



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



Nathália Brito dos Santos



**A IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES
VANTAGENS E DESVANTAGENS**

**RIO DE JANEIRO
2013**

NATHÁLIA BRITO DOS SANTOS

**A IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES: vantagens e
desvantagens**

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 (a): Prof. André Luís Mourilhe Rocha

Rio de Janeiro
2013

NATHÁLIA BRITO DOS SANTOS

**A IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES:
vantagens e desvantagens**

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. André Luís Mourilhe Rocha

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

A Deus e a minha família que são tudo na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço ao Prof. André Luís Mourilhe Rocha pela paciente orientação desta monografia. Seu direcionamento de pesquisa, suas sugestões e apontamentos para o bom desenvolvimento do trabalho. Em seguida, agradeço aos meus companhas que me acompanharam nesta fase acadêmica, esta tão especial em minha vida. Agradeço também a todos que tiveram compreensão e entenderam a minha ausência por estar me dedicando a boa produção desta monografia.

O meio em que o homem, é ampliado em função de novos conhecimentos, novas opções e, conseqüentemente, novas tecnologias. As sociedades humanas não só selecionam um meio como também fazem os seus meios.
(USHE 1973)

RESUMO

O objetivo dessa monografia é determinar as vantagens e desvantagens da automação naval. Constatar também que, do ponto de vista do armador, é inegável que uma automação bem sucedida proporciona um aumento nos lucros e sua utilização no setor naval é de grande relevância, como resultados têm-se navios cada vez mais rápidos, com uma alta logística e desempenho. Apresentar de forma sucinta a história da automação e os componentes que lhe compõem. Apresenta os tipos de automação mais usados pela indústria marítima: automação hidráulica e a pneumática. Mostra a aplicabilidade da automação a bordo. E finalmente mostrando o impacto que esta trouxe a sociedade.

Palavras-chave: Marinha Mercante, automação, vantagens, desvantagens.

ABSTRACT

The purpose of this monograph is to determine the advantages and disadvantages of automation naval. Also note that from the point of view of the owner, it is undeniable that a successful automation provides an increase in profits and its use in the shipbuilding industry is of great importance, as the results have been ships ever faster, with a high logistics and performance. To briefly present the history of automation and the components that comprise it. Presents the automation types most used by the maritime industry: hydraulic and pneumatic automation. Shows the applicability of the on-board automation. And finally showing the impact that this has brought to the society.

Keywords: Merchant Marine, automation, advantages, disadvantages.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 AUTOMAÇÃO, O INÍCIO DE UMA NOVA ERA	11
1.1 Contexto histórico	11
1.2 Conceito e objetivo	13
2 CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO	14
2.1 Sensores	15
2.2 Sistema de Controle	15
2.3 Controlador Lógico Programável (CLP)	16
2.4 Atuadores	16
3 OS PRINCIPAIS TIPOS DE AUTOMAÇÃO	17
3.1 Automação Pneumática	17
3.1.1 Vantagens da automação pneumática	18
3.1.2 Desvantagens da automação pneumática	18
3.2 Automação Hidráulica	18
3.2.1 Vantagens da automação hidráulica	19
3.2.2 Desvantagens da automação hidráulica	19
3.2.3 Divisão do sistema de automação hidráulico	20
4 A AUTOMAÇÃO A BORDO DOS NAVIOS MERCANTES	21
4.1 Sistema de navegação de navio	23
4.2 Sistema de gestão de motores	23
4.3 Sistema de controle e monitoração de carga	23
4.4 Sistema de gestão de energia e potência	24
4.5 Sistema de posicionamento dinâmico ou sistema DP	24
5 PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDAS	26
5.1 Controle Remoto	26
5.2 Sistema de Segurança	27
5.3 Registro	28
5.4 O Sistema de Alarme	29
5.4.1 Painel principal do alarme central	29
5.4.2 Painéis secundários de alarme	29
5.4.3 Equipamento de alarme	29
5.4.4 Circuitos	29

5.4.5 Geral	30
5.4.6 Sensores	30
5.4.7 Abastecimento de força	30
5.5 Precisão de Medida	31
5.6 Precauções de Incêndio	31
5.6.1 Alarme contra incêndio	31
5.6.2 Precaução contra incêndio devido a vazamento de óleo combustível	31
5.6.3 Transbordamento de tanques	32
5.7 Supervisão Corrente	32
5.8 Sistema de Propulsão com Hélice de Passo Variável	32
6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AUTOMAÇÃO	34
6.1 Vantagens da Automação	34
6.2 Desvantagens da Automação	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
BIBLIOGRAFIA	38

INTRODUÇÃO

Em toda a história da humanidade, o homem vem criando artifícios que lhe permitiam amplificar os seus poderes, já que suas capacidades são limitadas. Por isso vemos diversas tentativas de substituir a força humana pela de animais, ação dos ventos e quedas d'água embora isto quase sempre tenha sido feito com máquinas rudimentares.

Este processo, denominado mecanização, apresentou uma forte evolução a partir da revolução industrial com o uso de máquinas a vapor e, mais adiante com o aparecimento do motor a explosão e de aplicações bem sucedidas da energia elétrica.

Atualmente, impulsionado pela evolução da eletrônica com o aumento da capacidade de processamento e de memória dos dispositivos de controle, dispõe-se de elementos que permitem o controle automático de plantas industriais de elevada complexidade. A popularização da tecnologia, bem como a crescente necessidade de sistemas confiáveis, auxilia a utilização da automação em diversas áreas de atuação, como por exemplo, na Marinha Mercante.

Com a entrada da automação nesta área, desde estaleiros até a própria navegação e operação no porto, o desenvolvimento ficou evidente. Pois a produtividade aumentou, o tempo dos navios nos portos diminuiu, a tripulação tornou-se mais segura e ficou garantindo que o equipamento funcione corretamente, fatos esses que tem grande importância na economia mundial, devido a 90% das mercadorias passarem por meio marítimo.

Esta monografia tem a finalidade de abordar as generalidades da automação, explicar de modo sucinto sua história, os seus elementos, tipos de sistemas mais usados a bordo, a sua aplicação nos navios mercantes, e por fim, expor as vantagens e desvantagens decorrentes da sua utilização – objetivo desta monografia.

CAPÍTULO I

AUTOMAÇÃO, O INÍCIO DE UMA NOVA ERA

1.1– Contexto histórico

Desde o período pré-histórico o homem utiliza-se de sua criatividade na busca de meios para executar suas tarefas com maior facilidade, poupando esforços. E assim com o início da Revolução Industrial, no século XVIII, ocorreu uma etapa do desenvolvimento produtivo chamado de mecanização, que consistia no uso de máquinas e equipamentos que facilitam e potencializam o trabalho Humano. Já no século XX diferentemente da simples mecanização, surge equipamentos de operação automática, capazes de auto-regulamentação, nos quais a interferência humana é bem menor.

Por volta de 1788, James Watt desenvolveu um mecanismo de regulação do fluxo de vapor em máquinas. O regulador era composto por um eixo vertical com dois braços próximos ao 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. Neste tipo de regulador, quando a velocidade do eixo ultrapassa o valor desejado, a força centrífuga sobre cada peso girante tem uma componente normal à haste de suporte, que vence a componente da força-peso: as massas se afastam do eixo vertical e o cursor sobe acionando a válvula de controle de vapor, reduzindo sua vazão e, por sua vez, reduzindo a velocidade do motor e do eixo. O inverso ocorre quando a velocidade está abaixo da desejada.

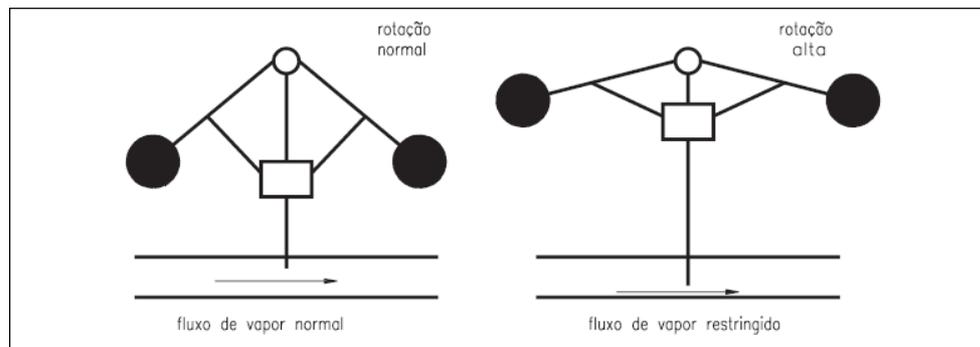


Figura 01 - Regulador centrífuga de velocidade de James Watt
 Fonte: Manufacturing systems: an introduction to the technologies

Desta forma, dispositivos simples e semi-automáticos foram inventados no início do século XIX. Os sistemas inteiramente automáticos surgiram depois do século XX. A tecnologia da automação passou a contar com computadores, servomecanismos e controladores programáveis. Os computadores são o alicerce de toda a tecnologia da automação contemporânea.

O marco seguinte foi à invenção da régua de cálculo e, posteriormente, da máquina aritmética, que efetuava somas e subtrações por transmissões de engrenagens. George Boole desenvolveu a álgebra booleana, que contém os princípios binários, que mais tarde foram aplicados nas operações internas de computadores. Em 1880, Herman Hollerith criou um novo método, baseado na utilização de cartões perfurados, para automatizar algumas tarefas de tabulação do censo norte-americano, o que agilizou a obtenção do resultado do mesmo. O êxito intensificou o uso desta máquina que, por sua vez, norteou a criação da máquina IBM, bastante parecida com o computador.

Atualmente, os conceitos de integração total do ambiente produtivo com o uso dos sistemas de comunicação de dados e novas técnicas de gerenciamento estão se disseminando rapidamente. Porém, vale notar que nos primeiros anos, o impacto social foi grande porque as máquinas tomaram os postos de trabalho e só permaneceram aqueles que conseguiram se adaptar. Começaram a partir daí, as crises econômicas, as lutas de classes e as terríveis crises de desemprego.

Dessa forma, as inovações tecnológicas de produção põem s divididas em três estágios de acordo com Diocélio (2001). São eles: Mecanização Simples, Mecanização Propriamente Dita e Automação.

- 1º estágio – Mecanização Simples: é a fase onde dispositivos mecânicos simples, tais como a alavanca, roldanas, entre outros, auxiliam o ser humano e seu esforço físico pela multiplicação d esforço;
- 2º estágio – Mecanização Propriamente Dita: é quando ocorre a substituição do esforço mecânico pela máquina, permanecendo os comandos a cargo do ser humano;
- 3º estágio – Automação: fase na qual os esforços físico e mental do ser humano são substituídos pela máquina. A tomada de dados, a análise, decisão e ação são executadas pela máquina, dispensando a presença do ser humano.

1.2 – Conceito e objetivos

Automação é o uso de qualquer dispositivo mecânico ou eletro-eletrônico para controlar máquinas e processos. Entre os dispositivos eletro-eletrônicos, podem-se utilizar computadores ou outros dispositivos lógicos, desta forma substituindo algumas tarefas da mão-de-obra humana e realizando outras que o humano não consegue realizar. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinaria para auxiliá-los em seus trabalhos.

O funcionamento da automação é basicamente da seguinte forma: uma unidade de processamento recebe sinal proveniente de uma máquina e envia a outra ou à mesma máquina um sinal para a execução de uma tarefa. Pode-se em elementos de comando e atuadores.

A parte mais visível da automação, atualmente, está ligada à robótica, mas diversas outras indústrias a utilizam com a finalidade de transmitir variáveis necessárias para um SDCC (Sistema Digital de Controle Distribuído) ou CLP (Controlador Lógico Programável).

A automação tem como objetivo aumentar a produtividades, uma vez que reduziu a interferência humana nos processos, obtendo padrões elevados de qualidade com custo sustentáveis. Assim colocando um computador eletrônico em seu lugar, a probabilidade de erro foi minimizada, providenciando mais segurança às vidas humanas.

Atualmente, com o advento de instrumentação de campo inteligente, funções executados no controlador programável tem uma tendência de serem migradas para estes instrumentos de campo.

Uma contribuição adicional importante dos sistemas de automação é a conexão do sistema de supervisão e controle com sistemas corporativos de administração das empresas. Este elo permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, contribuindo para uma maior agilidade do processo decisório e maior confiabilidade dos dados que suportam as decisões dentro da empresa.

CAPÍTULO II

CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

O sistema de automação de um modo geral é composto por cinco elementos fundamentais:

- **ACIONADOR:** é responsável pelo abastecimento de energia do sistema de forma a alcançar determinado objetivo. Exemplos: motores elétricos e pistões hidráulicos;
- **SENSOR:** é aquele que conclui a medida do desempenho do sistema de automação ou de alguma propriedade de seus componentes. Exemplo: termopares;
- **CONTROLADOR:** faz as regulagens no acionamento de acordo com as informações captadas pelos sensores. Exemplo: controlador de fluxo;
- **COMPARADOR** ou **ELEMENTO DE DECISÃO:** compara os valores medidos com valores pré-estabelecidos e determina quando atuar no sistema. Exemplos: termostatos e os programas de computador;
- **PROGRAMADOR** ou “**SOFTWARES**”: contêm informações de processo e permitem controlar as interações entre seus diversos componentes.

A figura a seguir ilustra de maneira simplificada, através de um diagrama de blocos, a atuação de todos os elementos que compõem um sistema automático:

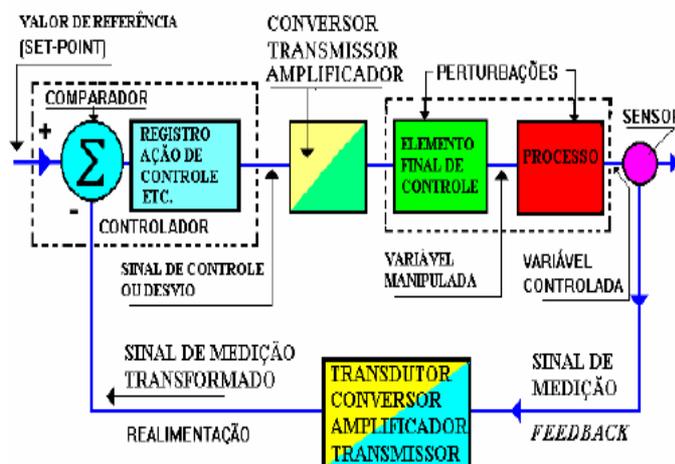


Figura 02 - Diagrama de blocos com o elementos da automação
 Fonte: **Automação de Processos Industriais**

2.1 – Sensores

Os sensores são dispositivos capazes de detectar alterações físicas no ambiente, transferindo as informações coletadas ao sistema para que as ações corretivas sejam tomadas. Devido a isto, são utilizados em sistemas de alarme e sondagem, entre outros, trabalhando com enorme eficiência.

Os sensores podem ser classificados em três grupos:

- **ANALÓGICOS:** transmitem um sinal de saída contínuo, sob a forma de corrente elétrica ou tensão elétrica, que é proporcional à variável que está sendo monitorada; fornecem valores de pressão, temperatura, etc.;
- **DIGITAIS:** são na verdade contatos normalmente fechados ou normalmente abertos, que se abrem ou fecham respectivamente, quando determinada variável atinge uma condição limite; como exemplos, temos os pressostatos e os termostatos; e
- **INTRINSECAMENTE SEGUROS:** instalados em áreas consideradas de risco, são facilmente reconhecidos por estarem conectados a cabos e fios na cor azul. Estes sensores enviam sinais de baixa tensão e, por este motivo, devem ser amplificados para a posterior utilização.

2.2 – Sistema de Controle

Os sensores estão vinculados aos sistemas de controle. Este sistema é um processo acionado por um dispositivo de controle, que determina o resultado desejado e, ao longo do tempo, indica o resultado obtido e corrige sua ação para atingir, o mais rápido possível, o valor desejado.

O dispositivo de controle estimula os atuadores a alcançarem o objetivo desejado.

2.3 – Controlador Lógico Programável (CLP)

O CLP é um equipamento de controle, baseado num microprocessador que desempenha funções de diversos tipos e níveis de complexidade.

Segundo a ABNT(Associação Brasileira de Normas Técnicas), o CLP é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com a aplicação industrial. Enquanto que pela NEMA(National Electrical Manufactures Association), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

2.4 – Atuadores

Os atuadores que utilizam fluido sob pressão podem ser classificados segundo dois critérios:

1º) Quanto ao tipo de fluido empregado:

- PNEUMÁTICOS: quando utilizam ar comprimido;
- HIDRÁULICOS: quando utilizam óleo sob pressão.

2º) Quanto ao movimento que realizam:

- LINARES
- ROTATIVOS:
 - Angulares: quando giram apenas num ângulo limitado, que pode em alguns casos ser maior que 360°;
 - Contínuos: quando têm possibilidade de realizar um número indeterminado de rotação.

CAPÍTULO III

OS PRINCIPAIS TIPOS DE AUTOMAÇÃO

Na automação destacam-se três tipos basicamente: automação hidráulica, elétrica e pneumática. No decorrer dos capítulos seguintes esses tipos de automação serão discutidos, embora a automação hidráulica e a automação pneumática sejam mais empregadas a bordo de embarcações, devido ao risco de explosão em áreas de risco.

3.1 – Automação Pneumática

Na automação pneumática o principal componente é o ar. A força será transmitida no sistema através da utilização do ar ou de gases neutros como meio de transmissão de potência. Este sistema consiste geralmente em cilindros, válvulas de controle direcional e válvulas-piloto. Um grupo de elementos fornece o sinal de comando pneumático a partir do ponto de operação, e em sistemas complexos, um outro grupo interpreta os comandos e fornece a energia para a ação do trabalho dos cilindros.

Em geral, os sistemas de controle pneumáticos utilizados em embarcações mercantes são de grande importância, visto que estes identificam falhas, acionam alarmes e até mesmo, fornecem ações corretivas. Esses sistemas são utilizados com os diversos equipamentos e sistemas de bordo, tais como: propulsão, geração de energia, governo, ar-condicionado e auxiliares em geral. O ar tem existência real e concreta, ocupando lugar no espaço. Logo, o ar possui propriedades físicas e estas, justificam seu emprego na pneumática:

- Compressibilidade: quando armazenado num recipiente, pode-se reduzir seu volume, por meio de uma força exterior, provocando um aumento da pressão;
- Elasticidade: uma vez eliminada a força exterior, o ar voltará ao seu volume inicial;
- Difusibilidade: é a propriedade que tem o ar de se misturar a outro meio, homogeneamente, desde que esse meio gasoso não esteja saturado;
- Expansibilidade: permite que o ar ocupe totalmente o volume de um recipiente, adotando sua forma, qualquer que seja ela.

3.1.1 – Vantagens da automação pneumática

- Segurança em operação com riscos de explosão;
- Velocidade, já que o ar comprimido pode atingir até 10 m/s, se forem utilizados cilindros especiais para isso;
- Não poluente, uma vez que o fluido utilizado é o ar;
- Fácil regulação.

3.1.2 – Desvantagens da automação pneumática

- Necessidade de equipamentos auxiliares como compressores, filtros e desumidificadores que acabam ocupando mais espaços. Além disso, sem estes o ar que vai para os instrumentos não é seco, contém impurezas e umidade;
- Em caso de vazamento nas redes de ar, acaba sendo complicado a detecção;
- Precisão limitada, ocorrendo atrasos na transmissão do sinal;
- Impurezas e umidade causam desgastes aos componentes pneumáticos.

3.2 – Automação Hidráulica

A automação hidráulica pode ser compreendida como sendo a associação de elementos físicos que possibilitam a transmissão de força e movimento, utilizando fluidos no estado líquido como meio de transferência de potência. Este sistema é o meio através do qual uma forma de energia de entrada é convertida e condicionada para ter na saída uma energia mecânica útil. Logo, um circuito hidráulico pode ser citado como um sistema energético, pois sua operação baseia-se na conversão, transferência e controle de energia hidráulica.

O emprego da automação hidráulica nas embarcações é grande no que tange à multiplicação de força. Pode-se observar essa multiplicação de força na prensa hidráulica em que as forças são proporcionais às suas áreas. O que se ganha em relação à força tem que ser sacrificado em distância ou velocidade. Um exemplo é o posicionamento do leme de uma embarcação marítima, que emprega o conceito de realimentação, onde o mecanismo eletro-

hidráulico de acionamento do leme é composto de uma servo-válvula eletro-hidráulica com vias e de cilindros hidráulicos.

O líquido deve possuir certas características que justificam seu emprego na automação hidráulica, tais como: energia molecular, assume a forma do recipiente, são relativamente incompressíveis, são capazes de transferir forças estáticas (energia potencial) tanto quanto a energia cinética, viscosidade, diferencial de pressão para indicar que a energia de trabalho, na forma de movimento de líquido pressurizado, está presente no sistema e, para medir a quantidade de energia de trabalho que se transforma em calor entre dois pontos.

3.2.1 – Vantagens da automação hidráulica

- Grandes forças produzidas em reduzidos espaços de montagens;
- Movimentos rápidos controlados, assim como para movimentos de precisão extremamente lenta;
- O movimento pode ser iniciado mesmo em plena carga;
- Ajuste contínuo de regulagem de velocidade, momento de giro, força, etc., são obtidos facilmente;
- Proteção simples contra sobrecarga.

3.2.2 – Desvantagens da automação hidráulica

- Cavitação, pequenas bolhas que se formam no fluido e estouram ao longo da rede podendo causar erosão;
- Deve-se ter cuidado ao projetar um sistema desses para que os possíveis problemas que possam surgir também possam ser solucionados na própria rede;
- É necessário um controle de aquecimento do fluido;
- Deve-se utilizar filtro a fim de se retirar contaminantes dos fluidos.

3.2.3 – Divisão do sistema de automação hidráulico

- Sistema de geração: são as bombas, filtros, motores e reservatórios;
- Sistema de distribuição e controle: válvulas controladoras de fluxo e válvulas direcionais;
- Sistema de aplicação de energia: os atuadores.

CAPÍTULO IV

A AUTOMAÇÃO A BORDO DOS NAVIOS MERCANTES

A automação aplicada na indústria naval está presente em dois níveis: a construção e a operação do navio. Tem como objetivos principais: minimizar o esforço humano, aumentar a qualidade, diminuir custos e aumentar a segurança e a comodidade.

A automação naval teve seu início na indústria naval japonesa. Em meados da década de 60 (século passado), os construtores de navios do Japão passaram a possuir a maior e mais moderna indústria naval do mundo, porém os fatores econômicos do Japão naquela época (inflação elevada) e os altos salários dos trabalhadores altamente qualificados forçaram a substituição da mão-de-obra por técnicas de fabricação automatizadas. A partir de então, os estaleiros japoneses passaram a construir embarcações em módulos, através do método de construção em blocos, o que permitiu uma redução altamente significativa no tempo de construção de um navio.

A indústria marítima considera que o primeiro navio construído com base no conceito de “automação” foi o cargueiro “KINKASAN MARU”⁸, terminado em 1961 pelo estaleiro “Mitsui Shipbuilding and Engineering Co.”, para a “Mitsui Steamship Co.”. Este navio era um navio semi-automatizado, que possuía um sistema extensivo de controle remoto centralizado e automatizado, e que contagiou a indústria marítima e os maiores armadores do mundo.

Com o passar dos anos e o desenvolvimento acelerado dos dispositivos de instrumentação e controle industrial essas técnicas passaram a ser incorporadas também na operação da embarcação.

No Brasil, os navios brasileiros do início da década de 60 não tinham automação. A antiga frota brasileira era composta basicamente de navios construídos nos Estados Unidos e no Canadá. Estes vinham com poucos equipamentos com automação ou equipamentos de supervisão.

Já no final dessa mesma década, seguindo a tendência mundial e pela necessidade de aumentar a frota nacional, foram construídos vinte e quatro navios – os chamados Liners –

todos em estaleiros brasileiros. Os novos navios já possuíam equipamentos e sistemas com alto grau de automação. Esses primeiros sistemas eram compostos inteiramente com relés. O sistema supervisorio era baseado num computador de segunda geração que apresentava baixa confiabilidade e altos custos de manutenção. Como consequência, a automação passou a ser indesejada pelos armadores, que tomaram a medida de reduzi-la ao mínimo, e se possível, até eliminá-la.

Atualmente com a existência das convenções internacionais, com as crescentes exigências com relação à segurança das embarcações, as características operacionais dos portos estrangeiros, as constantes evoluções dos sistemas de controle e supervisorio que ficam cada vez menores, mais leves, econômicos e confiáveis, além da competição com o armador estrangeiro, os armadores brasileiros vão sendo impulsionados a automatizar seus navios.

Assim, juntamente com a contribuição dos estaleiros, novas tecnologias são testadas nos navios, contribuindo para o desenvolvimento da automação na frota nacional. Logo surgiram três níveis básicos de automação:

- Automação parcial, com tripulação guarnecendo a praça de máquinas e os outros setores do navio;
- Automação parcial, com um único tripulante;
- Automação total, sem tripulação guarnecendo os setores do navio por um longo período (em geral 16 horas por dia).

Ao nível da operação dos navios, a automação envolve os seguintes aspectos principais:

- Sistemas navegação;
- Gestão dos motores;
- Controle e monitoração da carga;
- Gerenciamento de energia e de potência;
- Posicionamento dinâmico.

4.1 – Sistema de navegação de navio

Este sistema é um conjunto complexo e de alto grau de redundância, possuem estações de trabalho interligadas através de uma rede de transmissão de dados (rede *Ethernet*, *Fieldbus* ou *Profibus*), cujo objetivo é: planejar a navegação, corrigir desvios de rota, prevenir e evitar colisões, informar dados altamente relevantes para navegação, tais como velocidade do vento, velocidade da embarcação, profundidade, posição etc. Para isso, esse sistema possui RADAR, GPS, cartas náuticas, mapas, medidores de velocidade, sistemas de governo etc.

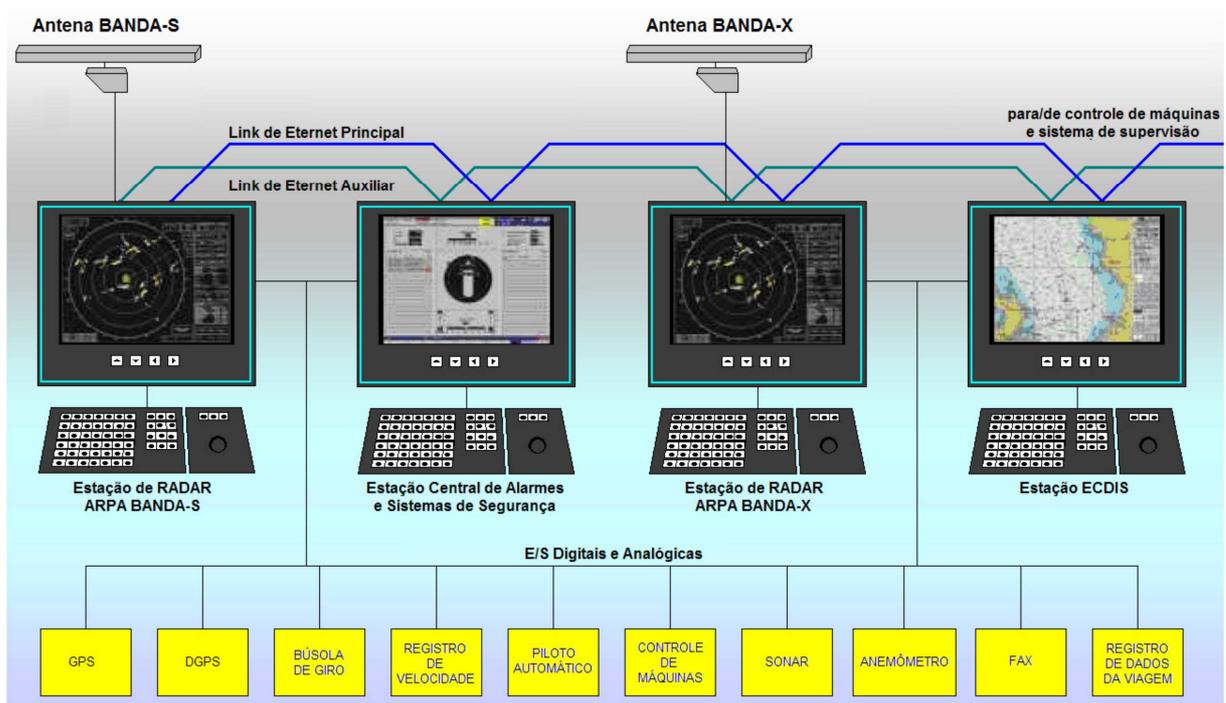


Figura 03 - Exemplo de interligação do sistema de navegação de um navio.
Fonte: Livro Texto – Automação do CIABA

4.2 – Sistema de gestão de motores

Este sistema é um navio é formado por dispositivos elétricos, hidráulicos e pneumáticos interligados entre si de tal forma que todo o comando dos motores de propulsão é automático.

4.3 – Sistema de controle e monitoração de carga

Este é um navio tem a função de automatizar o carregamento e descarregamento de produtos dos tanques e porões dos navios. Para isso, em geral, utiliza a tecnologia de medição

de nível por RADAR para medir os níveis de produtos armazenados nos tanques ou porões. Esse sistema de medição de nível é então conectado via rede a uma estação de trabalho (*workstation*) instalada no passadiço, onde é possível, por exemplo, conhecer o estado atual da estabilidade do navio bem como prever fatores que, potencialmente, possam alterá-la.

4.4 – Sistema de gestão de energia e potência

Este sistema em um navio tem como função principal supervisionar e controlar a operação de geradores elétricos e os gastos de energia elétrica. Para isso, esse sistema é responsável pelo seguinte: controle automático dos níveis de tensão e frequência da energia elétrica produzida, armazenamento de energia para as funções vitais e de segurança do navio e da tripulação, seleção da origem da energia elétrica, controle de temperatura e níveis de óleo dos motores e geração de alarmes no caso de falhas desses sistemas.

4.5 – Sistema de posicionamento dinâmico ou sistema DP

É um sistema que controla automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação através de uma propulsão ativa. Pode ser operado de forma manual, automática ou por pilotoautomático.

É formado por um complexo sistema de controle, composto por sensores (GPS, sonar, anemômetros, giroscópios etc.), atuadores (propulsores e leme) e um processador central responsável pela execução do algoritmo de controle e pela interface com o operador. Também permite a comunicação com satélites para monitoração da embarcação a distância.

Este sistema é muito utilizado nas operações “*off-shore*” da indústria do petróleo para posicionamento de navios-tanque com precisão para trabalhos tais como perfuração de poços, mergulho, construção etc. No Brasil, a Petrobrás é a pioneira na utilização desse tipo de sistema na exploração e produção de petróleo em águas profundas.



Figura 04 - Painel de operação de um sistema de posicionamento dinâmico para navios
Fonte: Livro Texto – Automação do CIABA

CAPÍTULO V

PRAÇA DE MÁQUINAS DESGUARNECIDAS

Os países mais desenvolvidos, que tem na Marinha Mercante 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 desguarneckidas.

Vamos citar a seguir, alguns itens dos Regulamentos Dinamarqueses elaborados por um comitê designado pelo Instituto Dinamarquês de Pesquisas de Navios, apresentado em um seminário no ano de 1972. A proposta considerou que o navio deveria ter uma máquina propulsora com mais de 2.000 hp e que haveria pessoal para guarnecer a praça de máquinas em caso de avarias. Assim estava previsto que:

5.1 – Controle Remoto

As recomendações seguintes aplicam-se as instalações com hélices de pás fixas:

- Deve ser possível dar partida, para, regular e dar máquina a ré pelo passadiço;
- Deve ser possível assumir o controle manual do motor direto da praça de máquinas;
- Independente do suprimento de força do navio deve-se ser possível parar as máquinas pelo passadiço (sistema de paralisação);
- Deve ser possível, da praça de máquinas, cancelar a operação automática das funções de paralisação ou diminuição de velocidade e operação remota do passadiço;
- A transferência para operação manual deve ser efetuada suave e rapidamente, e nenhum defeito que ocorra em qualquer parte do sistema de automatização deverá causar dificuldade à operação manual;
- O sistema de comunicação entre o passadiço e a praça de máquinas deve ser disposto de tal modo que seja indicado por luzes de sinalização constante, na praça de máquinas e no passadiço, que estação está com o controle.

- A transferência de controle de uma estação para outra deve ser comunicada por telefone ou por outro meio.
- Deve ser proporcionados recursos para evitar o esvaziamento do depósito de ar de partida abaixo do nível de partida, no caso de falha do motor principal em partir;
- Deve ser proporcionada proteção para evitar sobrecarga não intencional do motor principal;
- Deve existir um dispositivo para assegurar que a transferência do controle para o passadiço somente possa ocorrer quando o suprimento de ar de partida for aberto para o motor;
- Deve haver no passadiço indicação de rotações e direção de rotação, bem como a pressão do ar de partida.

5.2 – Sistema de Segurança

O motor principal deve ser provido com um sistema de segurança, para proteção em casos de defeitos comprometedores da operação. Deve ocorrer paralisação manual ou automática do motor principal quando houver alarme de:

- pressão mínima de óleo lubrificante na admissão do motor principal incluindo turbo-alimentador, engrenagens e acoplamentos;
- temperatura máxima do mancal da escora do motor principal;

A diminuição de velocidade (manual ou automática) do motor principal deve ter lugar quando ocorrer alarme de:

- Temperatura máxima, tanto, nas saídas de descarga como nas cintas de ar de lavagem do motor principal.

Deve haver ação por parte do pessoal quando ocorrer alarme de:

- Fluxo insuficiente de água de resfriamento para os êmbolos do motor;
- Temperatura máxima da água de resfriamento no coletor de saída do motor principal;

- Temperatura máxima da água de resfriamento no coletor de saída do motor auxiliar;
- Pressão alta de óleo lubrificante no motor auxiliar;
- Alarme de incêndio proveniente da praça de máquinas;
- Nível mínimo e máximo nos tanques de serviço de óleo combustível;
- Pressão mínima de ar de controle e partida;
- Temperatura mínima de óleo combustível após a bomba primária;
- Água subindo nos porões da máquina;
- Pressão mínima após a bomba primária de óleo combustível;
- Nível nos tanques de serviço (*day tanks*) de óleo combustível;
- Pressão mínima no sistema hidráulico de hélices de passo variável;
- Ligação automática de unidade de reserva ou suprimento defeituoso de meio (veículo) de controle para o sistema de controle remoto do motor principal ou do hélice de passo variável;
- Para ser combinado com paralisação automática do queimador de óleo:
 - Pressão máxima da caldeira;
 - Nível mínimo, de água em caldeira a óleo
 - Apagamento em caldeira a óleo;
 - Falta de força para o sistema de segurança.
- Falha do aparelho de governo, a ser combinado tanto com partida remota do passadiço como partida automática da unidade de reserva, se não for operada manualmente.

5.3 – Registro

Se as manobras não são registradas manualmente, devem ser providos meios para o registro automático.

Os instrumentos de registro devem ser convenientes para períodos de, pelo menos, o mesmo, tempo que a duração pretendida para a operação da praça de máquinas não tripulada.

5.4 – O Sistema de Alarme

5.4.1 – Painel principal do alarme central

Fica disposto na praça de máquinas ou compartimento de controle, e deve indicarmos circuitos que produzirem alarme.

5.4.2 – Painéis secundários de alarme

Um painel de alarme deve ficar localizado no passadiço para dar alarme acústico e indicar quando se tornar necessária a paralisação ou a diminuição da velocidade do motor principal e, se possível, com lazeira de tempo para quando for necessária a convocação do pessoal. Quando este painel dá o alarme deve ser estabelecida comunicação do passadiço para as acomodações dos maquinistas, pelos meios gerais de comunicação.

5.4.3 – Equipamento de alarme

O arranjo da central de indicação deve ser lógica. Somente deve ser possível cancelar o alarme acústico na praça de máquinas ou na sala de controle e indicação no passadiço, como em qualquer painel secundário na praça de máquinas ou sala de controle. O caráter da indicação (não sua extensão) em painéis secundários deve ser como a da central principal, e dispor de alarme acústico. Em refeitório e bares, entretanto, é aceitável o alarme visual. O sistema de alarme deve incluir alarme sem voltagem, o que significa que em caso de falha dos principais, alarme sobre os mesmos ocorrerá, com a força necessária de abastecimento de emergência.

5.4.4 – Circuitos

O sistema de alarme deve funcionar com circuitos normalmente fechados. Quando ocorre um alarme, o painel central principal deve indicar claramente o circuito defeituoso

simultaneamente alarme acústico. Quaisquer defeitos nas lâmpadas indicadoras do sistema não devem ter influencia no funcionamento do alarme acústico.

5.4.5 – Geral

Os amplificadores eletrônicos devem ser protegidos contra sinal de entrada muito alto. Contatos dos reles eletromecânicos devem estar livres de vibração e garantidos para ter pelo menos 10 funções. Os circuitos indutivos devem ser protegidos por resistores instalados tão perto quanto possível do circuito indutivo.

5.4.6 – Sensores

Todos os sensores e caixas serão feitos de material resistente a corrosão do meio circundante. Os sensores quando parafusados devem ter um amplo diâmetro de rosca, relativamente a seu peso e devem ser desenhados para fixação em qualquer posição em torno do eixo da rosca, e de tal forma que o sensor ou sua caixa, fique efetivamente imerso no meio. As caixas de terminais e gaxetas dos cabos dos sensores devem ser resistentes a água a prova de clima tropical e a prova de óleo.

5.4.7 – Abastecimento de força

Qualquer abastecimento de força deve ser do tipo de voltagem constante com $\pm 10\%$ de variação nos principais para não ter influencia no funcionamento do sistema de alarme. A unidade de abastecimento de força deve ser dimensionada para 125% do consumo máximo do sistema de alarme.

5.5 – Precisão de Medida

A tolerância de precisão para termostatos e interruptores de precisão não devem exceder os limites de $\pm 10\%$, do valor nominal, entretanto, deve ser de apenas $\pm 5\%$ para os sensores de temperatura de descarga.

Os sensores que não tiverem histerese ajustável devem ser de magnitude suficiente para assegurar que a variação natural na quantidade medida não dará funcionamento defeituoso.

5.6 – Precauções de Incêndio

5.6.1 – Alarme contra incêndio

A praça de máquinas deve ser protegida por um sistema detector de fogo ou fumaça de um tipo aprovado pelas autoridades dinamarquesas e projetado

de modo que possa ser facilmente testado e verificado e cujos defeitos produzam alarme. O alarme acústico de incêndio deve ser distinguível de outros alarmes acústicos, em caso de incêndio na praça de máquinas, o alarme deve sempre ser indicado no passadiço. O painel de alarme de incêndio deve ser localizado, ligado e disposto de tal modo que um incêndio na praça de máquinas não possa colocar o sistema de incêndio fora de ação.

5.6.2 – Precaução contra incêndio devido a vazamento de óleo combustível

Para reduzir o risco de incêndio de óleo, possíveis no caso de óleo combustível esguichar de tubulações de alta pressão avariadas sobre tubulações ou superfícies aquecidas, estas tubulações e superfícies deverão ser protegidas.

5.6.3 – Transbordamento de tanques

Os tanques de serviço de óleo combustível na praça de máquinas devem ser providos de som alarme de nível máximo de óleo.

5.7 – Supervisão Corrente

Os sensores e equipamentos de alarme devem ser testados, quanto ao funcionamento, pelo menos cada seis meses, sob supervisão do chefe de máquinas. Uma anotação para este efeito deve ser introduzida no livro de registros da praça de máquinas.

Quando ocorre revisão geral, e em caso de distúrbios funcionais em que componentes ou fração tenham sido afetados ou desmontados sem correto funcionamento deve ser testado.

5.8 – Sistema de Propulsão com Hélice de Passo Variável

Aplica-se a instalações que tenham hélices de passo variável:

- Deve ser possível controlar o passo do hélice do passadiço e da praça de máquinas;
- Um dispositivo de transferência (*switch-over*) deve ser instalado na praça de máquinas e projetado de forma que o controle do passo do hélice possa ser executado somente do passadiço ou da praça de máquinas;
- O seguinte equipamento deve ser disposto no passadiço:
 - Controle do passo do hélice;
 - Tacômetro para o eixo do hélice;
 - Indicador do passo do hélice; e
 - Indicador de sobrecarga
- Os seguintes equipamentos devem ser dispostos na praça de máquinas ou na sala de controle:
 - Controle do passo do hélice e controle de rotação do motor;
 - Tacômetro para o motor e eixo do hélice;
 - Indicador de passo do hélice;

- Unidade de força hidráulica para hélice de passo variável, provida com uma bomba de óleo de reserva.

CAPÍTULO VI

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AUTOMAÇÃO

6.1 – Vantagens da Automação

Os benefícios oferecidos pela automação são diversos. Sem sombra de dúvida, cada vez mais, a automação vem conquistando espaços maiores nos diferentes setores do mundo da era tecnológica.

No que diz respeito aos armadores, a automação a bordo reduziu custos e por consequência, ocasionou maior produtividade, trazendo maiores lucros aos mesmos.

No que se refere à segurança, a automação proporciona segurança para o trabalhador, para o meio ambiente e para os bens materiais do navio.

Em relação ao meio ambiente, a automação possibilita a prevenção contra incidentes à natureza, como vazamentos de óleo ou até mesmo a mistura de água e óleo que é jogada no mar. Nenhuma mistura é lançada enquanto um sensor não encontrar valores aceitáveis de concentração de óleo presentes nesta mistura. Além do sistema de monitoramento de descarga de óleo com parada automática, exigência indispensável em operações deste tipo.

Um sistema automático bem projetado e operando traz maior confiabilidade, pois elimina o erro humano e faz com que a unidade funcione dentro dos valores desejados sendo as irregularidades corrigidas imediatamente. Houve também a eliminação de trabalhos monótonos ou que exigissem grande atenção e concentração, como o trabalho que o tripulante em um navio tinha em tomar nota de medidas como temperatura, pressão, nível, etc., pois toda a praça de máquinas está sensoriada e esses dados podem ser acessados pelo computador do Centro de Controle da Máquina (CCM) quando for preciso. Assim como é fato que há setores perigosos na praça de máquinas de uma embarcação, que podem até explodir causando danos físicos ao trabalhador. Quando algo não está de acordo com o seu funcionamento normal, dependendo do grau da irregularidade, alarmes ou desarmes são executados devido à automação.

A redução na variabilidade permite que a unidade opere em uma faixa ideal de funcionamento durante a maior parte do tempo. Por meio da otimização da unidade ou da implantação de programas de otimização em tempo real, evita-se que ocorram desgastes acentuados nos equipamentos e aumenta-se sua rentabilidade, o que também proporciona a maior confiabilidade do sistema. A interligação dos equipamentos faz com que o navio opere de forma mais eficiente.

Outro fato interessante a ser notado são as vantagens que estes sensores em relação aos sensores alternativos baseados em campos eletromagnéticos:

- Elevada sensibilidade;
- Boa resistência à água e químicos;
- Imunes a interferência eletromagnética;
- Não emitem radiação eletromagnética; e
- Permitem multiplexagem de comprimentos de onda, podendo se ligar a vários sensores em cadeia.

Por fim, com a automação, houve o desenvolvimento e o crescimento de todo o setor marítimo. Os estaleiros têm se tornado cada vez mais modernos, produzindo navios em altíssima velocidade quando comparado ao passado. As operações de carga e descarga também ficaram mais ágeis em portos com um bom nível de automação. Tudo isso acaba por gerar um lucro muito maior, que pode ser empregado em novas técnicas, aperfeiçoando continuamente, isto é, o emprego da automação possui um grande custo/benefício.

6.2 – Desvantagens da Automação

Apesar de todas as vantagens proporcionadas pela automação, algumas desvantagens devem ser observadas.

A principal desvantagem é a redução das tripulações. Funções que antes eram realizadas pelo homem passaram a ser feitas pelas máquinas, isto acarreta na extinção de algumas profissões e o surgimento de outras. Essas novas funções requerem uma capacitação urgente daqueles que desejam permanecer ativo no mercado de trabalho competitivo, pois a automação retirou o tripulante de suas funções antes rotineiras, impondo uma nova realidade.

O outro fator negativo é que a experiência de um trabalhador torna-se rapidamente obsoleta. Visto que a automação necessita de uma maior qualificação do profissional para a operação e ela encontra-se numa eterna atualização às necessidades do mercado. Portanto, quem por ventura não se atualiza, torna-se ultrapassado, e as vagas para trabalho acabam ficando mais restritas.

No entanto, tais problemas podem ser resolvidos com contínuos programas de aprendizagem e reciclagem dos trabalhadores para funções mais específicas.

O aumento de problemas como ausências no trabalho, a falta de coleguismo, o alcoolismo ou consumo de tóxicos, que influenciam negativamente o comportamento dos indivíduos no ambiente de trabalho. Também é outra desvantagem, já que a automação causa um processo de alienação devido o sentimento de submissão do trabalhador à máquina, da falta de desafios

A automação também apresenta algumas desvantagens quanto a sua utilização no meio marítimo:

- Corrosão dos equipamentos com componentes elétricos por infiltrações de água e pelo salitre;
- Sensibilidade às vibrações elevadas que podem ser causadas pelos motores de grande porte prejudicando o processamento e leitura de dados do sistema de automação;
- As fontes de energia limitadas, que tornam necessária a gestão de energia e a procura por fontes de energia alternativas;
- Grande particularidade exigida para cada navio produzido, que implicam em baixa repetibilidade na produção de peças.

Além dessas desvantagens supracitadas, deve-se tomar cuidado com o uso em excesso de automação, empregando a somente onde necessário, e não de forma desnecessária, complicando ao invés de ajudar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação aplicada aos navios e à indústria marítima dispõe de uma diversidade muito grande de modelos e de instrumentos. Atingindo um nível de alta confiabilidade, compactação e consolidação. Nos dias atuais os objetivos da automação de processos industriais resumem-se a: manter os processos dentro de seus pontos operacionais mais eficientes, prevenirem condições instáveis no processo e facilitar a operação por meio de fácil acesso as informações.

Uma consideração importante a se fazer é que o transporte por meio aquaviário é indispensável na economia globalizada atual, pois trafega cerca de 90% das mercadorias relativas ao comércio internacional. Também é importante ressaltar que a automação está no núcleo do processo de modernização da economia brasileira no setor naval, visto que a economia está baseada em conhecimentos, onde uma nação tem que ser capaz de gerar os seus próprios. O contexto de Globalização, competitividade crescente e as mudanças sociais decorrentes têm exercido forte influência no processo de automação no setor naval.

Ao finalizar esta monografia, vimos que é fato que a automação possui diversos benefícios, principalmente de ordem econômica, o que torna muito vantajoso sua utilização. Entretanto, os problemas sociais gerados pela extinção de algumas profissões e o surgimento de novas, que retira o trabalhador de suas funções rotineiras e pede uma capacitação urgente, devem ser levados em consideração quando se opta pelo uso da automação.

Para reduzir estes problemas, muitas empresas têm criado projetos de capacitação dos trabalhadores às novas funções e de atualização, para adaptar seus empregados à era das máquinas. Pois, nos tempos atuais, a automação não é mais uma opção, e sim uma realidade inevitável. Deve-se lembrar, no entanto, que a tecnologia surgiu com a finalidade de auxiliar o homem, nunca de substituí-lo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARCELOS, Olavo Coura, A Importância da Automação nos Navios Mercantes: vantagens e desvantagens, Tese de conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FOMQ) da Marinha Mercante. Rio de Janeiro, 2011;
2. BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Princípios de Automatização de Processos; Princípios de Automatização de Comandos**. Rio de Janeiro: 1995. Curso de Aperfeiçoamento Vol.6;
3. NEGRI, Victor Juliano de. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos. **Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para Automação e Controle, Parte II – Sistemas Pneumáticos para Automação**. Florianópolis;
4. OLIVEIRA, Francisco Diocélio Alencar de. **Módulo de Automação – Unidade de Estudo Autônomo**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2009;
5. SILVEIRA, Thiago Bueno. **A Importância da Automação nos Navios Mercantes: vantagens e desvantagens**, Tese de conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FOMQ) da Marinha Mercante. Rio de Janeiro, 2008;
6. VIDAL, Carlos Rogério dos Santos. **Livro Texto – Automação**. Belém: CIABA, 2009.