

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

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

Por: Bruno Braga HUGUENIN

Orientador

Prof. André Luís Mourilhe Rocha

Rio de Janeiro

2011

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

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

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas (FONQ) da Marinha Mercante.

Por: Bruno Braga HUGUENIN

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA

**CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE -
EFOMM**

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta, a meus pais, aos meus irmãos e a minha namorada, que sempre estiveram do meu lado e me ajudaram a chegar aonde cheguei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, razão da minha existência, à minha família pela dedicação e amor e aos meus amigos de turma com quem compartilhei muitos momentos inesquecíveis.

RESUMO

Esta monografia tem o propósito de mostrar a importância dos diversos artifícios inventados pelo homem, desde o início dos tempos para aumentar sua capacidade, à medida que seu universo se expandia.

Das simples roldanas e alavancas até os complexos CLPs, nossa vida ao longo das décadas ganhou em segurança, eficiência e produtividade. Com a Marinha Mercante não foi diferente, e esta monografia mostra como os diversos sistemas de automação e suas combinações mudaram totalmente as fainas a bordo, trazendo mais segurança, bem estar, conforto e aumento na produtividade. Infelizmente, alguns acertos se fazem necessários para evitar os problemas causados pela crescente substituição do homem pela máquina.

Palavras- Chave: Revolução industrial, Sistemas, Segurança, Produtividade

ABSTRACT

This monograph's purpose is to show the importance of the different devices created by humankind since early history to increase their efficiencies the universe was expanding.

Of simply pulleys and levers to the complex CLPs, our lives have improved in safety, efficiency and productivity over the decades. In the Merchant Marine was not different, and this thesis shows how the different automation systems and their combinations have totally changed duties on board, bringing in more security, welfare, comfort and thus increasing productivity.

Keywords: Industrial Revolution, Systems, Security, Productivity

LISTA DE FIGURAS

Figura I – Diagrama de Blocos.....	16
Figura II – Esquema Simples do Sistema de Produção e Tratamento de Ar Comprimido.....	23
Figura III – A Esquerda o Passadiço e a Direita o Centro de Controle de Máquinas (CCM).....	32

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO I - AUTOMAÇÃO.....	11
1.1 Definição.....	11
1.2 Função.....	11
1.3 Histórico.....	12
1.4 Evolução.....	12
1.5 Tipos de Sistemas de Automação.....	14
1.6 Elementos de Comando.....	15
CAPÍTULO II – TIPOS DE AUTOMAÇÃO.....	17
2.1 Automação Hidráulica.....	17
2.2 Automação Pneumática.....	20
2.3 Automação Elétrica.....	23
CAPÍTULO III – CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL - CLP.....	25
3.1 Funcionamento.....	26
3.2 Técnicas e Recursos Usados na Indústria.....	28
CAPÍTULO IV – AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES.....	30
4.1 Os Primeiros Navios.....	30
4.2 Principais Aplicações.....	31
4.3 Vantagens e Desvantagens.....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

INTRODUÇÃO

Quando o horizonte do homem era a vila em que morava, ou no máximo a vila vizinha, os poderes com que foi dotado pela natureza, (andar, ver, ouvir, segurar etc), eram suficientes para a execução de suas tarefas. A medida que seu horizonte foi se expandindo ele foi criando artifícios para ampliar seus poderes: da máquina à vapor aos propulsores, para ir mais longe; dos sextantes aos supertelescópios e potentes radares, para enxergar melhor; da alavanca aos guindastes e gigantescos tratores para ficar mais forte.

E numa constante evolução deste processo, chegou-se aos dispositivos para atender melhor à nossa capacidade de pensar e reagir, a automação.

Hoje, o horizonte do homem é literalmente o mundo, e as empresas para se adaptarem a esta nova ordem, investiram muito em automação, para acompanhar a velocidade e a padronização exigidas por este novo mercado.

Com a Marinha Mercante não foi diferente. É o nível de automação e desenvolvimento tecnológico de portos e embarcações que definirão a eficiência da Marinha de um país.

CAPÍTULO I

AUTOMAÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO

O vocábulo automação, apesar de não constar dos dicionários de língua Portuguesa, vem da tradução livre do termo “automatic control and instrumentation” e pode-se definir por um conjunto de equipamentos eletrônicos e/ou mecânicos, programáveis, para controlar o funcionamento das máquinas quase sem a interferência humana.

É importante não confundir automação com mecanização. A primeira possibilita executar uma tarefa por meio de máquinas controladas automaticamente, seguindo uma programação sem a interferência do homem; já a segunda, consiste não uso de máquinas para realizar um trabalho, substituindo o esforço físico do homem.

A automação se dá a partir de uma central eletrônica, seus elementos de comando e atuadores. Esta central irá receber e enviar sinais para a máquina, que irá executar uma tarefa, além de escolher programas e valores desejados nas variáveis do processo, baseando-se para isso nos sinais de entrada, saída e perturbações.

Tudo isso, só foi possível graças a descoberta de uma nova ciência chamada CIBERNÉTICA, e os grandes avanços da eletrônica, principalmente no campo da informática.

1.2 FUNÇÃO

Desde a pré-história o homem, através de suas invenções, procura segurança, eficiência e diminuir o esforço despendido para executar suas tarefas. De lá até aqui, um longo caminho foi percorrido, até finalmente chegarmos a automação, que utilizando um computador, não só substitui o esforço físico, mas também seu pensamento e atenção, substituindo-o nas tarefas repetitivas e que exigem extrema atenção evitando o desgaste mental.

1.3 HISTÓRICO

O grande salto a caminho da automação, ocorre com a Revolução Industrial, na segunda metade do século XVIII. Iniciada na Inglaterra, é com esta revolução que o sistema de produção agrário e artesanal, transforma-se em industrial, mudando completamente o mundo, criando novas classes sociais, influenciando a política e o mundo.

Importantes descobertas como a utilidade do carvão como fonte de energia, levam a invenção da máquina à vapor e da locomotiva, na chamada primeira Revolução Industrial; a segunda Revolução surge principalmente da descoberta da eletricidade, da transformação do ferro em aço, dos novos meios de transporte,(carro e avião) e do desenvolvimento da indústria química e petroquímica. Para acelerar a divulgação de tudo isso, o desenvolvimento dos meios de comunicação como telégrafo, telefone, jornais e revistas integram os mercados produtores e consumidores, levando ao consumo de massa e a universalização da educação básica. A terceira Revolução é o tempo presente, e teve seu início por volta de 1945 com a introdução do computador e o aparecimento da automação propriamente dita. Esta revolução é fruto do movimento de globalização, que tomou conta do mundo e causou uma profunda transformação social e produtiva. Para alcançar a velocidade e os parâmetros exigidos por esta nova ordem social, o homem inventou a automação.

Durante o século XX, foram realizados alguns dos maiores avanços tecnológicos, que levaram a um consequente aumento das condições de segurança para todos os trabalhadores que executavam tarefas de alto risco, além de substituí-los nas tarefas monótonas, repetitivas e que exigiam extrema atenção. Tudo isso levou ao aumento da qualidade dos processos, a diminuição dos custos e ao consequente aumento da competitividade.

1.4 EVOLUÇÃO

Este alto nível de tecnologia não chegou de uma hora para outra, e é possível verificar três fases importantes até chegar ao nível que conhecemos hoje.

1º fase – Mecanização Simples, aquela em que dispositivos mecânicos simples, como alavancas e roldanas, ajudam a multiplicar a força humana.

2º fase – Mecanização propriamente dita, é a substituição do esforço humano pela máquina, embora seu comando dependa totalmente do homem.

3º fase – Automação, fase em que os esforços físicos e mentais do homem são substituídos pela máquina, cujo comando dispensa a presença humana.

Se a Revolução Industrial foi o primeiro passo para este caminho, a invenção dos computadores foi o grande salto definitivo para a automação. Eles estão presentes em todas as áreas do conhecimento humano, e em todas as atividades de nossa vida cotidiana, sendo considerado o alicerce de toda a tecnologia da automação.

Desde 2000 a.C, o homem procura uma forma de otimizar cálculos, prova disso é a utilização dos ábacos pelos Babilônios. Desde então várias invenções foram criadas com este intuito; a régua de cálculo, a máquina aritmética, até a álgebra boleana, que se utilizava de princípios binários que mais tarde seriam utilizados nas operações internas dos computadores.

Em 1880, a invenção de uma máquina que utilizava um sistema de cartões perfurados faz grande sucesso, quando diminui o tempo da realização do Senso de 10 anos costumeiros para 6 semanas, que da origem mais tarde a máquina IBM muito semelhante ao computador. Mas a primeira geração de computadores de grande porte, completamente eletrônico, só chega em 1946. Chamado de ENIAC, ocupava mais de 180m e pesava cerca de 30 toneladas. Funcionava com válvulas e relés que chegavam a consumir 150.000 watts de potencia para realizar cerca de 5.000 cálculos aritméticos por segundo.

A 2ª geração chega em 1952, com o uso dos transistores, mais seguros, confiáveis, que não precisavam aquecer e gastavam muito menos energia. Como eram muito menores, ocupavam muito menos espaço.

A 3ª geração é caracterizada pela invenção do Circuito Integrado, CI, que é uma pastilha com cerca de 1 cm de silício, composta de milhares de transistores, o que gera máquinas muito menores e muito mais velozes.

Por fim a criação dos CHIPS, trazem a 4ª geração de computadores em 1975. Com isto eles diminuíram ainda mais de tamanho e de custo, o que levou a criação dos computadores pessoais.

Do ENIAC que realizava 5.000 cálculos por segundo aos chips atuais, que realizam 50 milhões no mesmo tempo, a evolução foi muito grande e seu uso foi se espalhando para todas as atividades da sociedade. Nas atividades perigosas e de transporte de grandes matérias, os robôs substituíram a mão de obra do homem e todos os processos industriais foram padronizados e agilizados com a utilização da automação. Enfim, qualquer que seja a atividade, o importante é o processamento das

informações. Atualmente, a melhor ferramenta para execução desse trabalho é o computador interligado em sistemas de comunicação que possibilita a volta da centralização do controle do processo, mas de forma flexível, em que o gerenciamento é feito por setores ou mesmo de máquinas através de microcomputadores que transmitem e recebem as informações dos computadores principais.

Desta maneira as funções da atual automação resumem-se em: comunicação, computação e controle.

Segundo Horta Santos (1979): “um sistema de automação comporta-se exatamente como um operador humano, o qual utilizando as informações sensoriais, pensa e executa a ação mais apropriada. Na automação há auto- adaptação a condições diferentes de modo a que as ações do sistema de maquinismos conduzam a resultados ótimos. O órgão central de um sistema de automação é, na maior parte dos casos, o computador eletrônico.’

1.5 TIPOS DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Existem diferentes modelos de sistema de automação de processos industriais:

- Sistema híbrido, que envolve controle a programa e controle à realimentação;
- Sistema especialista, que controla simultaneamente diversas variáveis físicas dependentes da estabilidade uma da outra;
- Sistema supervisorio, que permite a visualização do processo e a possibilidade de interferência do operador(SDCD);
- Sistema inteligente, permite auto diagnóstico do equipamento, correção de valores e substituição de equipamentos por ação do computador, visualização e simulação do processo e interferência por parte do operador (FIELDBUS e PROFIBUS).

1.6 ELEMENTOS DE COMANDO

São divididos em três grupos:

- Elementos primários: São dispositivos com os quais consegue-se detectar alterações nas variáveis do processo. Ex.: sensores de pressão, indicadores de temperatura, etc.
- Elementos secundários: São dispositivos que recebem e tratam o sinal do elemento primário. Ex.: transmissores e controladores
- Elemento final de controle: É quem atua na variável manipulada em função de um sinal de controle recebido. Normalmente é uma válvula

Os cinco elementos fundamentais de um sistema de automação:

- ✓ Acionador: abastece o sistema de energia de maneira a alcançar determinado objetivo. Os motores elétricos e o pistão hidráulico são exemplos de acionadores;
- ✓ Sensor: conclui a medida do desempenho do sistema de automação ou de alguma propriedade de seus componentes. É o caso dos termopares para medição de temperatura;
- ✓ Controlador: faz as regulagens no acionamento de acordo com as informações captadas pelos sensores. O controlador de fluxo, por exemplo, que abrirá ou fechará uma válvula para manter o nível de água constante num reservatório qualquer;
- ✓ Comparador ou elemento de decisão: compara os valores medidos com valores pré estabelecidos e determina quando atuar no sistema. Como exemplos, figuram os termostatos e os programas de computador;
- ✓ Programas ou “softwares”: contêm informações de processo e permitem controlar as interações entre seus diversos componentes.

Veja um esquema simplificado desses elementos que compõem um sistema automático:

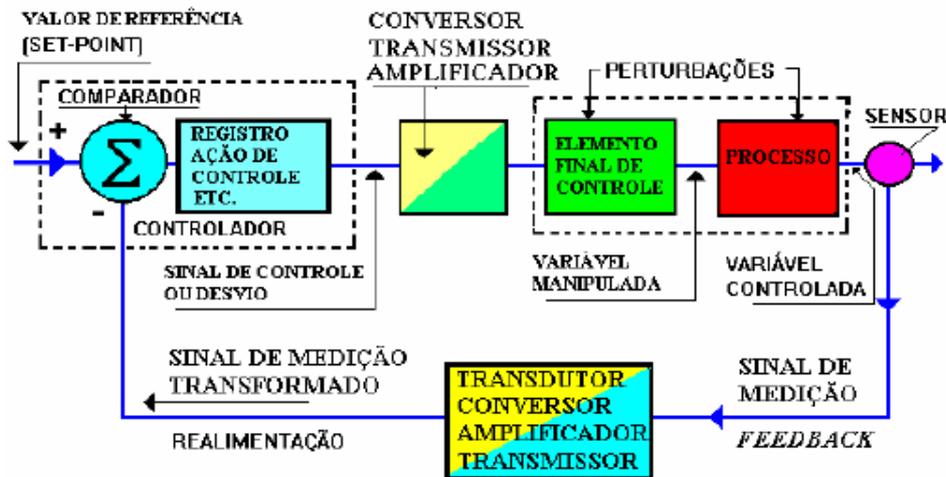


Figura 1 - Diagrama de blocos (Fonte: OLIVEIRA, Francisco Diocélio Alencar de. Livro Texto – Automação de Processos Industriais. Rio de Janeiro: CIAGA, 1999. p. 53).

CAPÍTULO II

TIPOS DE AUTOMAÇÃO

Hoje pode-se dizer que a automação esta presente em quase tudo da nossa vida diária. A evolução tecnológica possibilitou sua utilização em vários ramos, como por exemplo:

- Medicina – realização de diagnósticos e exames
- Meios de transporte – pilotos automáticos, sistemas de radar, sistemas automáticos de segurança e controle de tráfego de veículos.
- Comunicações – correios, telefonia celular, comunicações via satélite e chaveamento das chamadas telefônica.
- Bancos – caixas eletrônicos.
- Indústrias mecânicas – CNC, CAD/CAM, que integra ambientes de projeto e manufatura, robôs controlados por computador.
- Produtos de consumo – carros com sistemas de injeção micro processada, que aumentam o desempenho e reduzem o consumo de combustíveis e eletroeletrônicos, como videocassetes, televisões e microprocessadores.

Na automação, 3 tipos são os mais destacados: Elétrica, Hidráulica e pneumática. Como os dois últimos são os mais usados nas embarcações, por oferecer mais segurança, rapidez e conforto, serão os que veremos com mais detalhes. Nelas, usamos fluidos,(líquidos e gases), sob pressão para produzir energia mecânica. A evolução tecnológica acabou por eleger o óleo e o ar como os melhores fluidos para participarem desta transformação. Sendo assim, a tecnologia que usa óleo sob pressão chama-se **hidráulica** e a que usa ar comprimido **pneumática**.

2.1 AUTOMAÇÃO HIDRÁULICA

Um circuito hidráulico pode ser descrito como um sistema de energia, pois sua operação é baseada na conversão, transferência e controle da energia hidráulica, ou seja, é o meio através do qual uma forma de energia de entrada é convertida e condicionada

de modo a ter como saída energia mecânica útil. Através da automação hidráulica é possível realizar tarefas complexas e impossíveis de serem realizadas pela força humana.

O princípio de funcionamento do sistema hidráulico baseia-se em duas leis: Lei de Stevin e Lei de Pascal.

- Lei de Stevin – “Num fluido em repouso, a diferença de pressão entre dois pontos é função da diferença de nível entre eles e da massa específica do fluido”.
- Lei de Pascal - “A pressão exercida em um ponto qualquer de líquido confinado e estático é a mesma em todas as direções e exerce forças iguais em áreas iguais”.

As propriedades mais importantes dos sistemas hidráulicos são:

Positivas

- Grandes forças produzidas em reduzidos espaços de montagens.
- Movimentos rápidos controlados, assim como para movimentos de precisão extremamente lentos.
- O movimento pode ser iniciado mesmo em plena carga.
- Ajuste contínuo de regulação de velocidade, momento de giro, força, etc., são facilmente obtidos.
- Proteção simples contra sobrecargas.
- Armazenamento de energia relativamente simples por meio de gases.
- Possibilidades de sistema de acionamento centralizado com transformação descentralizada de energia mecânica, proporcionando grande economia.

Negativas

- Cavitação - Formação e colapso de cavidades no fluido, provocadas pela mudança de fases líquido/vapor/líquido.

Consequências:

- ❖ Em bombas, a erosão das paredes e rotores, o elevado nível de ruído e pulso de pressão, com conseqüente redução da eficiência.
- ❖ Nas restrições ao escoamento, elevado nível de ruído, instabilidade operacional dos elementos de controle, formação de espuma no reservatório devida à mistura gás/líquido que permanece nas linhas de retorno (de baixa pressão) após uma restrição, desgaste por erosão das superfícies a jusante da restrição.

Os sistemas hidráulicos empregam líquidos como fluidos a base de água, fluidos sintéticos e óleos minerais, considerados viscosos e, na maioria das vezes incompressíveis.

Os fluidos hidráulicos se classificam em 3 tipos, segundo suas propriedades e composição.

- Fluido hidráulico HL - Possui Proteção anticorrosiva e elevada resistência ao envelhecimento. São utilizados em equipamentos que possuem elevados esforços térmicos ou em casos onde é possível a corrosão devido à entrada de água no sistema.

- Fluidos hidráulicos HLP - Óleo mineral com grande resistência ao desgaste, aplicados nos mesmos campos dos fluidos HL, porém sujeitos à maiores esforços de pressão.

- Fluidos Hidráulicos HV - Fluidos onde a influência da temperatura sobre a viscosidade é mínima. Utilizados onde as oscilações consideráveis de temperatura estão presentes ou em trabalho, a temperaturas ambiente baixas.

Fluidos à base de água e sintéticos são produzidos com o propósito de serem resistentes à combustão. Pode-se classificá-los em fluidos sintéticos em emulsões aquosas e fluidos anidros (livres de água). A estrutura química dos fluidos sintéticos impede a inflamação dos mesmos.

Os fluidos sintéticos anidros se mostram mais adequados que os fluidos à base de água em sistemas submetidos a limites extremos de temperatura (alta e baixa). Entretanto, bom desempenho a baixa temperatura pode ser obtido por meio de soluções água-glicol, a um custo bem inferior.

Os fluidos sintéticos requerem um processo de obtenção mais sofisticado, portanto, apresentam custo muito mais elevado, não podendo ser considerados como alternativas, mas, essencialmente, soluções para problemas especiais.

Existem exceções possíveis, como para sistemas que utilizam pequenos volumes de fluido, onde o elevado custo é pouco significativo.

É importante não esquecer que existem dois tipos de sistemas que operam com fluidos: os sistemas de potência empregando fluidos e os sistemas de transporte de fluidos.

Nos sistemas de potência inserem-se os sistemas hidráulicos e pneumáticos, desenvolvidos com o objetivo de realizar trabalho. O trabalho é obtido através de um fluido sob pressão exercendo sobre um cilindro ou motor, o qual produz a ação

mecânica que se deseja. Já os sistemas de transporte de fluidos têm como objetivo a transferência de um fluido de um lugar para outro, com intuito de alcançar uma finalidade específica prática.

2.2 AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA

A aplicação da pneumática na indústria passou a ocorrer no século XIX, em ferramentas de perfurar, em locomotivas e outros dispositivos acionados por ar comprimido. Por volta de 1920 começou a ser aplicado na automatização e racionalização dos processos de trabalho, se acentuando a partir de 1950. Nos primeiros sistemas de comando, as válvulas pneumáticas eram controladas manualmente, agindo o operador humano como detector, controlador e elo de realimentação.

O ar possui certas características físicas que explicam seu emprego na pneumática:

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

Em seguida, veio o uso de controladores pneumáticos de processo, e se descobriu que um controlador acionado por ar, em conjunto, com uma válvula moduladora que se abria em proporção à pressão aplicada, constituía uma forma adequada de controlar temperatura, pressão e vazão em sistemas complexos.

Os elementos atuantes de um sistema de controle pneumático 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.

Chamamos de **ar de controle**, o ar comprimido utilizados em sistemas de controle automático, e este possui várias vantagens e desvantagens:

VANTAGENS

- Temperatura – Variações de temperatura não interferem sensivelmente no funcionamento do ar de controle. Assegurando um bom funcionamento em condições de temperatura extrema;
- Construção de Elementos – A construção de seus elementos é bastante simples o que implica em um custo vantajoso;
- Regulagem – É possível realizar a regulagem das velocidade e forças de trabalhos dos elementos sem escala;
- Segurança – Não há a necessidade de um alto custo com proteções contra explosões, visto que não existe o perigo de incêndios ou explosões;
- Quantidade – Esta disponível em quase todos os lugares e em grande quantidades.
- Limpeza – Visto que o ar de controle é limpo, em caso de eventual escape da instalação o mesmo não irá poluir o ambiente;
- Transporte – São de fácil transporte por tubulações, mesmo as de grandes distâncias, não havendo a preocupação com o retorno de ar;
- Velocidade – Permite que os elementos de trabalho alcancem altas velocidades, sendo assim um meio de trabalho rápido;
- Seguro contra sobrecarga – Os elementos e ferramentas a ar comprimido podem ser carregados até a parada total, sendo assim seguros contra sobrecargas;
- Armazenamento – O ar de controle pode ser armazenado em reservatórios e posteriormente locomovido por meio de tubulações.

DESVANTAGENS

- Escape de ar – O escape de ar é ruidoso, porém foram desenvolvidos silenciadores para solucionar esse problema;
- Custo – As instalações do ar de controle são muito caras, porém o alto custo é compensado pela grande rentabilidade do ciclo;
- Preparação – O ar de controle necessita de uma boa preparação, evitando-se impurezas e umidade, pois estes provocam desgaste nos elementos pneumáticos;
- Forças – O ar de controle será econômico até uma determinada força, limitado pela pressão normal de trabalho;

- Compressibilidade – Não se consegue manter a velocidade dos pistões através do ar de controle.

Quando o compressor aspira, e comprimi o ar atmosférico, faz aparecer umidade em forma de vapores de água (o condensado). No caso de o condensado atingir os elementos pneumáticos, não se pode garantir o perfeito funcionamento desses elementos, pois partículas estranhas sólidas como: sais, poeiras, ferrugem e outros resíduos, influenciam negativamente no funcionamento das instalações pneumáticas. Resíduos de óleo do compressor, em contato com o ar de controle, formam uma mistura gasosa de ar e óleo que pode provocar explosões à temperatura acima de 80 °C. Portanto, é muito importante um controle crítico da umidade contida no ar comprimido. E para se conseguir alcançar uma meta adequada é necessário que as instalações contenham os seguintes componentes: filtro de aspiração, resfriador intermediário e posterior, e secador.

A água livre em um sistema de ar é extremamente indesejável, pois pode causar aríete hidráulico, ferrugem e estrangulamento de válvulas. Já o óleo atua como um isolante térmico eficiente. As paredes em contato com o ar devem ser mantidas limpas para que o resfriamento seja eficiente. Se o ar de controle for resfriado logo que deixa o compressor, a maior parte da umidade pode ser eliminada antes que o ar passe a tubulação, e se ele ainda estiver morno, a umidade formará uma névoa nas paredes do tubo e será arrastada pela corrente de ar. Em uma instalação de ar de controle, geralmente há dois absorvedores de umidade. Ambos são equipados com aquecedores, e o que não está sendo usado é mantido aquecido, com um pequeno fluxo de ar que retira a umidade e descarrega na atmosfera. Na entrada do secador, o ar de controle assume um movimento de rotação. A fim de evitar que as paredes internas dos secadores fiquem sujas e oleosas, deve-se instalar um pré-filtro para separar partículas maiores de impurezas e óleo. Os principais processos de secagem são: secagem por absorção, secagem por adsorção (regeneração) e secagem a frio.



Figura 2 - Esquema simples do sistema de produção e tratamento de ar comprimido. (Fonte: BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Princípios de Automatização de Processos; Princípios de Automatização de Comandos**. Rio de Janeiro: 1995. p. irreg. Curso de Aperfeiçoamento Vol.6.).

2.3 AUTOMAÇÃO ELÉTRICA

De modo geral, as máquinas não produzem energia, elas apenas convertem a energia que recebem em outra forma de energia. A exemplo os motores elétricos transformam energia elétrica em mecânica. Embora o uso da eletricidade esteja muito presente à bordo dos navios, através de motores elétricos, solenóides (“uma bobina energizada eletricamente que produz um campo magnético em seu interior. A criação deste campo serve para movimentar a haste da válvula solenóide”), transmissores e sensores de diversos tipos. Há uma grande tendência de se evitar sua utilização direta em áreas perigosas, ou seja, locais ou espaços onde pode existir perigo de explosão

Um instrumento elétrico pode se transformar em uma fonte térmica, através do efeito Joule. Ou seja, os componentes e os fios ao serem percorridos pela corrente elétrica, podem começar a dissipar energia, na forma de calor e se aquecerem, podendo a temperatura de seus componentes ou do fio atingirem a temperatura de auto-ignição da mistura inflamável, podendo assim ocorrer uma explosão. Obviamente, um fio que se aquece, só pode atingir temperatura menor que seu ponto de fusão. Ao alcançar a

mesma, o fio se rompe zerando a corrente elétrica. Esse rompimento gera alguns efeitos indesejáveis, tais como o arco voltaico e a faísca;

- Faísca – é uma descarga de elétron. Ela pode ser uma simples descarga que consome toda a energia em um sistema elétrico ou pode ser uma série, quando a energia da descarga é repostada. O contato inicial entre condutores não é necessário para provocar uma faísca. Pode ocorrer uma faísca quando um caminho ionizado é completado entre dois condutores ou um condutor e o terra.

- Arco voltaico - é um jato sustentado de elétrons através de um espaçamento criado quando duas superfícies metálicas que estavam em contato se separam. Embora o arco seja também chamado de faísca de abertura, o arco é usado para indicar uma corrente que flui através de uma pequena distância. Quando a distância aumenta, o comprimento do arco aumenta até haver uma separação tão grande que o arco se extingue. A energia para manter um arco é menor que a necessária para iniciar o arco. Sua formação depende principalmente da distância entre as superfícies, tensão, corrente, pressão, constante dielétrica do meio, materiais das superfícies. Por exemplo, a pressurização pode evitar o aparecimento de arco em um sistema elétrico.

Um aparato elétrico é intrinsecamente seguro quando todos os seus circuitos são intrinsecamente seguros, o que equivale dizer que não produz faísca elétrica ou efeito termal capaz de causar ignição de uma dada atmosfera explosiva, nas condições de teste prescritas na norma, que incluem a operação normal e condições anormais específicas.

Como a energia de ignição mínima de misturas inflamáveis é muito pequena, o método de proteção de segurança intrínseca só se aplica a sistemas de baixa potência, em particular, sistemas de instrumentação e comunicação.

Embora haja diversas particularidades que limitam o uso da automação elétrica, é praticamente impossível abandonar seu uso, pois sistemas como o CLP, AVR (Automatic Voltage Regulator), e instrumentos como amperímetro, voltímetro, termopares, entre outros, funcionam através da mesma. E equipamentos eletrônicos como o inversor de frequência, que possuem parte elétrica.

CAPÍTULO III

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL – CLP

Os primeiros projetos de CLP, surgiram da necessidade de aumentar a produtividade, e foi desenvolvido pela General Motor Corporation e tinha como objetivo eliminar os altos custos dos sistemas controlados por reles, que fosse mais robusto para resistir a ambientes industriais mais agressivos, com maior confiabilidade operacional e de fácil manutenção e programação.

Os C.L.P. s podem ser divididos, historicamente, de acordo com o sistema de programação:

- Primeira Geração: tem como característica por possuírem sua programação ligada ao *hardware* do equipamento. A linguagem usada era o *Assembly*, que variava de acordo com o processador utilizado no projeto do C.L.P., ou seja, para poder programar fazia-se necessário conhecer a eletrônica de seu projeto. Com isso, a tarefa de programação era feita por uma equipe técnica qualificada, gravando-se o programa em memória *Erasable Programmable Read-Only Memory* (EPROM), sendo feita normalmente no laboratório junto com a construção do C.L.P.;
- Segunda Geração: surgem as linguagens de programação sem dependência do *hardware* do equipamento, possíveis pela inclusão de seu programa monitor no C.L.P., o qual converte as instruções do programa, verifica o estado das entradas, compara com as instruções do programa do usuário e altera os estados das saídas. Os terminais de programação eram verdadeiros programadores de memória EPROM. As memórias após serem programadas eram colocadas no C.L.P. para que o programa do usuário fosse realizado;
- Terceira Geração: eles passam a ter uma entrada de programação, no qual um teclado ou qualquer elemento programador portátil é conectado, podendo apagar, alterar, gravar o programa do usuário, além de realizar testes no equipamento e no programa. A estrutura física também sofreu mudanças, sendo a tendência para os sistemas modulares com bastidores;

- Quarta Geração: através do surgimento dos microcomputadores, os C.L.P.s passaram a colocar uma entrada para comunicação serial. Com a ajuda dos microcomputadores a tarefa de programação passou a ser feita neles. As vantagens foram a utilização de várias representações das linguagens, possibilidades de simulações e testes, treinamento e ajuda por parte do *software* de programação, possibilidade de armazenamento de vários programas no micro, etc.;
- Quinta Geração: protocolos de comunicação existem para os C.L.P.s. Estes proporcionam ao equipamento de um fornecedor a compatibilidade com o equipamento de outro fornecedor. Outros protocolos como: de sistemas supervisórios, de redes internas de comunicação, de controladores de processos permitem uma integração a fim de ajudar a automação, gerenciamento e desenvolvimento de sistemas mais flexíveis e normalizados, fruto advindo da globalização. Existe uma organização mundial para estabelecer as normas e protocolos de comunicação, que estabelece o protocolo eletrônico/elétrico de 4-20 mA e o protocolo pneumático de 3 – 15 psi.

Hoje, segundo a ABNT(Associação Brasileira de Normas Técnicas), o CLP é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com a aplicação industrial. Segundo 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, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

3.1 FUNCIONAMENTO

O CLP é um “microcomputador” aplicado ao controle de um sistema ou de um processo. Composto de módulos de entradas digitais ou analógicas. As entradas digitais são agrupadas em conjuntos de 8 ou 16 (cada uma delas é um bit), de forma que a unidade central de processamento possa tratar as informações como bytes ou words.

As entradas analógicas têm seu valor convertido para binário, para que a UCP possa considerá-las e tratá-las.

As saídas também podem ser digitais ou analógicas. A exemplo das entradas, as saídas digitais são tratadas em conjuntos de 8 ou 16; e as analógicas são resultado da conversão de um valor digital gerado pela UCP.

De acordo com o diagrama de blocos do funcionamento do CLP, a partir do momento em que é ligado o CLP passa pela seguinte seqüência:

- Inicialização - No momento em que é ligado o CLP executa uma série de operações pré – programadas, gravadas em seu Programa Monitor :
 - Verifica o funcionamento eletrônico da C.P.U., memórias e circuitos auxiliares;
 - Verifica a configuração interna e compara com os circuitos instalados;
 - Verifica o estado das chaves principais (RUN / STOP , PROG, etc.);
 - Desativa todas as saídas;
 - Verifica a existência de um programa de usuário;
 - Emite um aviso de erro caso algum dos itens acima falhe.
- Verificar Estado das Entradas - O CLP lê o estados de cada uma das entradas, verificando se alguma foi acionada. O processo de leitura recebe o nome de Ciclo de Varredura (Scan) e normalmente é de alguns micro – segundos (scan time).
- Transferir para a Memória - Após o Ciclo de Varredura, o CLP armazena os resultados obtidos em uma região de memória chamada de Memória Imagem das Entradas e Saídas. Ela recebe este nome por ser um espelho do estado das entradas e saídas. Esta memória será consultada pelo CLP no decorrer do processamento do programa do usuário.
- Comparar com o Programa do Usuário - O CLP ao executar o programa do usuário, após consultar a Memória Imagem das Entradas, atualiza o estado da Memória Imagem das Saídas, de acordo com as instruções definidas pelo usuário em seu programa.
- Atualizar o Estado das Saídas - O CLP escreve o valor contido na Memória das Saídas, atualizando as interfaces ou módulos de saída. Inicia – se então, um novo ciclo de varredura.

3.2 TÉCNICAS E RECURSOS USADOS NA INDÚSTRIA

Atualmente, as técnicas e recursos empregados na área industrial são:

- ✓ CAD(Computer Aided Design)- É um projeto assistido por computador. Ele é utilizado para modelamento matemático, fazendo cálculos e integração gráfica. Substituem, em princípio, as pranchetas de desenho dos projetistas e desenhistas.
- ✓ CNC(Computerized Numerical Control)- São utilizados computadores especificamente para controlar máquinas ferramentas por meio de controle numérico. Um programa é elaborado e colocado no computador para controlar os diversos órgãos da máquina para execução de tarefas, tais como: trajetória da ferramenta, velocidade do corte, seleção de ferramentas, etc.
- ✓ Robótica – Projetado para, por meio de movimentos programados, executar tarefas diversificadas(movimentar peças, ferramentas ou dispositivos; pintar; soldar;etc.).
- ✓ Controle Automatizado de Processos – É um sistema que, baseado em um objetivo preestabelecido, a evolução do processo e, dispondo de um modelo de controle, monitora as funções necessárias à realização desse objetivo. O acompanhamento pode ser em “tempo real” ou em intervalos de tempo preestabelecido. O de controle é um programa que contém a lógica de medição pela ação, podendo utilizar funções matemáticas e tabelas de referência. O controle pode ser dinâmico (o próprio computador dispara as ações) ou estático (o computador informa ao operador,e esse efetua a ação).
- ✓ Tecnologia de Grupo – É a técnica de apoio à manufatura que reconhece e explora semelhanças, identificando e agregando peças ou componentes em um único processo produtivo. São criadas famílias de elementos, permitindo a produção em massa de lotes médios e pequenos de peças.
- ✓ Sistemas Flexíveis de Manufatura – É um conjunto de duas ou mais unidades de manufatura, interconectados por equipamentos de manipulação de material, sob supervisão de um ou mais computadores de dedicação plena. Esses sistemas possibilitam a utilização de máquinas CNC, robôs manipuladores e técnicas organizacionais do tipo tecnologia de grupo. Consiste no emprego de “células de fabricação” e cada célula tem autonomia e pode executar peças de algumas famílias.
- ✓ O fluxo integrado e automático das informações constitui a base para todas as atividades dos sistemas flexíveis de manufaturas. Isto compreende:

armazenamento, transferência e transporte automático de matéria prima; distribuição e carregamento automático das unidades que compõem o sistema ; e identificação das partes e seleção de programas das máquinas CNC.

- ✓ CIM(computer integrated manufacturing) – É a utilização de diversas ferramentas computacionais disponíveis(computadores de vários portes, redes locais, bancos de dados,CAD,CAM,CNC, Robótica),com a finalidade de integrar o fluxo de informações administrativas e gerencias da empresa. O CIM parte do pressuposto de que a informação é essencial para boa administração e que a melhor forma de obtê-la rápida e corretamente é usando os diversos recursos computacionais existentes.

CAPÍTULO IV

A AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES

4.1 OS PRIMEIROS NAVIOS

No início da década de 60, a frota brasileira contava com alguns navios construídos na década de 40, nos EUA e no Canadá, e estes possuíam alguns equipamentos de automação e supervisão com diesel-gerador de emergência de funcionamento automático, caldeira auxiliar automática, caldeira de propulsão com sistema de queima automática, sistemas de alarmes centralizados e sistema remoto de medição de nível de tanques. Mas, os construídos no Brasil eram totalmente sem automatização. Só no final dos anos 60, é que nossa indústria naval, seguindo uma tendência do resto do mundo, começa a construir navios com equipamentos e sistemas automáticos, inclusive utilizando um computador para supervisão da instalação de propulsão, facilitando, assim, a execução. Tais navios, conhecidos como Liners, representaram um marco histórico na construção naval no Brasil.

Dos sistemas utilizados, podemos destacar os seguintes:

- Sistema de supervisão de dados baseado em computador;
- Sistema automático de geração de energia;
- Caldeiras automáticas;
- Sistemas de ar comprimido de funcionamento automático;
- Transferência automática das bombas em caso de defeitos;
- Alarmes centralizados;
- Controle automático de temperatura para motores e tanques;
- Comando e medição centralizados em console em sala especial.

Mas o resultado não foi o esperado. A baixa confiabilidade de alguns equipamentos, os elevados custos de manutenção e outras dificuldades, levaram os armadores a considerarem a automação como algo inútil, e nos contratos seguintes, a automação quando não foi eliminada, foi reduzida a um mínimo possível. Seguiu-se

então uma fase de total descrédito, até que o grau de automatização a ser adotado passa a ser ditado mais pelas necessidades determinadas pelo mercado do que por vontade própria, ou seja, pelo tipo de rota ou pela execução de serviço do navio. Com a evolução da tecnologia, os sistemas de controle e supervisão tornaram-se progressivamente menores, mais leves, mais econômicos, mais confiáveis e tremendamente eficazes.

As crescentes complexidades dos navios, a disponibilidade de equipamentos e a busca de maior facilidade na operação das frotas levaram os armadores estrangeiros ao uso intensivo da automação.

Nos dias atuais, a automação aponta para uma necessidade de um gerenciamento centralizado que assuma de modo integral o controle, que tem o objetivo de interligar todos os sistemas e 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.

4.2 PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Basicamente, os controles automáticos em unidades navais atualmente estão diretamente ligados à propulsão, através da aplicação de aparelhos pneumáticos e eletrônicos, operados simultaneamente entre a praça de máquinas através da E.C.R. (Engine Control Room) e o passadiço (Bridge). Os principais fatores da intensificação da aplicação dos controles automatizados são:

- CARÊNCIA de pessoal especializado;
- OTIMIZAÇÃO de funcionamento das máquinas;
- REDUÇÃO de custos.



Figura 3 – A esquerda o Passadiço e a direita o Centro de Controle de Máquinas (CCM)

Apesar da grande diversificação podemos focar o uso da automação em duas grandes áreas:

- Praça de máquinas

- A automação é empregada no sistema de controle remoto do diesel ou do hélice de passo variável; em navios de turbinas a vapor atua no controle dos queimadores e no controle da caldeira;
- Na parte de geração de energia, a automação atua em um sistema que compreende os controladores automáticos de parada/partida para os diesel geradores auxiliares e na automação dos geradores para sincronização, paralelismo e divisão de carga;
- No controle automático de bombas, compressores e circuitos de controle de temperatura para meios de operação como: água de refrigeração, óleo lubrificante, etc.
- Para a proteção das instalações, um sistema de monitoramento com alarmes e impressão.

- Área de convés

A automação no departamento de convés começou com o desenvolvimento do radar, e foi intensificada com o ARPA (“Automated Radar Plotting Aids”). Outros desenvolvimentos incluíram combinações complexas entre o motor, o leme e os

controladores dos “thrusters”, que ajudam na atracação e desatracação dos navios, diminuindo a necessidade de muitos rebocadores.

Um sistema muito implantado principalmente em embarcações offshore, é o sistema de posicionamento dinâmico. Ele controla automaticamente a posição e aproamento de uma embarcação por meio de propulsão ativa. Em linhas gerais, corresponde a 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.

O sistema de posicionamento dinâmico pode ser absoluto, onde a posição é mantida em relação a um certo ponto fixo na superfície, ou relativa a um determinado objeto móvel, tal como um outro navio-tanque ou um equipamento submerso. Também é utilizado para posicionamento de navios num ângulo favorável em relação à direção dos ventos, correntezas e ondulações.

- Área de convés (navios tanque)

- Indicação de nível e temperatura dos tanques de carga e lastro;
- Indicação do calado e trim;
- Controle remoto das válvulas e das bombas de carga;
- Controle do sistema de gás inerte;
- Monitoração do teor de óleo na água de limpeza dos tanques de carga;
- Cálculo dos esforços no casco

A automação hidráulica é largamente empregada nas embarcações visto que possui significativa importância no que se refere à multiplicação de força, proveniente da associação entre hidráulica e automação.

O sistema hidráulico, por sua vez, é quem faz o gerenciamento desta forma de energia. É por meio dele que a energia de entrada é convertida e condicionada para a produção de uma energia mecânica útil na saída. O sistema de posicionamento do leme de uma embarcação é um exemplo de sistema hidráulico, em que se faz o emprego da realimentação com mecanismo de acionamento eletro-hidráulico.

Os sistemas de transporte de fluidos têm como objetivo a transferência de um fluido de um lugar para outro, com intuito de alcançar uma finalidade específica prática.

São exemplos as estações de bombeamento de água/óleo na praça de máquinas, redes de distribuição de gás e processamentos químicos envolvendo a combinação de vários fluidos.

Logo, através da automação hidráulica, é possível tornar reais tarefas impossíveis e complexas de serem realizadas pela força humana tal qual o deslocamento do leme de uma embarcação.

Nos navios mercantes o ar comprimido é utilizado como ar de partida para dar partida no motor principal e nos motores auxiliares, trabalhando a pressões entre 25 e 30 atm, também como serviços gerais para fazer limpezas, e como ar de controle para acionar máquinas pneumáticas e como meio de energia nos sistemas de controle automático. Estes últimos trabalham a uma pressão de 10 atm. Além disso, os sistemas de controle pneumáticos utilizados nos navios identificam falhas, acionam alarmes e até fornecem ações corretivas. Esses sistemas são geralmente utilizados com vários equipamentos e sistemas de bordo tais como: geração de energia, ar-condicionado, propulsão, governo e auxiliares em geral.

Pode-se notar duas importantes vantagens quanto ao emprego das automações pneumática e hidráulica: são intrinsecamente seguras quando utilizadas em ambientes com presença de gases ou vapores inflamáveis e ainda, estes sinais podem ser utilizados para acionar válvulas de controle diretamente ou outros servomecanismos, utilizados como elementos finais de controle.

Portanto, os sistemas de automação com comandos pneumáticos e comandos hidráulicos necessitam que ocorram eventos, internos ou externos, para que possam ser utilizados da devida forma nas áreas mais diversas, principalmente na praça de máquinas.

No caso do CLP, sua utilização é cada vez mais ampliada, pois apresenta diversas vantagens, tais como: menor espaço requisitado, utiliza menor potência elétrica, pode ser reutilizado, é programável, maior confiabilidade, não necessita de frequentes manutenções, sua manutenção é mais fácil e rápida, é mais flexível, tem capacidade de interação com outros CLPs ou computadores, permitindo maior rapidez na elaboração do projeto do sistema.

É perfeitamente possível, hoje em dia, a construção de navios inteiramente automatizados, necessitando da presença do homem, apenas, nas entradas e saídas dos portos. Entretanto, o investimento é muito elevado e isso seria justificado para fins bélicos.

Em outras palavras, pode-se dizer que 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.

Porém, com toda essa inovação, gerou-se um dos maiores problemas que um oficial de máquinas poderia enfrentar, a praça de máquinas desguarnecida, visto que, com a implementação deste tipo de processo tem-se uma diminuição na empregabilidade da categoria.

4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A automação de uma maneira geral, trouxe uma série de benefícios como redução de custos, aumento da produtividade e padronização, possibilitando mais tempo livre e melhores salários para os trabalhadores, além de livrá-los de atividades monótonas, repetitivas ou perigosas. Sem dúvida os dois itens que mais ganharam com a automação foram a segurança e como consequência desta a produtividade.

Quando aplicada ao monitoramento de casco, a automação pode evitar grande parte dos acidentes marítimos causados por elevada fadiga e conseqüente quebra de casco. O monitoramento é muito importante porque também previne o comandante do navio de situações que podem causar sérios danos ao casco e permite ainda a automatização do posicionamento do navio de forma a minimizar a tensão do casco.

Como sabemos toda embarcação está sujeita a vários tipos de movimentos: lineares – vertical (heave), lateral (sway) e longitudinal (surge), e angulares – balanço (roll), caturro (pitch) e cabeceio (yaw), e esses movimentos podem causar danos, não apenas ao navio e à carga, como grande desconforto aos passageiros.

A fim de se evitar situações como estas, há a monitoração do movimento do navio que permite um planejamento da navegação, correção de desvios e display de informação relevante à navegação (heading, velocidade, ventos, profundidade).

A automatização de motores de propulsão, sistemas de ignição, arranque e paragem, e de mecanismo de inversão de marcha destes, possibilitou uma leitura e um comando preciso da velocidade dos motores.

Há um sistema de controle e monitoramento de carga, o qual automatiza o carregamento e descarregamento de produtos dos tanques dos navios, utilizando sistemas de radar altamente precisos para medir os níveis do produto dos tanques.

Na área de geração de energia, foram implantados diversos tipos de controle, tais como: controle dos geradores de eletricidade e dos gastos do navio ligados ao sistema centralizado de alarmes, o controle automático dos níveis de tensão e de frequência e também um controle da temperatura e níveis de óleo dos motores para evitar danos no motor (Safe Engine Shutdown).

Muito utilizado nos dias atuais, o Sistema de Posicionamento Dinâmico, com um controle por joystick (diferente do comando mecânico), com ligação ao piloto automático e planejamento de trajetórias que possibilita uma alta precisão no posicionamento da embarcação.

Portanto, o uso da automação na área marítima trouxe diversas vantagens, tais como a redução do tempo, com alta logística, performance e maior segurança.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que para o estágio a que chegou a nossa civilização, a automação é um caminho sem volta. Ela já esta presente em todos os segmentos, já que oferece segurança, eficiência e produtividade na execução de tarefas e análises de dados.

Na marinha, embora traga o fantasma do desemprego, especialmente para as categorias menos qualificadas, a automação trouxe a garantia de um trabalho mais seguro, eficiente e menos desgastante.

É claro que alguns problemas específicos precisam ser resolvidos, pois o ambiente marinho é bastante hostil aos componentes eletrônicos, e a característica técnica do serviço a bordo exige uma constante reciclagem dos profissionais, mas tem sido assim durante toda a história de evolução do homem. As mudanças trazem novos problemas que trarão novas mudanças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OLIVEIRA, Diocélio de. **Fundamentos da Automação**. Rio de Janeiro: CIAGA, 1998
2. OLIVEIRA, Francisco Diocélio Alencar de. **Livro Texto, Automação de Processos Industriais**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2001.
3. SANTOS, José J. Horta. **Automação Industrial**. Rio de Janeiro: S.A., 1979
4. IODETA, Ivan Valeije; CAPUANO, Francisco Gabriel. **Elementos de Eletrônica Digital**. 38. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2006.
5. OLIVEIRA, Francisco Diocélio Alencar de. **Livro-Texto, Automação de Processos Industriais**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2002.
6. OLIVEIRA, Júlio César Peixoto de. **Controlador Programável**. São Paulo: Makron Books, 1993.
7. NEGRI, Victor Juliano de. Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos. **Sistemas Pneumáticos para Automação e Controle, Parte II**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
8. BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Princípios de Automatização de Processos; Princípios de Automatização de Comandos**. Rio de Janeiro: 1995. p. irreg. Curso de Aperfeiçoamento Vol.6.