos vem sob essa categoria: UMS (Unmanned machinery spaces), que quer dizer, praça de máquinas desguarneckida. Bem, isso não quer dizer que a praça de máquinas não tenha nenhuma pessoa, até porque a tecnologia dos navios ainda não alcançou a tecnologia das aeronaves, bom para os oficiais marítimos, pois com isso toda tripulação perderia seus empregos se isso acontecesse.

Basicamente o sistema de praça de máquinas desguarneckida refere-se a um arranjo onde a tripulação da praça de máquinas não tenha que ficar por lá 24 horas por dia, mas somente durante o horário de trabalho normal deles, que seria de 8:00 am às 17:00 pm. Claro que esse regra não será seguida em caso de avarias, manobras de emergência, navegação em águas restritas e assim por diante.

O que muitos se questionam é se há necessidade de permanecer 24 horas por dia na praça de máquinas. Mas, uma vez que existem tantas máquinas, nunca sabemos qual dela pode vir a falhar ou se uma tubulação pode vir a se romper. Se a falha não for percebida e corrigida a tempo, isso pode resultar em uma grande avaria ou um acidente ao navio, com inúmeras consequências.

Com o advento da tecnologia moderna, os oficiais de máquinas têm um alívio maior quanto a ficar correndo pra cima e pra baixo, agora é possível obter informações de falhas a partir dos painéis de controle e ainda sim não elimina-se a hipótese de não haver rondas contínuas pela máquina, mas convenhamos que serão reduzidas.

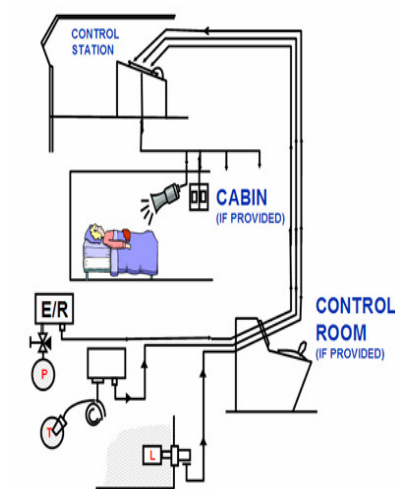


Figura 4: Esquema ilustrativo de uma praça de máquinas desguarneckida.

### ***3.1.1 Certificação de uma praça de máquinas desguarnecida***

Para que uma embarcação seja classificada como uma embarcação que possui praça de máquinas desguarnecida ela precisa de uma notação de classe E 0.

*E 0: Instrumentação e automação instalada para permitir que a praça de máquina seja desguarnecida.*

A notação de classe E 0 denota que a segurança do navio em condições de navegação, incluindo quando em manobra ou atracado, é equivalente a um navio que tenha a praça de máquinas guarnecida.

Isso prova para a administração da bandeira que a praça de máquinas da embarcação está equipada e disposta de modo que assegure que a segurança do navio em condições de navegação é equivalente ao de um navio que tenha a praça de máquinas guarnecida. Isso irá, em muitos casos, causar um efeito no cartão de tripulação de segurança estipulado pela administração da empresa.

A notação de classe E 0 exige manutenção sistemática e testes funcionais do sistema de controle e monitoramento, disposições necessárias para ser realizada e documentada e os equipamentos necessários para testar a disponibilidade do processo.

### ***3.1.2 Requisitos básicos***

A notação de classe E 0, que é considerado para atender as normas da convenção internacional para a salvaguarda da vida humana no mar (SOLAS) para praça de máquinas desguarnecidas, é atribuído quando:

- O sistema de alarme principal está equipado com alarmes transmitidos para o passadiço e para as cabines dos oficiais de máquinas
- Um sistema de transferência de responsabilidade do quarto de serviço
- É fornecido um sistema de controle no passadiço para o motor principal
- Características de segurança, tais como o monitoramento dos porões, dos componentes essenciais para garantir a segurança.



### ***3.1.3 A Perspectiva dos Marítimos***

Segundo o chefe de máquinas Richard Thomas, da empresa BP shipping, a automação tirou dos maquinistas de bordo a interação contínua necessária para controlar a planta do navio, tal que agora nós precisamos somente monitorar a planta e a performance da manutenção.

O melhor controle alcançado pela automação permite que os motores e sistemas permaneçam muito próximos dos valores e parâmetros desejados, reduzindo assim a necessidade da manutenção. Consequentemente, os oficiais de máquinas agora dependem da automação e têm pouca experiência no controle manual da planta, até que a automação ou a planta base dê uma falha, revertendo o controle para manual é na melhor das hipóteses difícil.

Uma importante consideração sobre o gerenciamento é “Como gerenciar sem automação”, de modo que numa situação de emergência nós possamos rapidamente manter o navio sob nosso próprio poder. Isso é somente aplicável se for dado aos novos oficiais de máquinas tempo para seguir os vários sistemas e ter nas mãos a oportunidade para começar e operar equipamento críticos.

A automação em navios é geralmente confiável. Em termos de sua gestão direta, o monitoramento do sistema deve ser verificado e há somente uma maneira de fazer isso, checar cada ponto de medida para saber a precisão da leitura, alarme e resposta de emergência. Além disso, a automação deve ser verificada observando o que está realmente acontecendo e o que devia estar acontecendo.

A automação é cara, não somente devido ao custo inicial, mas também devido as frequentes visitas dos técnicos a bordo para reparar sistemas. Por isso alguns armadores tentam ter navios construídos com máquinas guarnecidas.

Apesar de tudo, o certificado mínimo de máquina guarnecida vai normalmente permitir um maquinista em cada quarto de serviço.

### ***3.1.4 Segurança ou Risco?***

Sistemas de navios são protegidos por padrões de desenvolvimentos exigentes e tolerâncias, por redundância, particularmente para os sistemas críticos e pelo processo de

feedback que irá em último caso ativar um alarme de algum tipo e tomar uma ação corretiva.

Sua eficiência e confiabilidade serão minados se não forem corretamente configurados, regularmente monitorados e propriamente mantidos. Essas são as tarefas que para a maior parte, tem que ser realizada pelo elemento humano de qualquer sistema marítimo.

Essa é a revolução tecnológica que tem mudado o modo em que pessoas e sistemas interagem com outros sistemas e pessoas. Na indústria marítima, o elemento humano de interface humano-máquina/sistema está se tornando uma espécie em extinção, por causa da redução do número de tripulantes, mas em grande parte devido ao aumento da automação.

A automação deve facilitar a vida do marítimo e fazer operações seguras, mas se um sistema automático não for configurado para seu propósito ou não está corretamente configurado, regularmente monitorado ou propriamente mantido, isso pode levar a um acidente, muitos acidentes já têm sido reportados nas investigações feitas.

A automação por estar também em detrimento de uma situação de consciência e o extinto de que algo não está certo, além disso, a automação pode mudar o papel inteiro de um operador dentro daquele monitor. Ela também pode trazer consigo uma infinidade de alarmes, que podem ser perturbadores, podem causar confusão e podem ser ignorados por aqueles que não estão conscientes de sua fonte e implicações, negando assim a sua importante finalidade de comunicar ao operador de que existe uma situação de perigo ou que o sistema está com sobrecarga ou ainda sobre uma falha.

Igualmente, se o marítimo não tiver sido treinado para reconhecer e responder à aquele alarme apropriadamente, então um acidente poderá ocorrer.

### **3.1.5 Inovações**

#### *3.1.5.1 Desenvolvimento de sistemas mais completos*

Para que a indústria marítima ganhasse completo benefício dos sistemas baseados em computador, tais como, navios automatizados, é necessário para tripulação confiar no sistema e que o sistema seja de fato, suficientemente confiável para a tarefa.

A ISO (International Standards Organization) tem desenvolvido um completo sistema, centrado no operador, baseado nos riscos e em uma abordagem real de vida,

projeto, apresentação e uso de eficientes programas de uso operacional. Isso é apresentado na ISO 17894-2005 *Princípios gerais para o desenvolvimento e uso de sistemas eletrônicos programáveis de aplicações marítimas*, que define 20 princípios e critérios associados aos seguros sistemas marítimos.

Este novo padrão:

- Promove uma visão de um sistema orientado de softwares desenvolvidos.
- Toma em consideração a operação e manutenção
- Dá suporte a avaliação de projetos inovadores
- Fornece um conjunto de exigências de confiabilidade que os proprietários podem solicitar para todos os sistemas.

### 3.1.5.2 *Oficiais eletricitas/eletrônicos*

Um dos problemas encarados a bordo com a automação, não é quando o processo inteiro esta trabalhando corretamente, mas quando devido a uma incorreta calibração ou falha, o resultado se torna não confiável e o processo de automação está em necessidade de ser parado, sobrecarregando a tripulação que precisa completar suas tarefas manualmente e então ser consertadas por engenheiros qualificados e oficiais eletrônicos.

No entanto, enquanto os maquinistas são cobertos pelos regulamentos do STCW, os oficiais eletrônicos parecem ter sido negligenciados.

Tal é a importância hoje da automação que muitas empresas que gerenciam navios e armadores têm verificado a possibilidade de contratar oficiais eletrônicos, com licença para tirar quartos de serviço, os quais estão aptos para cobrir o cartão de tripulação de segurança, enquanto outros preferem ter sometes eletrônicos terceirizados para resolver problemas, calibrar sensores e substituir partes.

Baseado nessa importância nós precisamos encontrar caminhos melhores para lidar com a automação e seus equipamentos quando ele falha e ter que corrigir recursos disponíveis para fazê-lo trabalhar tão rápido quanto for possível, tais como adicionando oficiais eletrônicos ao cartão de tripulação de segurança, estabelecendo competências dentro do código STCW e etc. Caso contrário, ter a automação somente por uma questão de poupança de custos é o mesmo que esperar um acidente acontecer.

## **4. A AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES BRASILEIROS**

### **4.1 Evolução da automação nos navios e seu objetivo**

A automação a bordo dos navios é a moderna extensão da aplicação já existente em instalações terrestres há vários anos. Desde aproximadamente 1958, todas as nações que possuem Marinha Mercante se preocuparam em desenvolver grandes esforços no sentido de resolver o problema da escassez de marítimos.

A filosofia da automação da marinha mercante difere de um país para outro, de acordo com os problemas e necessidades particulares enfrentados. Os primeiros equipamentos automatizados para navios e aeronaves surgiram durante a Segunda Guerra Mundial. Esses equipamentos proporcionavam uma automação isolada de cada processo ou de determinado sistema. Fundamentalmente estavam ligados ao controle da propulsão. Mas, foi na década de 60 que começaram a surgir navios com sistemas de controle da propulsão automatizados de notáveis proezas e, a partir de 1965, com o advento dos semicondutores e das miniaturizações dos equipamentos eletrônicos, foi introduzido o computador, substituindo o homem em algumas tarefas de análise e decisão.

No Japão, com a elevação generalizada dos padrões de vida e das condições de trabalho em terra, resultaram numa escassez crescente de mão de obra para o mar, uma vez que as indústrias em terra estavam absorvendo todo o pessoal. O foco estava direcionado para equipamentos cada vez mais complexos e completos, instalações capazes de trabalhar sem pessoal na casa de máquinas, e uma automatização crescente do sistema de carga e descarga, bem como do equipamento de amarração e fundeio.

Assim, o Japão visando suprir a escassez dos marítimos, construiu o primeiro navio oceânico automatizado, o “KINKASAN MARU”, dentro do 16º Programa de Construção Naval, isso no final do ano de 1961, patrocinado pelo Governo, possuindo equipamento de propulsão controlado a distância, do passadiço e de um sistema central de observação para todo o equipamento da casa de máquinas, racionalizando assim as operações, na casa de máquinas.

Nos Estados Unidos, armadores e construtores se preocuparam em aumentar a segurança e economia da operação, reduzindo as probabilidades dos erros humanos, transferindo a capacidade do trabalho empreendido pelo homem para manutenção

progressiva, substituindo a condução e mantendo os equipamentos dentro do máximo possível de simplicidade e robustez, assegurando assim alto índice de confiabilidade.

No Brasil, os navios da classe A foram os primeiros navios mercantes de construção nacional a dispor de sistema de controle automático à distância, com informações técnicas sobre 250 pontos monitorados em sua praça de máquinas, tanques, convés, casco, com informações precisas sobre o desempenho e controle de danos.

O navio Tanque ALAGOAS (figura 5) “foi a primeira unidade dos oito navios da classe A encomendados em 1972 pelo armador Petróleo Brasileiro S.A. - Frota Nacional de Petroleiros - Fronape/Petrobrás, Rio de Janeiro, RJ ao estaleiro Verolme Indústrias Reunidas do Brasil S.A., Angra dos Reis, RJ, para utilização primária em rotas de cabotagem. Seu porto de registro foi o do Rio de Janeiro.



Figura 5: NT Alagoas.

Atualmente a automação a bordo, aponta para uma necessidade de um gerenciamento centralizado que assuma de modo integral o controle, objetivando interligar todos os subsistemas, simplificando de tal modo o serviço na praça de máquinas, passadiço e convés (carga), e também adaptando os equipamentos existentes às condições mais severas do ambiente a bordo como: grandes variações de temperatura, alto índice de umidade relativa, vibração constante, balanço e choques, escassez de pessoal com habilitação eletrônica e necessidade de alto índice de confiabilidade do equipamento.

Essa centralização obriga que os processos e suas instalações sejam completamente automatizados e monitorados de forma a que haja uma troca de informações entre as unidades funcionais, de maneira compreensiva. Em contrapartida, na planta é necessário

que o controle seja distribuído e hierarquizado; seja instalado próximo do processo; e que se comunique com o centro de supervisão.

De maneira resumida, a automação a bordo surgiu com o propósito de aumentar a segurança da operação resultante da condução automatizada das máquinas e de uma programação das sequências de operação que elimina praticamente os fatores negativos devidos aos erros humanos.

#### ***4.1.1 Composição do sistema de automação a bordo***

Na década de 60, a composição do sistema de automação a bordo, sobretudo em navios-tanques, consistia em dois grupos de certa maneira independentes um do outro: o sistema de propulsão, abrangendo o equipamento da casa de máquinas e o sistema de convés, abrangendo guinchos, cabrestantes, comunicações e o equipamento de carga e descarga. Cada um desses sistemas era constituído de vários sistemas automáticos, interconexos por meio de outros sistemas de realimentação, lógica, programação, etc.

Os sistemas lógicos, que na verdade são eletrônicos, são capazes de controlar uma sequência programada de operações, para isso sendo equipados de uma memória de sistemas de comparação, decisão, escolha de alternativas. Em outras palavras, a automação de um navio é um sistema complexo e determinado, constituído de vários sistemas simples, cujas realimentações são interdependentes. Cada um desses sistemas simples ou subcircuitos (“sub-loops”) consiste de: sensores, transmissores de informações, receptores de informações, unidades lógicas ou transformadoras, transmissão de impulsos de realimentação e receptoras de impulsos de realimentação (atuadores).

O elemento básico de cada sistema é o conjunto sensor/transmissor de impulso de informação/receptor de informações. Esse conjunto sensor pode ser passivo ou ativo.

Quando ele é passivo, termina em indicadores, quadros ou monitores. Os alarmes visuais e acústicos podem ser incluídos no sistema dos sensores passivos. Tanto os sensores como os transmissores de impulso e os receptores poderão ser: mecânicos, hidráulicos, pneumáticos, elétricos, eletrônicos ou uma combinação de quaisquer destes (eletropneumáticos, eletromecânicos, etc.) e a informação pode ser transmitida de maneira analógica, digital, Transmissores Inteligentes e dos Protocolos Abertos de Comunicação Digitais de Dados para Controle de Processos.

Os elementos sensores ativos transmitem a informação a uma unidade lógica que nada mais é do que uma “caixa preta”, funcionando como um sistema de realimentação. Esta recebe, como entrada, a informação e fornece, como saída, um impulso de realimentação que será transmitido a um ou vários atuadores que, por sua vez, colocarão em movimento os controles das máquinas que estão sendo comandadas por esse subcircuito em particular. Como sensores passivos típicos poderemos exemplificar: termômetros de mercúrio, taquímetro mecânico (mecânicos); voltímetros, pirômetros elétricos (elétricos); Indicadores de posições de válvulas ou de controles (hidráulicos); etc.

Todos os sistemas automáticos de controle até hoje inventados, têm como finalidade a eliminação ou minimização de algum problema gerado pela implementação anterior, mesmo sabendo que ao se desenvolver uma nova solução para obter mais vantagens, a mesma traz consigo, algumas desvantagens.

Os primeiros sistemas automáticos desenvolvidos foram implementados de forma a permitir uma boa velocidade de comunicação, considerando-se os padrões da época dos anos 60. Esta implementação era denominada como Controle Local, e a primeira metodologia de transmissão de informações entre os componentes dos sistemas de controle utilizava a tecnologia pneumática, a qual funcionava através da emissão de um sinal analógico, modulado proporcionalmente ao valor da variável medida, sendo esta tecnologia a primeira a receber uma faixa padronizada de valores (3 e 15 psi). Ainda hoje podemos encontrar malhas de controle mais antigas com equipamentos funcionando perfeitamente.

A segunda metodologia de transmissão já utilizava sinais de corrente elétrica (elétricos), os quais também eram analógicos e modulados proporcionalmente ao valor da variável medida. Os mesmos foram padronizados na faixa de 4 a 20 mA, possuindo como vantagem, uma velocidade de comunicação maior que o da tecnologia anterior.

Essas metodologias de controle situadas totalmente no campo de automação nos navios mercantes possuíam, entre outras vantagens, um projeto simples, um custo reduzido e controle totalmente distribuído. Entretanto, tinham a grande desvantagem de necessitar que o operador se deslocasse de um setor para o outro sempre que o mesmo tinha de efetuar algum ajuste nos equipamentos.

Com o passar do tempo, as dificuldades no gerenciamento das plantas de processo foram gradativamente aumentando, conforme aumentavam o tamanho e a complexidade dessas instalações. Por isso, foi necessário centralizar os controladores em uma única sala de controle conhecida como Centro de Controle da Máquina (CCM), que trouxe as

seguintes vantagens: nova disposição das instalações que permitiu a execução da configuração de vários controladores do processo a partir de um único ponto, sem a necessidade do operador deslocar-se até o campo; possibilitou a implementação de um ambiente protegido, tanto para os operadores quanto para os dispositivos controladores e também foram as características do ambiente da CCM que possibilitaram a implantação dos primeiros equipamentos eletrônicos no controle de processos, pois a tecnologia eletrônica da época de 60, ainda não era capaz de conviver com os níveis de umidade e temperatura característicos do campo.



Figura 6: Console do centro de controle da máquina (CCM) de um navio.

Apesar de todas as vantagens obtidas com a implantação das salas de controle, a mesma também possuía suas desvantagens, como por exemplo: o grande número e comprimento dos cabos de interligação, os quais acarretavam um aumento tanto na dificuldade quanto nos custos de instalação e manutenção, aumentando, também, a possibilidade de falha de comunicação devido ao rompimento de alguns desses condutores. Outra desvantagem foi o aumento do atraso na comunicação, gerado pelo distanciamento entre os controladores instalados no interior da sala e os demais dispositivos que continuavam instalados no campo.

Com a continuidade do processo evolutivo, foram ocorrendo muitos avanços na tecnologia de semicondutores e de microprocessadores, tornando os componentes eletrônicos menos suscetíveis aos problemas de mudança de temperatura, aumentando suas inovações de confiabilidade e robustez e permitindo, aos mesmos, serem incorporados aos transmissores que operam diretamente no campo.



Com este processo evolutivo, foi criado o chamado SDCD (Sistemas Digitais de Controle Distribuído) os quais se apresentaram como um dos primeiros sistemas utilizados na automação, a possuir comunicação digital.

Apesar de já se utilizar a tecnologia de redes digitais para a interligação das placas do SDCD, a comunicação com os instrumentos de campo continuava sendo analógica (4-20 mA), utilizando um par de fios para cada instrumento.

As vantagens desses sistemas estavam em sua grande eficiência, robustez e na possibilidade de distribuição do controle em diversas placas eletrônicas interligadas pela rede, de forma que se uma placa apresentasse defeito e não fosse redundante perder-se-ia somente uma parte do controle da planta. As desvantagens dessa alternativa e que os equipamentos utilizados só possuíam compatibilidade de comunicação entre si mesmos, impossibilitando a instalação de instrumentos fornecidos por outros fabricantes na planta, preços elevados e mão-de-obra muito especializada.

Uma outra inovação foi a criação dos Controladores Lógicos Programáveis (CLP's), os quais, inicialmente, se dispunham a trabalhar somente com variáveis do tipo "on/off" tendo por isso, uma grande aceitação no mercado como uma alternativa de substituição dos controladores baseados em relés eletromecânicos.

Os fabricantes dos CLP's seguiram os mesmos passos dos fabricantes de SDCD's, também procurando desenvolver métodos de comunicação digital entre seus dispositivos. Dessa forma, cada um criou um protocolo próprio para intercomunicação entre seus controladores, desenvolvendo paralelamente a isso, o conceito dos módulos remotos de entrada e saída de dados (Módulos de "Input/Output"), os quais também utilizavam protocolos proprietários para troca de informações, e, por conseguinte, possuíam as mesmas desvantagens dos SDCD's quanto à questão da interoperabilidade com equipamentos de outros fabricantes. Entretanto, apesar da efetivação da comunicação digital, ela se restringia a transmissão de dados de configuração, não contemplando ainda, os valores das variáveis de processo, que continuavam sendo transmitidos na forma de um sinal analógico de 4 a 20 mA.

Após vários estudos realizados, com objetivo de eliminação das desvantagens geradas pela implementação das salas de controle (a diminuição do número de cabos de interligação, o que aumentaria a confiabilidade do sistema e facilitaria a identificação e correção dos pontos de falha; e da reaproximação física entre elemento controlador e os demais dispositivos de controle, o que diminuiria o tempo gasto durante a comunicação

entre os mesmos), decidiram criar o desenvolvimento dos Transmissores Inteligentes e dos Protocolos Abertos de Comunicação Digitais de Dados para Controle de Processos, também conhecidos como Barramentos de Campo, “Fieldbuses” ou Redes de Chão de Fábrica.

Os Transmissores Inteligentes, por serem microprocessados, fornecem a possibilidade de realização de processamento “on-board”, podendo executar no próprio campo, as funções do controlador, ou seja, podendo efetuar o chamado controle local.

Com a utilização de Transmissores Inteligentes conjuntamente com um sistema “Fieldbus”, todo o sistema de comunicação que já era digital, passou a incluir os valores relativos as variáveis de processo. Isso repercutiu em uma maior imunidade aos campos magnéticos existentes nas proximidades do processo controlado, assim como, na possibilidade de se ter um maior número de informações de diagnóstico circulando na rede, o que aumenta ainda mais a confiabilidade da mesma, ganhando precisão e garantindo um ótimo desempenho.

Na figura pode-se observar uma ilustração representativa da evolução e declínio da taxa de utilização de cada um dos diferentes tipos de energia utilizados para transmissão de dados na automação e controle de processos industriais.

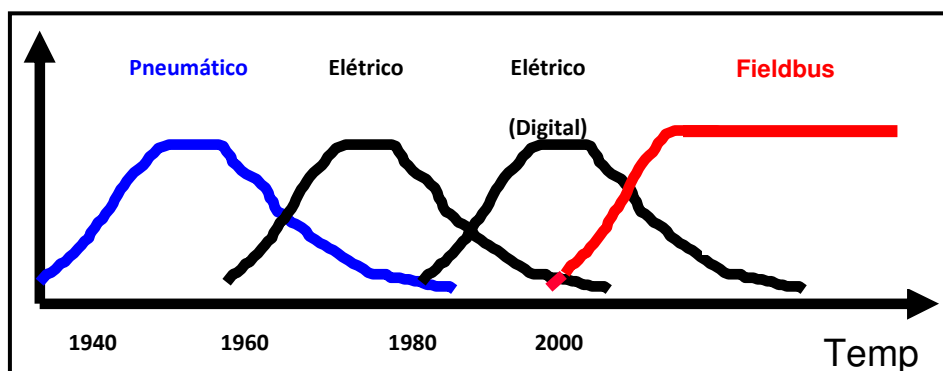


Figura 7: Evolução e Declínio dos Diferentes Tipos Sistemas Digitais de Controle de Processos Industriais

#### ***4.1.2 O Avanço da padronização das linguagens de programação no controle industrial ao longo do tempo***

Com esses avanços e as vantagens anteriormente mencionadas, houve uma padronização nos navios com relação as linguagens de programação, isso permitiu um

controle mais apurado das variáveis dos diversos sistemas, dando maior segurança às operações e a navegação.

Antigamente, como não existia um padrão internacional em que os fabricantes pudessem se basear para definir suas linguagens de programação para CLP, cada fabricante possuía sua própria linguagem de programação. Esta linguagem não tinha nenhum compromisso de compatibilidade com nenhuma outra existente no mercado. Muitas vezes existiam diferentes programadores para CLPs de uma mesma marca, o que acarretava no aumento do custo de automação de um processo. Em outras palavras, os sistemas eram totalmente proprietários, e quem sofria com isso era o usuário. Ele ficava atado a um fabricante toda vez que necessitava adquirir um produto novo para a sua implantação, já que todos eram incompatíveis.

Esse panorama começou a mudar com a entrada no mercado dos PCs industriais, que possuíam uma vantagem intrínseca: eram todos compatíveis.

Não necessitavam de programadores específicos e poderiam ser programados em qualquer linguagem disponível para PC. Isso foi o grande estopim para os fabricantes de CLP acordarem com a nova tendência do mercado e efetivamente abrirem seus programadores, deixando de serem proprietários. Caso contrário, poderiam perder de vez seus mercados para os PCs.

Sendo assim, os fabricantes de CLP decidiram adotar um padrão mundial, que foi definido pela IEC (International Electrotechnical Commission). Deste modo o CLP pode ser programado pelo mesmo PC especificado para ser usado como estação supervisória. E ainda permite que o mesmo programa gerado pode ser rodado em qualquer outro. Isto otimiza o tempo de retrabalho caso haja necessidade de troca do CLP (seja por motivo de pane ou por evolução tecnológica). E evita-se assim a necessidade de desenvolver um novo programador em diferentes linguagens.

## **5. ERRO HUMANO DEVIDO A FALTA DE CONHECIMENTO E FALHA NA AUTOMAÇÃO**

### **5.1 Erro humano e falha na automação**

Dado o aumento do sistema automatizado a bordo dos navios é importante que o elemento humano seja considerado por todo seu projeto, implementação e uso operacional.

A automação pode ser benéfica aos operadores de complexos sistemas in termos de redução de carga de trabalho, no entanto pode ser potencialmente prejudicial ao sistema de controle devido ao aumento do risco de erro humano a bordo conduzindo acientes e incidentes a bordo.

Essa pesquisa identificou problemas no projeto, seleção, instalação, uso, manutenção e atualização e modificação de sistemas automáticos que podem apresentar problemas.

Uma gama de pontos de orientação foram produzidos por aqueles envolvidos em selecionar e usar sistemas automatizados, durante todo ciclo de vida de um navio.

Em particular, estes incluem o seguinte:

- Gestão da empresa em terra
- Gestão a bordo
- Marítimos usando sistemas automatizados
- Provedores de treinamento

Os sistemas automatizados estão prevalecendo nos navios, particularmente no passadiço e na praça de máquinas. Do mesmo modo que eles trazem benefícios aos marítimos, armadores e operadores, eles tem também identificado potencialmente um fator de contribuição em acidentes e incidentes no mar. Particularmente problemas resultantes da dificuldade ou pouca integração de novos sistemas e da transição de um papel cada vez mais passivo de monitoramento para os marítimos na sala de controle de máquinas ou no passadiço.

### ***5.1.1 Problemas identificados na automação marítima***

A revisão inicial e a análise detalhada dos estudos de casos selecionados identificou às seguintes questões que possam contribuir para práticas inseguras ou um acidente ou incidente:

- Confiança excessiva na automação por parte da equipe, levando a uma falsa sensação de segurança de que a automação sempre vai lidar com a situação de forma segura.
- Confiança excessiva nos dados mostrados pelos sistemas de controle.
- Falta de compreensão por parte da equipe de máquinas aos sistemas.
- Os sistemas automatizados a bordo nem sempre tem considerações ergonômicas ideal.
- Em alguns sistemas baseados em telas de controle automáticas, a interface humano-computador pode ser muito confusa ao usuário.
- Os métodos de controles projetados para os sistemas para funcionar automaticamente não são as vezes tão óbvios, então nem sempre pode ser possível corrigir um erro tão rápido quanto percebido.
- Sérias consequências podem surgir se a tripulação dos navios não tiverem consciência das ações em caso de falhas.
- Erros de manutenção e calibração quando estabelecidos pelo sistema de controle automáticos podem levar a consequências catastróficas.
- Operadores humanos raramente entendem todas as características dos sistemas automatizados, as vezes uma falha ou limitação no sistema passa despercebido pelo operador.
- O projeto dos sistemas automatizados nem sempre são apropriados ao grau de competência do operador da automação.

Esta lista não descreve todos os fatores que podem levar a um acidente ou incidente baseados na automação, mas descreve aqueles problemas que foram identificados como particularmente um risco elevado para a segurança.

### ***5.1.2 Orientações para o gerenciamento da companhia em terra***

O gerenciamento da empresa , especialmente para aqueles responsáveis por equipamentos , compras de embarcações e problemas operacionais, são recomendados:

- Evitar assumir que a automação irá conduzir a uma redução de níveis de mão de obra sem uma análise mais aprofundada. Considera o número mínimo de tripulantes necessários para operar com segurança, no caso de uma falha completa da automação.
- Assegurar que os sistemas automatizados podem ser facilmente utilizado para obter uma visão geral dos sistemas que estão sendo monitorados e controlados pela automação, de forma que as funções possam ser realizadas de forma segura e eficaz.
- Antes de fazer a aquisição de um sistema automatizado, garantir que o sistema proposto não vai interferir ao acesso dos operadores a informações de sistemas mais antigos não automatizados.
- Assegurar que os usuários podem mudar o controle para o manual em casa de falha na automação.
- Encorajaras a equipe a manter as habilidades necessárias para operar o navio manualmente, a automação não deve impedir a operação manual ou o monitoramento do sistema.
- Assegurar que os operadores recebam instruções suficientes de automação, incluindo cursos de reciclagem.
- Certificar-se que na passagem de serviço todas as informações sejam passadas para a nova equipe.

### ***5.1.3 Orientação para gestão a bordo***

Gestão a bordo são recomendados para:

- Incentivar a tripulação a praticar habilidades envolvidas no modo manual de operação e do monitoramento dos sistemas, em caso de falha na automação,
- Incentivar a tripulação a usar outros recursos para conferir os dados de saída e desenvolvimento e mantê-los em situação de consciência dos recursos, independente da automação.

- Incentivar a comunicação da tripulação para apoiar a consciência e compreensão de operações
- Incentivar a equipe a relatar qualquer preocupação e questões que tenham a ver com o funcionamento e operação da automação e todos os problemas que podem resultar em um incidente.
- Incentivar a tripulação a compartilhar momentos de desentendimentos e confusão que eles experimentarem usando a automação.
- Assegurar que a tripulação esta fazendo corretamente o *check list* de verificação de funcionamento da automação.
- Durante períodos de pouca carga horária de trabalho e boas condições de trabalho, reverter a automação para o modo manual de controle e monitoramento, afim de fornecer a equipe oportunidades para praticar suas habilidades e familiariza-los com os procedimentos para reversão do sistema de manual para automático e vice-versa.
- Certificar-se de que todos os operadores dos sistemas automatizados a bordo estão cientes de como, porquê e quando devem usar qualquer função de emergência , que estão disponíveis através do sistema.

#### ***5.1.4 Orientações para marítimos usando sistemas automáticos***

Os marítimos usando sistemas automáticos são recomendados a:

- Evitar fazer suposições sobre a automação. Muitos sistemas automatizados funcionam de uma maneira inteiramente diferente do que um operador humano espera, a automação pode variar enormemente de navio para navio.
- Use períodos de pouco trabalho para praticar habilidades manuais do sistema. As leituras podem ser checadas manualmente.
- Manifestar qualquer preocupação acerca do funcionamento de um sistema automático. Eles podem ser notoriamente difíceis de entender.
- Esteja consciente que a automação tem vulnerabilidades e pode falhar, as vezes de maneiras inexplicáveis. Esteja sempre atento.
- Reportar qualquer desentendimento ou confusão experimentado com a automação, especialmente se isso puder causar qualquer tipo de incidente.
- Obtenha o melhor de qualquer disposição de treinamento.

- Esteja ciente dos problemas que podem surgir pela confusão do modo atual de controle e/ou dispositivo de visualização, especialmente gráficos,

### ***5.1.5 Relato de Acidente por Falha na Automação***

O navio contêiner 51931 tinha apenas seu lado esquerdo no porto em manobra de atracação quando um alarme da praça de máquinas soou, indicando que a pressão no sistema de vapor estava baixa. Na investigação foi descoberto que estava vazando vapor pela entrada de ar da caldeira auxiliar.

Um economizador foi colocado na entrada da chaminé para gerar vapor a partir do calor residual dos gases de descarga do motor principal, usando água de circulação da caldeira auxiliar. A caldeira auxiliar podia operar automaticamente, com controle local e com o sistema de controle da máquina principal.

A água de alimentação dos tanques de armazenamento foi transferida ao tanque principal de alimentação por uma bomba, automaticamente ou manualmente.

O sistema de controle da caldeira mede o nível de água e atua na posição da válvula de controle, para manter o correto nível de água, dependendo da necessidade de vapor. Sensores são colocados para apagar o maçarico se a água estiver em um nível muito baixo e prevenir o superaquecimento dos tubos da caldeira.

Uma segunda bomba de alimentação de água foi partida para aumentar a pressão do fluxo da caldeira. Isso foi destinado a ajudar a recolocar água na caldeira que estava sendo perdida devido a uma fenda dentro da fornalha e manter constante o suprimento de água do economizador.

A bomba de transferência de água foi também selecionada para o modo automático para assegurar que o suprimento de água seria suficiente para a caldeira auxiliar.

Cerca de uma hora e meia depois que o sistema de vapor alarmou, um rápido aumento na temperatura do economizador foi notificado e o chefe de máquinas percebeu que estava pegando fogo dentro do revestimento do economizador.

Embora a tripulação tenha tentado extinguir o fogo com mangueiras de água e extintores, eles foram derrotados pelo calor e pela fumaça e a praça de máquinas foi evacuada.



Foi ativado na sala do motor principal o sistema de CO<sub>2</sub>, mas houve falhas ao descarregar corretamente. O fogo foi contido usando mangueiras de água para resfriar seus limites e foi finalmente extinto, seguindo as ordenâncias vindas da base da empresa.

O relato conclui que a causa mais provável do incêndio foi o mau funcionamento do mecanismo de controle da caldeira auxiliar, que permitiu que o maçarico permanecesse aceso, mesmo a caldeira estando com o nível de água baixo. Isso superaqueceu a fornalha, causando a distorção e trincas nos tubos da caldeira. Como a água de suprimento da caldeira para o economizador foi perdida pelas trincas, o suprimento de água do economizador falhou, causando nele superaquecimento. Depósitos de fuligem que estavam acumulados dentro do economizador entraram em combustão.

## 6. CONCLUSÃO

Com este trabalho podemos concluir que apesar dos inúmeros benefícios que a automação traz para os marítimos em geral, mas especificamente aos oficiais de máquinas, a automação pode ser uma arma bastante perigosa na mão de operadores mal preparados, adestrados e instruídos para o uso do mesmo. As empresas deveriam investir mais nesse aspecto, proporcionando os cursos, treinamentos e adestramentos para os operadores. Outro fator muito importante que percebemos com a o avanço na automação é que os oficiais de máquinas ou operadores, depositam uma excessiva confiança nesses sistemas, muitas vezes se acomodando e acreditando nos dados fornecidos pelo mesmo, esquecendo de checar manualmente as informações passadas pelo sistema, confirmando e verificando sua margem de erro, sabemos que a automação também é falha, e por isso deve-se estar atento a todas as situações, pois desta forma, qualquer falha ou erro da automação pode ser corrigido a tempo, evitando maiores constrangimentos ou até mesmo acidentes graves.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, S.; BORDINI, E. Reincidência e reincidentes penitenciários em São Paulo, 1974-1985. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 3. n. 9, p. 70-94, 1989.

AGUIAR, R. A. R. *Direito, poder e opressão*. São Paulo: Alfa-Ômega., 1980.

AMARAL SOBRINHO, J. *Ensino Fundamental: gastos da União e do MEC em 1991: tendências*. Brasília, DF: IPEA, 1994 (Texto para discussão, n.31).

ANDRADE, M. D. de. *Comércio ambulante do Rio de Janeiro - Uma qualificação das visões correntes sobre setor informal*. 1990. Monografia (Bacharelado em Economia) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ARCHER, D.; GARTNER, R. *Violence & crime in cross-national perspective*. New Haven & London: Yale Univ. Press., 1984.

BARRETO, A.R. Unidades de conhecimento: sua concepção como unidade de negócio nas empresas In: I WORKSHOP BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA E GESTÃO DO CONHECIMENTO. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: FINEP, 1998. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br>>. Acesso em: 21 jan. 2012.

GILLESPIE, A.; WILLIAMS, H. A Small Firms' Perspective on the Liberalisation of Telecommunications. In: GARNHAM, N; AKSOY, A. (Eds), EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS POLICY RESEARCH CONFERENCE, Paris, 1988. *Proceedings...* Londres: IOS Press, 1989. p. 20-35.

IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD) – Síntese dos Indicadores Sociais 1998*. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

MARQUETTI, A.A. Estimativa do estoque de riqueza tangível no Brasil. *Nova Economia-Revista do Departamento de Ciências Econômicas da UFMG*. Belo Horizonte, v.10 n.12, p.11-37, 2000.

MEDEIROS, C. A.; SERRANO, F. Padrões monetários internacionais e crescimento. In: FIORI, J. L. (Org.). *Estados e moedas no desenvolvimento das nações*. Petrópolis: Vozes, p. 119-51.

MELO, L. M. *O Caso do Rio de Janeiro*. Nota Técnica 07/98, Projeto Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do Mercosul e Proposições de Políticas de C&T. Rio de Janeiro:IE/UFRJ, 1998. Mimeografado.

SPENCER, S. Private security. *On Patrol*, v. 1, n. 4, Winter 1996-97. Disponível em: <<http://www.onpatrol.com/cs.privsec.html>>. Acesso em: 13 jan 2012.

RISK, ANALYSIS AND PREVENTION, MARITIME AND COASTGUARD AGENCY, Disponível em: <<http://www.mcga.gov.uk/c4mca>>. Acesso em: 19 fev 2012.

STONECYPHE, LAMAR. A tour inside engine room. Disponível em: <<http://www.brighthub.com/engineering/marine/articles/49244.aspx>>. Acesso em 15 jan 2012.