

MARINHA DO BRASIL

CENTRO DE INSTRUÇÃO

ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS

APMA 03 – 2012

EFEITOS DA AUTOMAÇÃO NA REDUÇÃO DE TRIPULAÇÃO E

SEGURANÇA NOS NAVIOS MERCANTES

Luiz FERDINANDO Kuchenbecker Junior

Rio de Janeiro

2012

MARINHA DO BRASIL

CENTRO DE INSTRUÇÃO

ALMIRANTE GRAÇA ARANHA

APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MAQUINA

APMA 03 -2012

**EFEITOS DA AUTOMAÇÃO NA REDUÇÃO DE TRIPULAÇÃO E
SEGURANÇA NOS NAVIOS MERCANTES**

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

Por: Luiz Ferdinando Kuchenbecker Junior

ORIENTADOR: Professor Ricardo de Lima Barreto

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

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof.

Prof.

Prof.

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus familiares,
amigos, em especial ao meu filho
Ferdinando, a minha esposa Araci e ao
amigo e professor Barreto que me
ajudaram, ajudam e ajudarão nessa difícil,
mas inesquecível, jornada.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a memoria de minha
mãe e amiga Geraldina Ferreira
Kuchenbecker, que com certeza sem a sua
ajuda nao teria chegado aonde cheguei.

RESUMO

A automação tem efetivamente desempenhado um papel fundamental no avanço da engenharia voltada para a Marinha Mercante. Será apresentado como que ela foi desenvolvida, desde a origem, até os dias de hoje.

Haverá um destaque para as importâncias dos controles manuais e automáticos, esse podendo ser pneumático, hidráulico ou eletrônico. A introdução dos CLPs a bordo dos navios mercantes foi de suma importância para o desenvolvimento da automação.

Com a implantação da automação a bordo, a redução da tripulação foi uma consequência inevitável, substituindo o homem pela máquina. Como outra consequência do alto grau de automação, a praça de máquinas está parcialmente desguarnecida. Por fim, para essa ficar parcialmente desguarnecida, ela precisa ser um lugar seguro para se realizar o trabalho, e para determinar as regras que as empresas devem seguir visando a segurança, existem as Convenções Internacionais normalizadas pela IMO (Organização Marítima Internacional).

Palavras-chave: Automação, redução da tripulação e segurança.

ABSTRACT

The automation has played, indeed, a key role in the advance of engineering related to the Industry of Shipping. The subject of this paper will be presented as it was developed from the beginning until the present day. It will be emphasized the importance of manual and automatic controls which may be pneumatic, hydraulic or electronic. The introduction of PLCs on board was of a paramount importance for the development of automation. With the implementation of automation on board, the crew reduction was an inevitable consequence, bringing the replacement of men by machines. Other consequence of this high degree of automation is that the engine room now can be attended in a partially unmanned mode of operation. Finally, to operate in an unmanned mode of operation, the engine room must be a safe place to perform the work, and to determine the rules that companies must follow for safety purposes, there are international conventions standardized by the IMO (International Maritime Organization).

Key words: Automation, crew reduction and safety.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1- Fundamentos da Automação	10
1.1- Conceito	10
1.2- Desenvolvimento da Automação	10
1.3- Aplicação do Computador	11
2- A Automação	15
2.1- Sistemas de Controle	15
2.1.1- Controlador Manual	15
2.1.2- Controladores Automáticos	16
2.1.2.1- Controladores Pneumáticos	16
2.1.2.2- Controladores Hidráulicos	17
2.1.2.3- Controladores Eletrônicos	18
2.2- O CLP (Controladores Lógicos Programáveis)	19
2.2.1- Surgimento do CLP	19
2.2.2- Introdução da Tecnologia de CLPs	20
2.2.2.1- Diferenças entre o CLP e o Computador	20
2.2.2.2- Evolução do Controle Seqüencial	21
2.2.3- Arquitetura do CLP	21
2.2.3.1- Constituição Geral, Princípio de Funcionamento e Operação	21
2.2.3.2- Auto-avaliação de Defeitos	22
2.2.4- Vantagens do CLP	23
3- A Automação nos Navios Mercantes	24
3.1- Redução da Tripulação	24

3.2- Praça de Máquinas Parcialmente Desguarnecida	25
4- Segurança a bordo dos Navios Mercantes	26
4.1- Convenção SOLAS (Salv guarda da Vida Humana no Mar)	26
4.2- Convenção STCW (Normas de Treinamento de Marítimos, Expedição de Certificados e Serviços de Quarto)	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

INTRODUÇÃO

No mundo ocidental, até 1750, a indústria humana evoluiu com grande lentidão, pois as sociedades antigas viviam de uma economia agrária e artesanal, com uma produção domiciliar, voltada para um pequeno mercado interno. As técnicas utilizadas eram rudimentares, baseadas em processos empíricos, transmitidos, de geração em geração, não utilizavam máquinas e, por isso, a energia empregada era a muscular de origem humana ou animal.

Um dos componentes mais importantes na evolução industrial tem sido a energia empregada para a produção. As técnicas de geração dessa energia começaram a ser empregada de formas mais eficazes pelos europeus da Idade Média, os quais criaram métodos de utilização das energias naturais mais eficientes em benefício do homem.

A prática de controle dos processos industriais teve início muito antes que métodos teóricos e analíticos fossem desenvolvidos. Sistemas de controle eram projetados através de procedimentos empíricos baseados na intuição e experiência cumulativa, ou seja, a maioria dos raciocínios envolvidos não eram baseados em cálculos matemáticos. Contudo, esta aproximação não científica e por tentativas, como foi, satisfaz as necessidades de controle por longo tempo.

No século XX o homem presenciou o maior desenvolvimento tecnológico de sua existência. Uma das tecnologias que mais repercussão alcançou e mantém-se em constante desenvolvimento é a do controle automático de processos industriais. Sua importância sustenta-se não só em substituir o trabalho humano nas tarefas monótonas, repetitivas, inseguras e cansativas, mas, principalmente, no fato de permitir sensível melhoria na qualidade dos processos, com baixo custo de investimento e que possibilita ao produto fabricado ser competitivo no mercado gerando lucros razoáveis.

CAPÍTULO 1

Fundamentos da Automação

1.1- Conceito

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

1.2- Desenvolvimento da Automação

As primeiras iniciativas do homem para mecanizar atividades manuais ocorreram na pré-história com invenções como a roda. O moinho movido por vento ou força animal e as rodas d'água demonstram a criatividade do homem para poupar esforço. Porém, a automação só ganhou destaque na sociedade quando o sistema de produção agrário e artesanal transformou-se em industrial, a partir da segunda metade do século XVIII, inicialmente na Inglaterra.

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

Por volta de 1788, James Watt desenvolveu um mecanismo de regulação do fluxo do vapor em locomotivas. Isto pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação e regulador e consistia num 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.

A partir de 1870, também a energia elétrica passou a ser utilizada e a estimular indústrias como a do aço, a química e a de máquinas-ferramenta e o setor de transportes progrediu bastante graças à expansão das estradas de ferro e à indústria naval.

No 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.

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

1.3- Aplicação do Computador

A origem do computador está relacionada à necessidade de automatizar cálculos, evidenciada inicialmente no uso de ábacos pelos babilônios, entre 2000 e 3000 a.C.

O marco seguinte foi à invenção da régua de cálculo e, posteriormente, da máquina-aritmética, que efetuava soma e subtração por transmissões de engrenagens. George Boole desenvolveu a álgebra booleana, que contém os princípios binários, posteriormente aplicados às 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. Os resultados do censo, que antes demoravam mais de dez anos para serem tabulados, foram obtidos em apenas seis semanas. O êxito intensificou o uso desta

máquina que, por sua vez, norteou a criação da máquina IBM, bastante parecida com o computador.

Em 1946, foi desenvolvido o primeiro computador de grande porte, completamente eletrônico o Eniac, como foi chamado, ocupava mais de 180 m² e pesava 30 toneladas. Funcionava com válvulas e relés que consumiam 150.000 watts de potência para realizar cerca de 5.000 cálculos aritméticos por segundo: Esta invenção caracterizou o que seria a primeira geração de computadores que utilizava tecnologia de válvulas eletrônicas.

A segunda geração de computadores é marcada pelo uso de transistores (1952). Estes componentes não precisam aquecer-se para funcionar, consomem menos energia e são mais confiáveis. Seu tamanho era cem vezes menor que o de uma válvula, permitindo que os computadores ocupassem muito menos espaço.

Com o desenvolvimento tecnológico, foi possível colocar milhares de transistores numa pastilha de silício de 1 cm², o que resultou no circuito integrado (CI): Os CIs deram origem à terceira geração de computadores, com redução significativa de tamanho e aumento da capacidade de processamento.

Em 1975, surgiram os circuitos integrados em escala muito grande (VLSI): Os chamados chips constituíram a quarta geração de computadores. Foram então criados os computadores pessoais, de tamanho reduzido e baixo custo de fabricação. Para se ter idéia do nível de desenvolvimento desses computadores nos últimos quarenta anos, enquanto o Eniac fazia apenas 5 mil cálculos por segundo, um chip atual faz 50 milhões de cálculos no mesmo tempo.

Voltando a 1948, o americano John T Parsons desenvolveu um método de emprego de cartões perfurados com informações para controlar os movimentos de uma máquina-ferramenta.

Demonstrado o invento, a Força Aérea patrocinou uma série de projetos de pesquisa, coordenados pelo laboratório de servomecanismos do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Poucos anos depois, o MIT desenvolveu um protótipo de uma fresadora com três eixos dotados de servomecanismos de posição.

A partir desta época, fabricantes de máquinas-ferramenta começaram a desenvolver projetos particulares. Essa atividade deu origem ao comando numérico, que implementou uma forma programável de automação com processo controlado por números, letras ou símbolos.

Com esse equipamento, o MIT desenvolveu uma linguagem de programação que auxilia a entrada de comandos de trajetórias de ferramentas na máquina. Trata-se da linguagem APT (do inglês, Automatically Programmed Tools, ou Ferramentas Programadas Automaticamente).

Os robôs substituíram a mão-de-obra no transporte de materiais e em atividades perigosas. O robô programável foi projetado em 1954 pelo americano George Devol. Poucos anos depois, a GM instalou robôs em sua linha de produção para soldagem de carrocerias.

Ainda nos anos 50, surge a idéia da computação gráfica interativa: forma de entrada de dados por meio de símbolos gráficos com respostas em tempo real. O MIT produziu figuras simples por meio da interface de tubo de raios catódicos (idêntico ao tubo de imagem de um televisor) com um computador. Em 1959, a GM começou a explorar a computação gráfica.

A década de 1960 foi o período mais crítico das pesquisas na área de computação gráfica interativa. Na época, o grande passo da pesquisa foi o desenvolvimento do sistema sketchpad, que tornou possível criar desenhos e alterações de objetos de maneira interativa, num tubo de raios catódicos.

No início dos anos 60, o termo CAD (do inglês Computer Aided Design ou "Projeto Auxiliado por Computador") começou a ser utilizado para indicar os sistemas gráficos orientados para projetos.

Nos anos 70, as pesquisas desenvolvidas na década anterior começaram a dar frutos. Os setores governamentais e industriais passaram a reconhecer a importância da computação gráfica como forma de aumentar a produtividade.

Na década de 1980, as pesquisas visaram à integração e/ou automatização dos diversos elementos de projeto e manufatura. Com o objetivo de criar a fábrica do futuro,

o foco das pesquisas foi expandir os sistemas CAD/CAM (Projeto e Manufatura Auxiliados por Computador). Desenvolveu-se também o modelamento geométrico tridimensional com mais aplicações de engenharia (CAE - Engenharia Auxiliada por Computador). Alguns exemplos dessas aplicações são a análise e simulação de mecanismos, o projeto análise de injeção de moldes e a aplicação do método dos elementos finitos.

Hoje, 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, já sendo uma realidade o CIM (Manufatura Integrada por Computador).

CAPÍTULO 2

A Automação

2.1- Sistemas de Controle

A palavra sistema tem diversas aplicações. Emprega-se para designar pequenos sistemas como o sistema de injeção de combustível dos veículos, grandes e complexos sistemas como o nosso sistema nervoso ou como o sistema econômico mundial ou como o sistema de defesa americano, sistema de informação, sistema de controle de planta industrial, sistema de controle de navegação dos navios e dos aviões, etc.

O conceito sistema pode ser aplicado a fenômenos abstratos dinâmicos, como aqueles encontrados na economia. Dessa maneira, a palavra ' sistema' pode ser empregada para se referir a sistemas físicos, biológicos, econômicos e outros. Em qualquer sistema há sempre uma unidade central processadora e todo sistema possui um tipo de controle.

2.1.1- Controlador Manual

Qualquer que seja o processo industrial, a ação do controle ocorre sobre uma ou mais grandezas físicas (variáveis), com o objetivo de manipular a relação de entrada / saída de material ou de energia, de maneira que as variáveis do processo sejam mantidas dentro de valores estabelecidos. Como sabemos, qualquer grandeza física pode ter seu valor intencionalmente alterado, salvo aquelas em que há limitações práticas, como alguns dos fenômenos naturais.

O controle manual (figuras 1) exige a presença de um operador no local, sendo que, o controle é realizado manualmente através de instrumentos com indicação no local, podendo ser analógico que com conhecimentos de procedimentos operacionais de algum processo, pode operar algum equipamento de controle como, por exemplo: válvula de controle direcional de cinco vias e duas posições, controle manual de liga e desliga da bomba que alimenta o tanque de sedimentação, válvula que realiza a cambagem do óleo combustível do Motor de Combustão Principal (transferência) para o

tanque de armazenamento, chave elétrica, etc., o qual por sua vez produz alterações na variável física que esta sendo controlada.

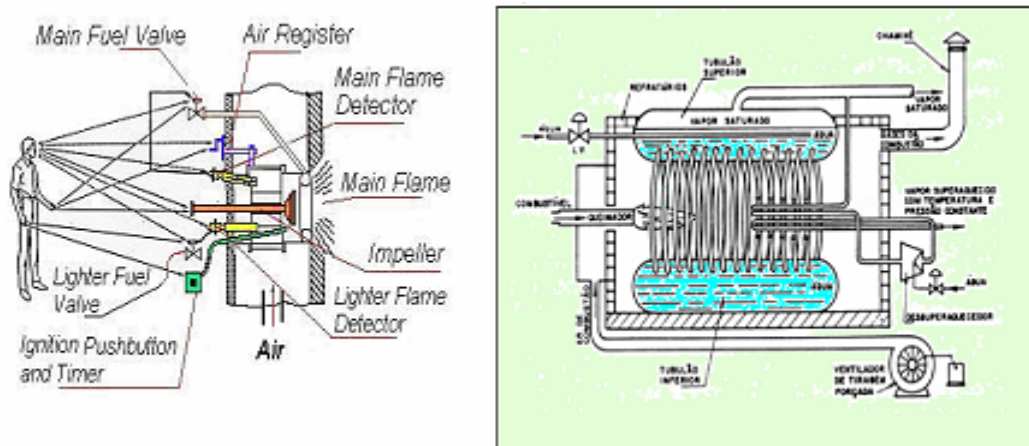


Fig. nº 1 – Sistema de controle manual de uma caldeira.

2.1.2- Controladores Automáticos

Quando uma parte, ou a totalidade das operações executadas pelo trabalhador, é realizada por um equipamento que funciona com um determinado tipo de energia (mecânica, pneumática, hidráulica ou elétrica), temos um controle automático.

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

2.1.2.1- Controladores Pneumáticos

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 comumente utilizados com os diversos equipamentos e sistemas de bordo tais como: propulsão, geração de energia, governo, ar-condicionado e auxiliares em geral. A pneumática refere-se à ciência e tecnologia que trata do uso do ar ou gases neutros como meio de

transmissão de potência.

O ar possui características físicas que justificam seu emprego na pneumática como:

a) propriedade de se comprimir: quando armazenado num recipiente, pode-se reduzir seu volume, por meio de uma força exterior, provocando um aumento da pressão;

b) elasticidade: uma vez eliminada a força exterior, o ar voltará ao seu volume inicial;

c) propriedade de se difundir: é a propriedade que tem o ar de se misturar a outro meio, homogeneamente, desde que esse meio gasoso não esteja saturado; e

d) propriedade de se expandir: permite que o ar ocupe totalmente o volume de um recipiente, adotando sua forma, qualquer que seja ela.

Os circuitos pneumáticos que incluem válvulas e cilindros interligados através de tubulações são alimentados pela fonte de ar comprimido. Com isso, é possível converter de forma controlada, a energia pneumática em energia mecânica. O circuito pneumático é entendido como parte de um sistema pneumático, que engloba também os sensores, controladores, circuitos elétricos e demais componentes que viabilizam a automação de controle.

2.1.2.2- Controladores Hidráulicos

Devido à sua fonte de elevada força concentrada para produzir transformações mecânicas, já que esta utiliza um fluido pressurizado para a produção da força, a automação hidráulica vem sendo largamente empregada a bordo de navios mercantes, principalmente nos sistemas de posicionamento do leme de navios, já que com ela é possível aplicar grandes esforços aliados a uma área de trabalho relativamente pequena.

Os sistemas hidráulicos de maneira geral possuem um esquema básico que pode ser dividido em três partes: Sistema de geração que é constituído por reservatórios, filtros, bombas, motores, acumuladores, intensificadores de pressão e outros acessórios; sistema de distribuição e controle formado por válvulas controladoras de vazão, pressão e válvulas direcionais; e o sistema de aplicação de energia onde encontramos os atuadores que podem ser cilindros (atuadores lineares), motores hidráulicos e osciladores.

Esse tipo de sistema é de fácil instalação dos seus diversos elementos, oferecendo assim, grande flexibilidade, inclusive em espaços reduzidos; também permitem uma rápida e suave inversão de movimento, além de possibilitarem mínimas variações na velocidade. São autolubrificadas, de fácil proteção e devido à ótima condutividade térmica do óleo, geralmente o próprio reservatório acaba eliminando a necessidade de um trocador de calor; o que faz de tal sistema bastante vantajoso.

Apesar de vantajoso devemos levar em consideração alguns problemas existentes nos sistemas hidráulicos, tais como:

Elevado custo inicial; transformação de energia elétrica em mecânica e mecânica em hidráulica, para depois ser transformada em mecânica novamente; perdas por vazamentos internos e por atritos internos e externos;baixo rendimento em função dos fatores citados a cima; e perigo de incêndio, devido ao óleo ser inflamável.

2.1.2.3- Controladores Eletrônicos

Os controladores eletrônicos analógicos atuais utilizam em larga escala um componente ativo designado por "Amplificador Operacional". As possibilidades de efetuar montagens com estes componentes são bastante elevadas devido à sua versatilidade de aplicação. No campo específico do controle industrial, são muito utilizadas (entre outras), as seguintes montagens típicas:

- Amplificador diferencial (ponto de soma)
- Amplificador inversor (ação proporcional)
- Amplificador integrador (ação integral)
- Amplificador diferenciador (ação derivativa)
- Amplificador somador (soma de várias ações de controle)

As ações de controle num regulador digital são inteiramente realizadas por programas (software), executados em microprocessadores dedicados. Estas ações são calculadas numericamente de modo a reproduzir as ações de controle contínuas ou analógicas.

2.2- O CLP (Controlador Lógico Programável)

2.2.1- Surgimento do CLP

O controlador programável surgiu em 1969. Anteriormente a isso, o hardware do controle seqüencial era dominado principalmente pelos relés. No que concerne aos dispositivos de controle de seqüência que utilizam os relés, apresentavam as desvantagens a seguir discriminadas:

- mau contato;
- desgastes dos contatos;
- necessidade de instalação de inúmeros relés, execução de fiação entre os inúmeros terminais de contatos e de bobinas;
- complexidade na introdução de alteração na seqüência;
- necessidade de manutenções periódicas.

Apesar de apresentarem todas as desvantagens acima citadas, os relés se tornaram elementos principais do hardware de controle de seqüência em razão de não haver, na época, elementos que pudessem substituí-los eficazmente.

No final da década de 60, iniciou-se o desenvolvimento de microcomputadores, utilizando-se o circuito integrado (CI), e a universalidade da capacidade de processamento dos mesmos tornou-se o centro das atenções, aguardando-se com enorme expectativa o surgimento do hardware para controle dotado de grande versatilidade de processamento.

Originalmente, o CLP surgiu como um dispositivo de controle tipo universal, que pudesse substituir os sistemas de relés e, posteriormente, com a evolução das tecnologias de computação e dos CIs, desenvolveu-se tornando possível a redução de custo, compactação, elevação das funções e outros, até atingir a maturidade como sendo hardware principal para controle seqüencial.

Com a evolução, foi eliminado o termo “logic” do nome CLP, passando este dispositivo a ser chamado de PC - Controlador Programável (Programmable Controller). Com o passar do tempo os controladores programáveis passaram a tratar variáveis analógicas e no início dos anos oitenta incorporaram a função do controle de malhas de instrumentação, com algoritmos de controle proporcionais, integrais e derivativos (PID). Ainda na década de oitenta com a evolução dos microcomputadores e das redes de comunicação entre os CLPs, os quais passaram a elevar sua performance, permitindo

que vários controladores programáveis pudessem partilhar os dados em tempo real e que nesta mesma rede estivessem conectados vários microcomputadores, os quais através de um software de supervisão e controle, podiam monitorar, visualizar e comandar o processo como um todo a partir de uma sala de controle distante do processo.

2.2.2- Introdução da Tecnologia de CLPs

2.2.2.1- Diferenças entre o CLP e o Computador

	COMPUTADOR	CONTROLADOR PROGRAMÁVEL
Entradas	Sinais de baixa tensão introduzidos através de: <ul style="list-style-type: none"> • Leitor de cartões • Leitor de fita magnética • Teclado 	Sinais de alta tensão introduzidos através de: <ul style="list-style-type: none"> • Chave de tensão • Chave seletora • Chave limitadora
Saídas	Saídas de baixa tensão que aciona os equipamentos específicos como: <ul style="list-style-type: none"> • Impressora • Monitor de TV • Perfurador de cartão 	Sinais de alta tensão que aciona os equipamentos específicos como: <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Relé eletromagnético • Solenóide
Locais de Instalação	Escritórios e salas climatizadas	Proximidades das máquinas nas estações de trabalho
Estrutura Construtiva	Para sinais de baixa tensão e corrente	Para sinais de alta tensão e corrente
Objetivo	Processamento de dados	Operação das máquinas
Usuário	Especialistas como programadores e operadores	Pessoal não especializado como operadores de máquinas e encarregados dos locais de trabalho
Linguagem de Programação	Linguagem específica do computador	Linguagem próxima a sequência de controle constante do circuito de relés, diagrama de tempos e outros

2.2.2.2- Evolução do Controle Seqüencial

O controle seqüencial evoluiu de painel de relés para o método de programa armazenado. No período inicial, o método de programa armazenado partiu do método “discreto” com circuitos transistorizados e, em termos de funções não passava de simples substituição dos painéis de relés. Contudo, ultimamente, com o advento do microcomputador que surgiu da tecnologia do LSI (Large Scale Integration - Integração de Grande Capacidade), foram adicionadas as funções que não havia nos painéis de relés, como cálculo comparativo, computação e outros. Além disso, esse método não se restringe apenas ao controle seqüencial, sendo utilizado, por exemplo, no controle digital a realimentação (feedback) e, assim, tendo a sua utilização ampliada para o controle de uma forma global. O microprocessador é excelente para essas funções e pode-se dizer que o controle seqüencial está passando da fase do CLP de simples substituição de painéis de relés para o CLP de alto nível.

2.2.3- Arquitetura do CLP

2.2.3.1- Constituição Geral, Princípio de Funcionamento e Operação

Como o controlador programável - CLP - será instalado na estação de trabalho da linha de produção para operação e controle de equipamentos, dispositivos e máquinas, o mesmo é constituído com robustez para resistir às condições desfavoráveis de um local de produção, como vibração, ruídos, partículas em suspensão, etc., além da facilidade na sua manipulação.

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 CPU, 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.

O CLP lê os 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).

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.

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.

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.

2.2.3.2- Auto-avaliação de Defeitos

O CLP é o centro nervoso do sistema, de sorte que, se ocorrer alguma falha no mesmo, poderá causar erro na execução do programa, colocando em risco todo o sistema sob controle. Assim sendo, quando ocorrer alguma falha no sistema do CLP, é muito importante identificar rapidamente a localização do defeito, se é interno ou externo ao CLP. Caso o defeito for interno, verificar se é no hardware ou no software; se não ruídos, etc.

Para fazer frente a esses problemas, formam-se diversas providências, como, por exemplo, a elaboração de programa do sistema que permite descobrir facilmente os defeitos, mesmo sendo no próprio sistema do CLP. A função de auto-avaliação de defeitos é muito importante como meio de prevenção de falhas, reduzindo significativamente o tempo inativo (Down time). Através dessa função, o próprio CLP faz a avaliação do defeito que tenha ocorrido no hardware, indicando o local avariado. Dessa forma, descobre-se o local defeituoso, permitindo então uma rápida restauração do sistema.

2.2.4- Vantagens do CLP

As interfaces padrão de entrada/saída, embutidas no CLP, permitem que eles sejam ligados diretamente a sensores e atuadores de processo, sem a necessidade de circuitos intermediários ou relés. O sistema de controle pode ser modificado sem a necessidade de desligar ou refazer a fiação. Apenas se muda o programa de controle através de um teclado ou um terminal de programação. O CLP também requer menor tempo de instalação e de comissionamento do que os sistemas com fiação física. O CLP representa um produto acabado e testado. Ele possui a capacidade de controlar qualquer coisa, desde a lógica ladder de relé até malhas fechadas de controle de sistemas distribuídos. Porque então escolher o CLP em vez de um sistema convencional?

As principais vantagens do CLP em relação à lógica eletrônica fixa, relé e computador digital são as seguintes:

- a) Permitir fácil diagnóstico de funcionamento ainda na fase de projeto do sistema e/ou de reparos em falhas que venham a ocorrer durante a sua operação;
- b) Ser instalado em cabines reduzidas devido ao pequeno espaço físico exigido;
- c) Operar com reduzido grau de proteção, pelo fato de não serem gerados faiscamento;
- d) Ser facilmente reprogramado sem necessidade de interromper o processo produtivo (programação on-line);
- e) Possibilita a criação de um banco de armazenamento de programas que podem ser reutilizados a qualquer momento;
- f) Manter uma documentação sempre atualizada com o processo em execução;
- g) Apresentar baixo consumo de energia;
- h) Manter o funcionamento da planta de produção com uma reduzida equipe de manutenção;
- i) Garantir maior confiabilidade pela menor incidência de defeitos;
- j) Emitir menores níveis de ruídos eletrostáticos;
- k) Ter a flexibilidade de expansão do número de entradas e saídas por serem controladas;
- l) Ter a capacidade de se comunicar com diversos outros equipamentos.

CAPÍTULO 3

A Automação nos Navios Mercantes

3.1- Redução da Tripulação

A redução da tripulação é uma consequência da modernização tecnológica nos navios, fato esse que vem ocorrendo há vários anos. A grande questão que deve ser abordada, com muito cuidado, é o velho mito de que a automação é sinônima de desemprego.

Se por um lado sabe-se que determinada máquina empregada em uma linha industrial pode realizar o trabalho que antes era feito por três trabalhadores, por outro lado sabe-se também que esta máquina não existe sem a intervenção humana. Ela precisa de trabalhadores para fabricá-la, montá-la, cuidar de sua manutenção e de sua programação.

Muitas vezes não ocorre a perda de vagas de trabalho, mas sim uma realocação de mão-de-obra que, agora mais especializada, desempenhará outras funções devido ao incremento da automação no processo produtivo.

Atualmente nos países desenvolvidos tem ocorrido uma redução mais sensível, uma vez que nossa armação que necessita de competitividade tem visto na economia de mais alguns homens, trazendo menos custos diretos e indiretos, uma das saídas das crônicas dificuldades.

O aumento do nível de automação dos navios faz com que haja um melhor nível competitivo. A rapidez da resposta da embarcação em todos os sentidos, e a segurança tanto dos equipamentos quanto da tripulação, sendo assim somando os prós e contras, pode-se dizer que a automação é de vital importância para ser realizada a redução da tripulação sem injustiças sociais e sacrifícios físicos e mentais.

A segurança dos equipamentos e a monitoração automática fazem com que o trabalho do profissional em determinada área seja racionalizada e conseqüentemente menos desgastante, nos trazendo assim, um aumento de produção na manutenção e acentuada redução dos sinistros.

Hoje em dia, a intervenção dos órgãos de defesa dos interesses dos marítimos vem negociando melhor remuneração para aqueles que tripulam navios com pessoal reduzido.

Longe de estar pacificada, essa discussão inclui ainda a visão de que a redução das tripulações, por força da automação, provoca ao mesmo tempo o aumento da carga de trabalho a bordo. Face às crescentes exigências da legislação nacional e dos organismos internacionais relativas à segurança da embarcação e aos riscos da poluição, o problema da *fadiga e estresse* dos marítimos é uma questão sempre presente, pois a vida a bordo de navios com tripulação reduzida é extremamente dura para uma atividade difícil, por sua própria natureza. Os armadores nacionais devem ter consciência de que a fadiga dos tripulantes coloca em risco a embarcação e, assim, compromete até mesmo a rentabilidade da operação.

3.2- Praça de Máquinas Parcialmente Desguarnecida

Cada vez mais nos deparamos com navios de Praça de Máquinas Parcialmente Desguarnecidas, ou seja, com sua tripulação reduzida, na qual todo o efetivo de Máquinas trabalha oito horas durante o dia e um oficial fica responsável pela supervisão desta durante a noite, podendo se ausentar do local, desde que devidamente provido de alguma forma de alarme, ou sinalização que indique a necessidade de sua presença caso haja alguma anormalidade, salvo em situação de manobra, onde a presença é obrigatória.

Para isso estes navios devem cumprir algumas regras, que são determinadas pela Convenção Internacional que trata da Segurança da Vida no Mar (SOLAS), que serão apresentadas posteriormente.

Nesse tipo de praça de máquinas as instalações e equipamentos deverão garantir a segurança do navio em qualquer situação de tempo e navegação, inclusive manobras, deverão ser feitas inspeções e testes com frequência a fim de que todo esse equipamento funcione corretamente, além disso, o navio deve estar provido de documentação que o autorize operar nesta situação.

CAPÍTULO 4

Segurança a bordo dos Navios Mercantes

4.1- Convenção SOLAS (Salvaguarda da Vida Humana no Mar)

É o mais importante tratado sobre a segurança da marinha mercante.

A primeira versão da SOLAS foi assinada em 1914, consequência direta do acidente com o Titanic. Em 1928 foi adotada a segunda emenda da convenção, em 1948 a terceira e em 1965 a quarta.

Hoje, a SOLAS data de 1975, ano em que foi profundamente revista. Na parte que diz interesse da praça de máquinas desguarnecida o SOLAS faz algumas exigências que estão presentes no capítulo II-I na parte E, nas regras 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 para navios de carga e a regra 54 que se refere a navios passageiros, são elas:

Regra 46: Generalidades

Trata sobre os equipamentos exigidos, e que os arranjos estabelecidos deverão ser tais que garantam que a segurança do navio em todas as condições de navegação, inclusive manobrando, seja equivalente a de um navio tendo os compartimentos de máquinas guarnecidos.

Essa regra também exige que se tomem medidas para assegurar a confiabilidade da operação do equipamento, e que se façam os arranjos necessários para que possa ser feita inspeções e testes de rotina, assegurando assim que as operações no navio sejam seguras

É claro que o navio deverá estar guarnecido de todos os seus certificados aprovados, para poder navegar com a praça de máquinas parcialmente desguarnecidas.

Regra 47: Precauções contra incêndio

Deverão estar instalados meios para detectar e dar alarmes ao início de incêndio:

a) nos invólucros de suprimento de ar e exaustores (conduto de fumaça) das caldeiras; e

b) nos tubulões de ar de lavagem da máquina propulsora, a menos que a Administração considere não ser isto necessário, em um caso particular.

Máquinas de combustão interna de potência igual ou superior a 2250 kW, ou que tenham cilindros com mais de 300 mm de diâmetro, deverão estar providas de detectores de contaminação do óleo do cárter, ou de monitores de temperatura dos mancais da máquina ou de dispositivos equivalentes.

Regra 48: Proteção contra alagamento

Primeiramente os pocetos dos porões da praça de máquinas parcialmente desguarnecidos têm que ser projetados e monitorados, possibilitando no caso de houver acumulação de líquidos, que sejam detectados, não importando o ângulo de trim ou banda, e também deverão ter a possibilidade de serem drenados durante o período que estão desguarnecidos.

Quando as bombas que esgotam o porão forem automáticas, deve-se existir algum dispositivo para indicar quando se tem mais líquido a ser esgotado do que a capacidade da bomba, ou se a bomba está funcionando com mais frequência do que o normal. E nesse mesmo caso da bomba ser automática, tem-se que dar mais atenção nas exigências quanto a poluição por óleo.

O controle de todas as válvulas de entrada de água do mar, da descarga abaixo da linha d'água ou do sistema de injeção do porão devem ser localizados permitindo que haja tempo suficiente para que essas válvulas seja operadas em caso de entrada de água em algum desses compartimentos, os dispositivos para operar esses controles devem ficar acima do nível de alagamento.

Regra 49: Controle da máquina propulsora a partir do passadiço

O passadiço deve ter todo o controle sobre a máquina propulsora, não importando as condições de navegação, seja qual for a velocidade, a direção do empuxo, inclusive se estiver em manobra, se o navio possuir hélice de passo variável, o passo também deve ser controlado pelo passadiço.

A máquina propulsora deve ter um dispositivo de parada de emergência no passadiço, esse dispositivo deve ser independente do sistema de controle do passadiço.

Mesmo que o controle esteja sendo feito pelo passadiço, todos os comandos deverão ser indicados no centro de controle da máquina ou em um painel local de comando.

Só um local pode ter o controle da máquina propulsora, e deve existir nesse lugar um indicador dizendo que o controle da propulsão esta sendo feito por ali, e a transferência do controle entre a praça de máquinas e o passadiço só poderá ser feito no principal compartimento da praça de máquinas ou da CCM¹, e quando houver essa transferência não se pode ter alteração na propulsão, para isso deve existir meios para evitar essa alteração.

Todas as máquinas essenciais para a segurança da navegação devem poder ser controladas no local de onde estão instaladas, no caso de falha do controle automático.

Se acontecer alguma falha no sistema automático de controle remoto, um alarme deve ser acionado, e a velocidade e a direção do impulso do hélice, devem ser mantidas até que o controle local entre em funcionamento.

Devem existir no passadiço indicador de velocidade do hélice, e no caso de hélice com passo constante deve ter indicador do sentido de rotação. No caso de navio com passo do hélice variável deve ter um indicar da posição do passo do hélice.

Deve existir um alarme que mostre quando tiver baixa pressão do ar de partida, devido a consecutivas tentativas de partir o motor, esse valor de pressão deve ser alarmado de modo que ainda permita operações de partida da máquina de propulsão.

Regra 50: Comunicação

Deverão existir meios seguros de comunicação verbal entre o centro de controle da máquina ou local de controle das máquinas propulsoras, como mais apropriado, o passadiço e o alojamento dos oficiais de máquinas.

Regra 51: Sistema de alarme

Deverá haver um sistema de alarme indicando qualquer falha que exija atenção e

¹ Centro de controle de máquinas

que deverá:

a) ser capaz de soar um alarme audível no centro de controle da máquina ou no local de controle da máquina propulsora, e indicar visualmente, em separado, cada informação do alarme, em uma apresentação adequada;

b) ter comunicação com os ambientes de estar dos oficiais de máquinas e com cada camarote desses oficiais, através de chave seletora, garantida, ao menos, uma conexão com um desses camarotes. As Administrações poderão permitir disposições equivalentes;

c) acionar um alarme sonoro e visual, no passadiço, em toda e qualquer situação que requeira uma ação ou atenção por parte do oficial de serviço;

d) ter sido projetado, dentro do possível, à prova de falhas, e;

e) acionar o alarme para os oficiais de máquinas, tal como é exigida pela regra 38, no caso da informação, dada por um dos alarmes, não ter recebido a devida atenção no local, dentro de um limite de tempo.

O sistema de alarme deverá estar continuamente alimentado e deverá ter um dispositivo que possibilite a comutação automática para um sistema de alimentação de reserva, no caso de perda da alimentação normal.

Falha na fonte de alimentação normal do sistema de alarme será indicada por um alarme.

O sistema de alarme deverá ser capaz de indicar simultaneamente mais de uma falha, e a entrada em funcionamento de um alarme não deverá impedir a entrada em funcionamento de outro.

A aceitação de qualquer condição de alarme na posição deverá ser indicada nos locais, onde a falha foi mostrada. Os alarmes deverão ficar ativados até que sejam identificados e as indicações visuais de cada alarme deverão ficar mantidas até que tenham sido sanadas as respectivas causas, ocasião em que o sistema será automaticamente repostado na condição normal de operação.

Regra 52: Sistema de segurança

No caso de haver sérias falhas de funcionamento na condução das máquinas ou das caldeiras, falhas essas apresentando perigo imediato, deverá ser instalado no navio um sistema de segurança que faça o início da parada automática da instalação quem esta com falhas, alarmando assim a falha, se houver algum dispositivo que

anule a parada automática, deve-se tomar todos os cuidados para que ele não seja ativado inadvertidamente. Tem que ter sinais visuais para indicar que o dispositivo de parada foi acionado.

Regra 53: Exigências especiais para máquinas, caldeiras e instalações elétricas

Os dispositivos especiais para máquinas, caldeiras e instalações elétricas deverão ser à satisfação da Administração e deverão incluir, no mínimo, as exigências da presente regra.

A fonte principal de energia elétrica deverá obedecer ao seguinte:

Quando a energia elétrica puder ser normalmente suprida por um gerador, deverá haver dispositivos adequados para restringir a distribuição de carga, a fim de garantir a integridade do suprimento de energia elétrica aos serviços necessários à propulsão e ao governo do navio, bem como para a segurança do navio. No caso de perda do gerador em operação, deverão ser tomadas medidas necessárias para a partida automática e comutação ao quadro elétrico principal do gerador reserva, com capacidade suficiente para possibilitar a propulsão e o governo do navio e para garantir a segurança do navio no que diz respeito à reentrada automática das máquinas auxiliares essenciais, incluindo, onde for necessária, a operação seqüente. A Administração pode dispensar esta exigência para navio de arqueação bruta inferior a 1.600, se isto for considerado impraticável.

Se a energia elétrica é normalmente suprida por mais de um gerador operando simultaneamente em paralelo, deverá haver um dispositivo, tal como um dispositivo de distribuição de carga, que assegure, no caso de perda de um desses conjuntos de geradores, que os conjuntos remanescentes continuarão em operação, sem sobrecarga, de modo a permitir a propulsão e o governo e para garantir a segurança do navio.

Quando forem previstas máquinas de reserva para outras máquinas auxiliares essenciais à propulsão, dispositivos de comutação automática deverão ser providos.

Regra 54: Consideração especial a respeito de navios de passageiros

Os navios de passageiros deverão ser considerados especialmente pela Administração, para determinar se seus compartimentos de máquinas podem ou não ser periodicamente desguarnecidos e, caso positivo, exigências adicionais às que estão

estipuladas nestas regras são necessárias para alcançar a segurança equivalente àquela existente nos compartimentos de máquinas normalmente guarnecidos.

4.2- Convenção STCW 78/95 (Normas de Treinamento de Marítimos, Expedição de Certificados e Serviços de Quarto)

A formação dos marítimos é regulamentada internacionalmente pela Convenção Internacional sobre Normas de Treinamento de Marítimos, Emissão de Certificados e Serviço de Quarto, ou STCW. No que diz respeito às praças de máquinas periodicamente desguarnecidas, a referência para formação mínima é descrita pela regra III.

Regra III/1

Os requisitos mínimos obrigatórios para emissão de certificados do oficial de serviço nesta modalidade de praças de máquinas para navios com potencia de propulsão superior a 750 kW são:

- Possuir no mínimo 18 anos;
- Certificado apropriado;
- Ter concluído estágio de seis meses a bordo.

Regra III/2

Requisitos mínimo obrigatórios para expedição de certificados de oficiais chefes de máquinas e de subchefes de máquinas em navios cujas máquinas de propulsão principal tenha uma potência igual ou superior a 3000 KW são:

- Certificado de subchefe de máquinas, ter, no mínimo, 12 meses de serviço a bordo de navio que opera na navegação marítima, como praticante de máquinas ou oficial de máquinas;

- Certificado de chefe de máquinas, ter no mínimo, 36 meses de serviço aprovado a bordo de navio que opera na navegação marítima, dos quais, pelo menos 12 meses servindo como oficial de máquinas.

Regra III/3

Requisitos mínimos obrigatórios para expedição de certificados de oficiais chefes de máquinas e subchefes de máquinas em navios cujas máquinas de propulsão principal tenham uma potência entre 750 KW e 3000 KW.

- Ser certificado para oficial de quarto;
- Certificado de subchefe de máquinas, ter, no mínimo, 12 meses de serviço a bordo de navio que opera na navegação marítima, como praticante de máquinas ou oficial de máquinas;
- Certificado de chefe de máquinas, ter no mínimo, 24 meses de serviço aprovado a bordo de navio que opera na navegação marítima, dos quais, pelo menos 12 meses servindo como oficial de máquinas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho, pode-se concluir que a evolução tecnológica tem vindo permitir a implementação de novos sistemas de automação que acompanham as novas concepções das linhas de produção.

A automação destina-se a estimular a produtividade e reduzir o custo unitário da produção. Por essas características ela tem sido o grande propulsor da chamada “globalização”, interferindo nos canais de comunicação, na diplomacia e no volume do comércio internacional.

Além de reduzir os custos e aumentar a produção, a implementação da automação a bordo das embarcações vem tornando-a um ambiente mais seguro para se trabalhar, com menores índices de erro, aumentando a confiabilidade, reduzindo a tripulação e também os esforços na realização do serviço, sendo essa redução da tripulação não necessariamente como um aumento do índice de desemprego na área marítima, mas sim como uma oportunidade do homem de aprimorar no seu trabalho, podendo ser realocado para outro setor, podendo esse ser no mar ou em terra.

Como a tendência do ser humano é evoluir, a automação faz parte dessa evolução, tornando-se indispensável não só no setor naval como nos demais setores da economia brasileira, sendo uma das bases do desenvolvimento do nosso país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - OLIVEIRA, Francisco Diocélio Alencar de. **Livro Texto, Automação de Processos Industriais**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2001.
- 2 - SANTOS, José J. Horta. **Automação Industrial**. Rio de Janeiro: S.A., 1979.
- 3 - NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. 9º ed. conforme norma IEC 1131-3. São Paulo: Érica, 2007.
- 4 - OLIVEIRA, Júlio César Peixoto de. **Controlador Programável**. São Paulo: Makron Books, 1993.
- 5 - MACHADO, CLC Ronaldo Cevidanes. **Redução de tripulação análise e sugestões**.
- 6 – CONVENÇÃO SOLAS, IMO, 2010
- 7 – CONVENÇÃO STCW 78/95, IMO, 2010