

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS - APMA

JOÃO DANTAS DO NASCIMENTO

AUTOMAÇÃO, REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO E SEGURANÇA

RIO DE JANEIRO

2014

JOÃO DANTAS DO NASCIMENTO

AUTOMAÇÃO, REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO E SEGURANÇA

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Jarbas Bernardo da Silva

RIO DE JANEIRO

2014

JOÃO DANTAS DO NASCIMENTO

AUTOMAÇÃO, REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO E SEGURANÇA

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Jarbas Bernardo da Silva

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

GRADECIMENTOS

...aos familiares, amigos e mestres.

Dedico a minha esposa e a meu filho. Por tamanha importância em minha vida.

RESUMO

Diante da imensa utilização da automação nos mais variados setores da Marinha Mercante nos dias de hoje achamos oportuno esclarecer a quem achar conveniente suas particularidades e seus principais elementos, explicitando como eles atuam, e o que eles representam. Devido a suas relevantes utilizações destacaremos aqui os sensores, o C.L.P., e o Sistema Supervisório, instrumentos e sistemas cada vez mais modernos que permitem um melhor controle, e uma monitoração mais eficiente. Daremos uma atenção especial a automação pneumática/hidráulica, indispensáveis a bordo quando trata-se da transferência de energia. Serão apresentadas ainda algumas aplicações marítimas, com o intuito único de ilustrar a importância da automação a bordo, e o modo como ela torna os mais variados sistemas mais simples e seguros. Dissertaremos também sobre como a automação tem influenciado a redução de tripulação, mostrando como ela tornou-se necessária, mas ressaltando acima de tudo o risco de uma redução mal administrada.

Palavras chave: Automação. Redução de tripulação. Segurança. Marinha Mercante.

ABSTRACT

Due to the large use of automation in many areas of the Merchant Marine now a days, we consider important to clear to those that think it's interesting its characteristics, and its main elements, explaining how they act and what they represent. Due to considerable uses on bord, we will emphasize here the sensor, Programmable Logic Controller (P.L.C) and the Supervisory Control and Data Aquisition (SCADA).Modern components which allow better control and more efficient supervision. We will give some special attention to pneumatic and hydraulic automation, they are indispensable on bord when it's is about energy transference. Will be shown some maritime uses in order to make understandable the importance of automation on bord, and illustrate how it can turn the various systems into more simple and secure systems. Besides we will point out how the automation have influenced the crew reduction, giving you an idea about it's necessity, however we will demonstrate the risk of a reduction planned wrong.

Key words: Automation. Crew reduction. Safety. Merchant Marine.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	AUTOMAÇÃO	8
2.1	Sistema de controle	8
2.1.1	Elementos de controle	8
2.2	Sistema supervisorio	10
2.3	Controlador Lógico Programável (CLP)	12
2.4	Generalidades	14
2.5	Automação pneumática	14
2.6	Automação hidráulica	15
3	APLICAÇÕES A BORDO	16
4	REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO E SEGURANÇA	19
4.1	Praça de máquinas parcialmente desguarnecida	20
4.1.1	Precauções contraincêndio	21
4.2	Proteção contra alagamento	21
4.3	Controle da máquina propulsora a partir do passadiço	22
4.4	Comunicação	23
4.5	Sistema de alarme	23
4.6	Sistema de segurança	24
4.7	Exigências especiais para máquinas, caldeiras e instalações elétricas	25
4.8	Sistema de controle automático e de alarme	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

Inicialmente na pré-história, o homem buscou mecanizar atividades manuais, a fim de auxiliar o ser humano em seu esforço físico pela multiplicação de esforços, depois veio a substituição do esforço físico do ser humano pela máquina, mas permanecendo os comandos a cargo do ser humano.

A automação só ganhou destaque na sociedade quando o sistema de produção agrário e artesanal transformou-se em industrial. Os sistemas inteiramente automáticos surgiram no início do século XX. Sistemas estes em que os esforços físico e mental do ser humano são substituídos pela máquina. A tomada de dados, a análise, a decisão e a ação são executadas pela máquina, dispensando a constante presença do ser humano. Entretanto, bem antes disso foram inventados dispositivos simples e semi-automáticos.

No século XX, a tecnologia de automação passou a contar com computadores, servomecanismos e controladores programáveis. Os computadores foram e ainda são os alicerces de toda a tecnologia de automação.

A automação dos navios tem tido uma evolução considerável e é, em outras palavras, uma moderna extensão da aplicação já existente em instalações de terra.

Os primeiros equipamentos automatizados para navios surgiram durante a Segunda Guerra Mundial. Esses equipamentos proporcionavam uma automação isolada de cada processo ou de determinado sistema. Fundamentalmente estavam ligados ao controle da propulsão. No entanto, foi na década de 60 que começaram a surgir navios com sistemas de controle de propulsão automatizados, com semicondutores e miniaturizações dos equipamentos eletrônicos, com isso foi introduzido um sistema computadorizado, substituindo o homem de algumas tarefas de análise e decisão.

Hoje em dia a automação conta com diversos sistemas complexos interconexos, procurando o controle da embarcação de forma centralizada. Vem estabelecendo assim um progresso cada vez mais rápido, no âmbito marítimo, acarretando um conseqüente aumento das condições de segurança para todos os trabalhadores, buscando principalmente uma redução ao máximo dos custos e dos esforços.

2 AUTOMAÇÃO

Automação é um sistema de controle pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da constante interferência do homem. É o uso de qualquer dispositivo mecânico ou eletro-eletrônico para controlar máquinas e processos. Entre os dispositivos eletro-eletrônicos pode-se utilizar computadores ou outros dispositivos lógicos como controladores lógicos programáveis, substituindo algumas tarefas da mão-de-obra humana e realizando outras que o humano não consegue realizar. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinaria para auxiliá-los em seus trabalhos. A automação visa, principalmente, a produtividade, qualidade e segurança em um processo.

2.1 Sistema de controle

Trata-se de um determinado sistema que possui um comportamento dinâmico em que se busca obter o controle de uma determinada variável ou produto através da automação. É uma operação ou uma série de operações sobre materiais sólidos ou fluidos, na (s) qual (is) se pretende conseguir que estes materiais se mantenham em um estado de utilização adequado a uma qualidade preestabelecida. Exemplo: água de alimentação de uma caldeira, sistema de óleo lubrificante de um motor Diesel, etc.

2.1.1 Elementos de controle

São divididos em três grupos: elementos primários, elementos secundários e elementos finais de controle.

a) elementos primários são dispositivos com os quais se consegue detectar (medir) alterações nas variáveis do processo. Exemplo: sensores de pressão, indicadores de temperatura, etc. Posteriormente os sensores serão tratados com maior enfoque, tendo em vista sua importância para automação;

b) elementos secundários são dispositivos que recebem e tratam o sinal do elemento primário. Exemplo: transmissores, controladores e etc; e

c) elemento final de controle - É quem atua na variável manipulada em função de um

signal de comando/controlado recebido. Normalmente é uma válvula.

Segue abaixo descritos separadamente os principais elementos da automação industrial:

Sensor - É o elemento de um instrumento de medição que detecta o valor da variável que deve ser controlada. A informação mensurada é enviada ao comparador do controlador. O sinal emitido, às vezes, precisa ser amplificado ou convertido. Na automação, o que há de mais avançado são os sensores, dispositivos capazes de detectar sinais ou de receber estímulos de natureza física (tais como: calor, fumaça, pressão, vibração, velocidade, etc), utilizados em sistemas de controle, de alarme, de sondagem, entre outros. Baseado nessas informações, o sistema calcula as ações corretivas, com muita eficiência.

Quanto à classificação, os sensores podem ser:

- a) analógicos: fornecem um sinal de saída contínuo, que é proporcional à variável que está sendo acompanhada. Este sinal pode ser dado em forma de corrente elétrica ou tensão elétrica; fornece valores de pressão, temperatura, etc;
- b) digitais: são na realidade contatos que se abrem, quando o contato é do tipo normalmente fechado (normally closed – NC), ou se fecham quando este é do tipo normalmente aberto (normally opened – NO), quando determinada variável atinge uma determinada condição limite; é o caso de pressostatos e termostatos; e
- c) intrinsecamente seguros: são instalados em áreas consideradas de risco. Cabe ressaltar que, estes sensores são reconhecidos facilmente, pois estão conectados a fios e cabos na cor azul. Como enviam sinais de baixa energia é necessário que, já na área considerada de segurança, eles sejam amplificados, para sua posterior utilização.

Conversor - Tem a função de converter o sinal recebido. Pode converter sinal elétrico em pneumático; elétrico em hidráulico; analógico em digital; e vice-versa. Normalmente são instalados entre o sensor e o comparador, ou entre o controlador e o elemento final de controle.

Transdutor de medição – Dispositivo que fornece uma grandeza de saída que tem uma correlação determinada com a grandeza de entrada.

Comparador - Sua função é comparar o valor medido com o valor desejado, gerando um sinal de erro, cuja amplitude é proporcional à diferença algébrica entre o sinal de referência (set-point) e o sinal de realimentação (feedback).

Controlador - Sua função é gerar um sinal de controle, o qual irá posicionar o elemento final de controle, a fim de manter a variável controlada dentro do valor desejado. Esse sinal

varia de amplitude em função do sinal de erro enviado pelo comparador. É desejado que esta ação do controlador seja feita no menor tempo possível.

Transmissor – Dispositivo que detecta uma variável de processo por meio de um elemento primário e que tem um sinal de saída cujo valor é proporcional ao valor da variável controlada.

Amplificador de sinal - Tem a função de amplificar o sinal do sensor ou do controlador, quando esse é muito baixo, garantido uma informação precisa. Podem ser pneumáticos, elétricos e eletrônicos.

Atuador - É a parte do elemento final de controle, que recebe o sinal de acionamento do transdutor. Pode ser pneumático ou elétrico.

2.2 Sistema supervisórios

Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e posteriormente, apresentadas ao usuário. Estes sistemas também são chamados de Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA).

Os primeiros sistemas SCADA, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial, monitorando sinais representativos de medidas e estados de dispositivos, através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface aplicacional com o operador.

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, efetuando coleta de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e a respectiva apresentação de modo amigável para o operador, com recursos gráficos elaborados (interfaces homem-máquina) e conteúdo multimídia.

Para permitir isso, os sistemas SCADA identificam os tags, que são todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, podendo executar funções computacionais (operações matemáticas, lógicas, com vetores, etc.) ou representar pontos de entrada/saída de dados do processo que está sendo controlado. Neste caso, correspondem às variáveis do processo real (ex: temperatura, nível, vazão etc), se comportando como a ligação entre o controlador e o sistema. É com base nos valores das tags que os dados coletados são

apresentados ao usuário.

Os sistemas SCADA podem também verificar condições de alarmes, identificadas quando o valor da tag ultrapassa uma faixa ou condição pré-estabelecida, sendo possível programar a gravação de registros em Bancos de Dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagens, etc.

Os componentes físicos de um sistema de supervisão podem ser resumidos, de forma simplificada, em: sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas (aquisição/controlado) e de monitoração central (sistema computacional SCADA).

Os sensores são conectados aos equipamentos controlados e monitorados pelos sistemas SCADA, que convertem parâmetros físicos tais como velocidade, nível de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais legíveis pela estação remota. Os atuadores, como já dito anteriormente, são utilizados para atuar sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos.

O processo de controle e aquisição de dados se inicia nas estações remotas, controladores lógicos programáveis (C.L.P.s), com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que a ele estão associados e seu respectivo controle. Os C.L.P.s são unidades computacionais específicas, utilizadas em navios, ou qualquer outro tipo de instalação que se deseje monitorar com a função de ler entradas, realizar cálculos ou controles, e atualizar saídas.

As estações de monitoração central são as unidades principais dos sistemas SCADA, sendo responsáveis por recolher a informação gerada pelas estações remotas e agir em conformidade com os eventos detectados, podendo ser centralizadas num único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, de modo a permitir o compartilhamento das informações coletadas.

Internamente, os sistemas SCADA geralmente dividem suas principais tarefas em blocos ou módulos, que vão permitir maior ou menor flexibilidade e robustez, de acordo com a solução desejada.

Em linhas gerais, podemos dividir essas tarefas em: núcleo de processamento; comunicação com C.L.P.s; gerenciamento de alarmes; históricos e Banco de dados; lógicas de programação interna ou controle; interface gráfica; relatórios; comunicação com outras estações SCADA; comunicação com sistemas externos/ corporativos, entre outros.

A regra geral para o funcionamento de um sistema SCADA parte dos processos de comunicação com os equipamentos de campo, cujas informações são enviadas para o núcleo

principal do software. O núcleo é responsável por distribuir e coordenar o fluxo dessas informações para os demais módulos, até chegarem na forma esperada para o operador do sistema, na interface gráfica ou console de operação com o processo, geralmente acompanhadas de gráficos, animações, relatórios, etc, de modo a exibir a evolução do estado dos dispositivos e do processo controlado, permitindo informar anomalias, sugerir medidas a serem tomadas ou reagir automaticamente.

2.3 Controlador Lógico Programável (CLP)

Entende-se por C.L.P. um dispositivo eletrônico do estado sólido (dispositivo digital), que controla máquinas e processos utilizando memória programável para armazenar instruções específicas.

Internamente, ele é composto por um sistema microprocessado (microprocessador ou microcontrolador), um Programa Monitor, uma Memória de Programa, uma Memória de Dados, uma ou mais Interfaces de Entrada, uma ou mais Interfaces de Saída e Circuitos Auxiliares, que serão discriminados a seguir.

Alimentando o C.L.P., tem-se uma fonte de alimentação que converte a tensão da rede elétrica (110 ou 220 VCA – tensão alternada) para a tensão de alimentação dos circuitos eletrônicos (+5 VCC – tensão contínua – para o microprocessador, memórias e circuitos auxiliares e +/-12 VCC para a comunicação com o programador ou computador), mantendo a carga da bateria, nos sistemas que utilizam relógio em tempo real e Memória do tipo *Random Access Memory* (R.A.M.).

Além disso, esta fonte fornece tensão para alimentação das entradas e saídas (12 ou 24 VCC). A bateria citada possui também a importante função de reter parâmetros ou programas (em memórias do tipo R.A.M.), mesmo em caso de falta de energia e guardar configurações de equipamentos.

A unidade de processamento ou *Computer Process Unit* (C.P.U.), responde pelo funcionamento lógico de todos os circuitos, podendo estar separada ou em um único módulo (C.P.U./C.L.P.).

Interligado à C.P.U. está o Programa Monitor responsável pelo funcionamento geral do C.L.P.. Funcionando de forma similar ao Sistema Operacional dos microcomputadores, ela permite a transferência de programas entre um microcomputador ou Terminal de Programação e o C.L.P.; gerencia o estado da bateria do sistema; controla os diversos

opcionais etc.

Para armazenar o programa da aplicação desenvolvida pelo usuário tem-se a Memória do Usuário (R.A.M.), que pode ser alterada por ele permitindo a flexibilidade de programação.

Diferente desta é a Memória de Dados, que são normalmente partes da memória R.A.M. do C.L.P., destinada a armazenar os dados do programa do usuário. Estes dados são valores de temporizadores, valores de contadores, códigos de erro, senha de acesso, que serão consultados e/ou alterados durante a execução do programa do usuário.

Então, quando a C.P.U. executa um ciclo de leitura das entradas ou executa uma modificação nas saídas, ela armazena os estados de cada uma das entradas ou saídas em uma região da memória denominada Memória Imagem das Entradas/Saídas. Nessa região, a C.P.U. irá obter informações das entradas ou saídas para tomar as decisões durante o processamento do programa do usuário.

E por fim, os Circuitos Auxiliares passarão a atuar em casos de falha do C.L.P., mantendo seu circuito em bom funcionamento. Nota-se por fim, que o C.L.P. é composto por diversos elementos fundamentais para seu funcionamento.

Em termos de funcionamento, notam-se as etapas: inicialização; verificar o estado das entradas; transferir para a memória o ciclo de varredura; comparar com o programa do usuário e atualizar as saídas.

Na etapa de inicialização, quando o C.L.P. é ligado, ele executa uma série de operações pré-programadas, gravadas em seu Programa Monitor, verificando o funcionamento eletrônico da C.P.U., memórias e circuitos auxiliares; a configuração interna e compara com os circuitos instalados; o estado das chaves principais; e a existência de um programa de usuário, emitindo um aviso de erro caso algum dos itens acima falhe.

Na etapa seguinte o C.L.P. 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 dispositivo 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 C.L.P. no decorrer do processamento do programa do usuário.

O controlador lógico programável, ao executar o programa do usuário e 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.

Finalmente, na última etapa, o C.L.P. escreve o valor contido na Memória das Saídas, atualizando as interfaces ou módulos de saída. Inicia-se então, um novo ciclo de varredura. Há uma ampla utilização dos C.L.P.s nos diversos setores navais, pois este componente além do exposto acima, apresenta diversas vantagens como: ocupa menor espaço, requer menor potência elétrica, pode ser reutilizado, é programável, apresenta maior confiabilidade, manutenção mais fácil e rápida, oferece maior flexibilidade, apresenta interface de comunicação com outros C.L.P.s e computadores de controle, além disso, permite maior rapidez na elaboração do projeto do sistema.

2.4 Generalidades

Do conjunto de princípios de atuadores apresentados (hidráulicos e pneumáticos), com os meios mecânicos encontra-se maior dificuldade em se atuar conjuntamente com sinais elétricos de comando. Com motores e acionamentos elétricos é evidente a facilidade de recepção de sinais elétricos. No entanto, os atuadores hidráulicos e pneumáticos são comandados por meio de válvulas que podem ser eletro-hidráulicas ou eletro-pneumáticas, possibilitando a correlação com sinais elétricos vindos de botões ou mesmo de C.L.P.s.

Duas importantes vantagens podem ser observadas quanto ao emprego das automações hidráulica e pneumática: os sinais pneumático e hidráulico são intrinsecamente seguros quando utilizados em ambientes com a presença de gases ou vapores inflamáveis; e ainda, estes sinais podem ser utilizados diretamente para acionar válvulas de controle ou outros servomecanismos, utilizados como elementos finais de controle.

Os sistemas de automação com comandos pneumáticos e comandos hidráulicos necessitam que ocorram eventos (estímulos), internos ou externos, para que possam ser empregados de forma adequada nas mais diversas áreas, principalmente na praça de máquinas de uma embarcação mercante.

2.5 Automação pneumática

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.

2.6 Automação hidráulica

A automação hidráulica é muito utilizada nas embarcações devido a sua grande importância no que se refere à multiplicação da força. A hidráulica pode ser entendida como um conjunto de elementos físicos associados que, utilizando um fluido como meio de transferência de energia permite a transmissão e o controle de força e movimento. Então, um circuito hidráulico pode ser citado como um sistema energético, pois sua operação baseia-se na conversão, transferência e controle de energia hidráulica.

Assim sendo, um sistema hidráulico 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. Assim, com a automação hidráulica é possível realizar tarefas complexas e impossíveis de serem realizadas pela força humana. Um exemplo é o posicionamento do leme de uma embarcação marítima, que emprega o conceito de realimentação, onde o mecanismo eletro-hidráulico de acionamento do leme é composto de uma servoválvula eletro-hidráulica com vias e de cilindros hidráulicos.

3 APLICAÇÕES A BORDO

Diversas são as aplicações da automação nos navios mercantes atuais, todo navio construído hoje conta com uma grande parte de sua operacionalidade automatizada. Nesses navios a automação tem como principal objetivo um gerenciamento centralizado, que assuma de modo integral o controle, interligando todos os sub-sistemas. Diante de tamanha variedade destacaremos aqui algumas aplicações encontradas, as quais acharmos mais oportunas para exemplificar os diversos setores em que atua a automação, sua eficiência e importância a bordo.

Em embarcações petrolíferas, citaremos o Sistema de Posicionamento Dinâmico (S.D.P.) que é responsável por: determinar a posição atual do navio, baseado em informações recebidas dos Sistemas de Referência de Posição e de sensores auxiliares; comparar dados recebidos com a posição desejada pré-estabelecida; estimar o erro ou discrepância entre essas medidas; e por fim, emitir ordens ao Sistema de Propulsão, comandando a correção necessária para restabelecer o posicionamento desejado.

Nos demais navios existe o Sistema de Controle e Monitoração da Carga que tem a finalidade de automatizar o carregamento e descarregamento de produtos dos tanques, utiliza sistemas de radar altamente precisos para medir os níveis de produto nos tanques (precisões de +/- 1mm). Interligação das “workstations” por intranet e ligação à Internet.

A fim de ilustrar a importância dos sensores não podemos deixar de ressaltar os mangotes inteligentes. Com eles é possível comprovar com segurança, a resistência em aplicações com fluidos abrasivos. À medida que o tubo interno vai se desgastando, o fluido atinge a camada de sensores, possibilitando a sua monitoração. Isso permite giro ou mesmo a substituição do mangote, garantindo maior vida útil, sem riscos de rompimentos inesperados. Este tipo de mangote viabiliza a manutenção preventiva, aumenta a vida útil dos mangotes, reduz o estoque, assim como os custos de manutenção e operação.

Na máquina do leme dos navios mercantes (sistema de governo), como já mencionado anteriormente é empregado um sistema hidráulico. Ele é constituído por um setor acionado por dois cilindros hidráulicos, por duas válvulas solenóides e por uma unidade comparadora. A pressão hidráulica dá movimento ao sistema. A válvula solenóide é responsável por iniciar e parar o acionamento do leme em uma direção (BE ou BB). Essa unidade comparadora recebe o sinal do transmissor ligado ao timão e compara com o sinal recebido de outro transmissor ligado mecanicamente a madre do leme. Uma vez que o comparador verifica a

existência de qualquer diferença entre o transmissor do timão e o da madre do leme, ele comanda o fechamento de uma das duas contadoras no quadro de controle na máquina do leme. Uma contadora energiza o solenóide de BE e outra de BB, nas duas unidades hidráulicas, simultaneamente. Logo que o transmissor ligado à madre do leme igualar o valor do transmissor ligado ao timão, a contadora será desligada pelo comparador, e o solenóide será desligado. Naturalmente o comparador integra, dentre outros, circuitos para amortecimento do acionamento evitando assim seqüências rápidas e sucessivas para ligar e desligar os solenóides.

O grupo destilatório possui um sistema de monitoração da água produzida, composto por uma válvula magnética e um salinômetro ligado a uma unidade de alarme na CCM, tem a finalidade de impedir que possíveis contaminações dessa água por eventuais partículas de sal arrastadas pelo vapor, que venham a contaminar também o destilado já armazenado.

Na construção naval, a automação tem sido aplicada no corte e soldagem de metal utilizando ferramentas CAD/CAE e novas tecnologias laser, permitindo uma flexibilidade operacional e autonomia de execução. Operadores humanos dos manipuladores passam agora a executar apenas tarefas de alto nível como: planejamento e supervisão.

Monitoramento do casco com sensores de fibra óptica permitem evitar grande parte dos acidentes marítimos causados por elevada fadiga e conseqüente quebra do casco. Têm elevada sensibilidade; boa resistência à água e químicos; imunes a interferência eletromagnética; não emitem radiação eletromagnética; e permitem multiplexagem de comprimentos de onda, podendo se ligar vários sensores em cadeia.

No Centro de Controle das Máquinas (CCM), o controle e a monitoração são feitos por meio de terminais de vídeos coloridos, com imagens dinâmicas do processo. O monitoramento constante permite detectar falhas prematuramente

Além disso os navios contam com altas tecnologias empregadas a todos os tipos de sistemas, como por exemplo:

O Sistema de Controle de Manobras do Passadiço do Navio que abrange os sistemas de comando dos motores de propulsão, leitura e comando preciso da velocidade dos motores, comando automático dos motores, sistemas de ignição, arranque e paragem dos motores, mecanismos de inversão de marcha dos motores.

O Sistema Integrado de Navegação que tem como objetivo: sistema completamente redundante; workstation ligada por Intranet (ligação rápida e redundante); planejamento da navegação, correção de desvios e display de informação relevante à navegação

(direcionamento, velocidade, ventos, profundidade...); o sistema de prevenção de colisões e desvio de obstáculos, entre muitos outros.

Quando a automação não atuava nessas áreas e nesses equipamentos, entre outros, todo o funcionamento era realizado com a observação do homem e com a intervenção da mão de obra humana. Eram muito mais complexos e por isso necessitavam de muitos tripulantes a bordo para que os equipamentos funcionassem numa boa condição de operação.

4 REDUÇÃO DA TRIPULAÇÃO E SEGURANÇA

Os navios mercantes cada vez mais usufruem de modernos e eficientes sistemas de alarmes, de controle e supervisão remota, simplificando significativamente o serviço na praça de máquinas, passadiço e convés. Desde os primórdios sabe-se que a redução de tripulantes a bordo tem sido consequência deste avanço da tecnologia aplicada. Vista com bons olhos pelo Armador, que viu nessa economia de alguns homens uma forma de ampliar e melhorar seus negócios.

Porém hoje assistimos um desequilíbrio entre a necessidade das nações, seja desenvolvida seja em desenvolvimento que continuam dependentes do mar, e de seus homens que não sentem mais a necessidade de procurarem a gratificante, mas dura vida marinheira, visto que, em terra encontram oportunidades que no passado inexistiam. A fim de permitir de modo competitivo a presença das suas bandeiras nos mares, sem que isso signifique um problema social e econômico a seus marítimos, surge agora a necessidade de tripular navios com um pessoal reduzido, mas com a mesma eficiência e segurança de antes. Eis onde a automação torna-se indispensável, reduzindo custos operacionais, aumentando a produtividade, a segurança e a confiabilidade dos processos, minimizando o esforço humano, reduzindo assim a fadiga do operador, e ainda, diminuindo a quantidade de empregados para gerenciar um único processo.

Isso possibilita também um maior padrão de vida, mais seguro, menos desgastante e uma melhor remuneração para aqueles que tripulam navios com pessoal reduzido.

Efetivamente nos países desenvolvidos maiores padrões de vida, e grandes oportunidades de trabalho em terra tornam difícil o recrutamento e a fixação de seus homens na realidade marítima, afirmação constatada tanto porque é cada vez menor, o emprego de seus naturais na Marinha Mercante, tanto pela alta contratação de indonésios, filipinos, paquistaneses, entre outros para tripular seus navios. Esses têm-se empenhado em avançar a tecnologia, estudando programas de construção naval que viabilizem, a médio e longo prazo, uma redução de tripulação que, vem resolver a dificuldade da inexistência de profissionais, e atendem simultaneamente a faixa de menores custos mantendo, com isso, competitividade no mercado. Esses países pagam cada vez melhor a seus profissionais, a fim de manter esses poucos homens remanescentes no mar.

No Brasil assim como em alguns outros países, erroneamente a redução de tripulação está sendo implementada com a preocupação principal, de economizar custos diretos e

indiretos com a tripulação, o que pode resultar em sérios problemas para o desenvolvimento marítimo brasileiro.

Não podemos esquecer que apesar de todos os benefícios, com a automação muitos empregos que antes eram importantes estão agora se extinguindo, acarretando um aumento no nível de desemprego, principalmente nas áreas em que atuam profissionais de baixo nível de qualificação, além da experiência de um trabalhador se tornar rapidamente obsoleta. Devemos ressaltar ainda que a redução em navios com automação deficiente está bem mais perto de falhas de operação e sinistros do que do lucro ora almejados. Tendo como exemplo em Máquinas, uma profissão que exige um grande esforço físico e mental, uma redução de tripulação indevida pode tornar o trabalho excessivamente desgastante, prejudicando tanto a saúde do profissional, como a segurança da embarcação.

Antes de a redução ser aplicada várias medidas devem ser tomadas e vários princípios respeitados, como já vem acontecendo em alguns países, a fim de não cometer injustiças sociais e econômicas.

Princípios esses, tais como: pesquisa tecnológica avançada com grande investimento; experiências, com redução gradativa de tripulação, de acordo com a aplicação efetiva da automação; treinamento intensivo e específico das tripulações de cada tipo de navio com equipamentos avançados; uso de equipamentos redundantes que viabilizam o alcance de excelentes padrões operacionais; fortalecimento da indústria naval, para que, caso ocorra excesso de tripulantes, este possa ser absorvido no processo de expansão da frota; adequação da legislação a essa forma de trabalho, uma vez que existe tripulação de segurança.

4.1 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).

Segue adiante normas e leis que abrangem a condição de praças de máquinas

parcialmente desguarnecidas.

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

Deverão ser tomadas medidas, à satisfação da Administração, para assegurar que o equipamento está funcionando de maneira confiável e que arranjos satisfatórios são feitos para as inspeções regulares e testes de rotina, de modo a assegurar operação confiável contínua.

Todo navio deverá estar provido de evidências, provadas com documentos, à satisfação da Administração, de sua aptidão para operar periodicamente com compartimentos de máquinas desguarnecidos.

4.1.1 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;
- 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 carter, ou de monitores de temperatura dos mancais da máquina ou de dispositivos equivalentes.

4.2 Proteção contra alagamento

Os pocetos dos porões dos compartimentos de máquinas periodicamente desguarnecidos deverão ser localizados e monitorados de maneira tal que a acumulação de líquidos seja detectada com ângulos normais de trim ou de banda, e deverão ser suficientemente espaçosos para receber, sem dificuldade, a drenagem normal durante o período em que os compartimentos estiverem desguarnecidos.

Nos casos em que as bombas de esgoto do porão forem capazes de entrar automaticamente em funcionamento, deverão existir a bordo dispositivos para indicar quando a entrada de líquido a esgotar é maior do que a capacidade da bomba em questão, ou se a

bomba está funcionando mais freqüentemente do que normalmente seria esperado. Em casos como esses, pode ser permitida a instalação de pocetos menores nos porões dos compartimentos de máquinas, de maneira a acumular o líquido por um razoável período de tempo. Nos casos em que as bombas de esgoto de porões forem controladas automaticamente, deverá ser dada especial atenção às exigências para a prevenção da poluição por óleo.

A localização dos controles de qualquer válvula de entrada de água do mar, da descarga abaixo da linha d'água ou do sistema de injeção do porão deverá ser posicionada de modo a permitir tempo adequado para operação dos mesmos no caso de entrada de água no espaço em questão, levando em consideração, também, o tempo necessário ao acesso e acionamento desses controles. Se o nível atingido pelo alagamento do compartimento com o navio em plena carga assim o exigir, deverão ser implementados dispositivos para operar esses controles de uma posição situada acima do referido nível de alagamento.

4.3 Controle da máquina propulsora a partir do passadiço

Em todas as condições de navegação, inclusive manobra, a velocidade, a direção do empuxo e, se for o caso, o passo do hélice, deverá estar sob pleno controle do passadiço.

Esse controle remoto deverá ser executado por um único dispositivo de controle, independente para cada hélice, fazendo funcionar automaticamente todos os serviços associados, inclusive, quando necessário, os mecanismos para evitar sobrecarga na máquina propulsora.

A máquina de propulsão principal deverá estar provida de um dispositivo de parada de emergência situado no passadiço, o qual deverá ser independente do sistema de controle do passadiço.

As ordens para a máquina de propulsão, emanadas do passadiço, deverão ser devidamente indicadas no centro de controle da máquina ou no painel de comando local da máquina.

O controle remoto da máquina de propulsão deverá ser possível somente de um único local em um dado momento; em tais locais, postos de controle interconectados são permitidos. Em cada local deverá haver um indicador mostrando de que local está sendo feito o controle da máquina de propulsão. A transferência de controle entre o passadiço e os compartimentos de máquinas deverá ser possível somente no principal compartimento de máquina ou no centro de controle da máquina. O sistema deverá contar com meios para evitar que o impulso

propulsor venha se alterar significativamente com a transferência em causa de um local para outro.

Deverá ser possível que todas as máquinas essenciais à operação segura do navio sejam controladas do local onde estão posicionadas, mesmo no caso de falha em qualquer parte do sistema automático ou do sistema de controle remoto.

O projeto do sistema automático de controle remoto deverá ser tal que, no caso de sua falha, será dado um alarme. A menos que a Administração considere isto impraticável, a velocidade e a direção do impulso do hélice, preestabelecidas, deverão ser mantidas até que o controle local entre em funcionamento.

Deverão existir no passadiço, indicadores para:

- a) velocidade do hélice e sentido de rotação, no caso de hélice de passo constante; ou,
- b) velocidade do hélice e posição do passo do hélice, no caso de hélice de passo variável.

O número de falhas possíveis nas tentativas consecutivas de partida automática deverá ser limitado, para salvaguardar suficiente pressão de ar de partida. Deverá estar instalado um alarme para indicar baixa pressão de ar de partida, em um valor ainda suficiente para permitir operações de partida da máquina propulsora.

4.4 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.

4.5 Sistema de alarme

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

4.6 Sistema de segurança

Um sistema de segurança deverá ser instalado de modo a garantir que sérias falhas de funcionamento na condução das máquinas ou das caldeiras, falha essas apresentando perigo imediato, provoquem o início da parada automática da parte da instalação que está falhando e que o respectivo alarme seja dado. A parada do sistema de propulsão não deverá ser acionada automaticamente, exceto nos casos em que poderão resultar em avaria séria, acidente grave ou explosão. Quando houver dispositivos para anular a parada da máquina propulsora principal, eles deverão ser de tal natureza que impeçam serem ativados inadvertidamente. Sinais visuais deverão ser instalados para indicar quando o dispositivo de parada tiver sido acionado.

4.7 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.

4.8 Sistema de controle automático e de alarme

O sistema de controle deverá ser tal que, os serviços exigidos para o funcionamento da máquina de propulsão principal e de suas máquinas auxiliares sejam assegurados por meio dos dispositivos automáticos necessários.

Deverá ser dado um alarme por ocasião da comutação automática.

Deverá ser instalado um sistema de alarme que cumpra o prescrito na regra 51 da Convenção Solas para todos os valores importantes de pressão, temperatura e níveis de fluidos e outros parâmetros essenciais.

Um posto centralizado de controle deverá ser instalado com os painéis de alarmes

necessários e instrumentação de indicação de qualquer alarme.

Deverá haver dispositivos destinados a manter os valores necessários à pressão do ar de partida no nível adequado, quando as máquinas de combustão interna forem usadas para a propulsão principal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável que a automação reduz custos, aumenta os lucros e a produtividade do trabalho. É de grande importância para a simplificação e a diminuição dos esforços, além de multiplicar a confiabilidade, segurança e a redução de erros num processo. Compreensivelmente aplicada nas embarcações marítimas brasileiras e ao redor do mundo, tanto pela constante busca pelo desenvolvimento marítimo fundamentado no mundo capitalista em que vivemos, tanto para fugir da escassez de profissionais atuantes nessa área.

Esclarecemos que de forma alguma, nós, profissionais do mar, somos contrários a redução de tripulantes a bordo. Porém temos receio que esta seja feita em cima de navios obsoletos e de forma unilateral. Contanto que devidamente planejada, considerando os adversos e particulares interesses entre armador e tripulante, e observadas as relações de trabalho será muito bem vinda, uma vez que se bem planejada, trará sobretudo vantagens a todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Milton Antonio de. **Aplicação de automação e sistemas de alarme a bordo dos navios**. Rio de Janeiro: CIAGA, 30/09/1987.

BENEDICT, R.P. **Fundamental of temperature, pressure and flow measurements**. John Willey & Sons , 1977.

DOEBLIN, E. **Measurements systems: applications and design**. Mc grawHill, 1975.

DALLY, J.W. **Instrumentation for engineering measurements**. John Willey & Sons, 2nd Ed., 1993.

BENDAT, J.S. and Piersol A.G. **Random data: analysis and Measurement Procedures**. John Wiley, New York, 1971.

BERK, A. **Microcontrollers in Process and Product Control** - McGraw Hill, 1986. 211p. il.

BOUTEILLE, D., Frachet, J.P.: **Les automatismes programmables**. Cepadues-Editions, 1987, 221p. il.

CONVENÇÃO INTERNACIONAL PARA SALVAGUARDA DA VIDA HUMANA NO MAR – SOLAS – 74/78 – Consolidada 1998. Edição em português.

CONVENÇÃO INTERNACIONAL SOBRE NORMAS DE FORMAÇÃO DE MARÍTIMOS, EXPEDIÇÃO DE CERTIFICADOS E SERVIÇO DE QUARTO – STCW – 78/95. Edição em Português: Brasil, Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, Diretoria de Portos e Costas, 2008.

FESTO DIDATIC - **Técnicas de Automação Industrial**, parte I, II, III, 1994. 600p. il.

HOLMAN, J.P. **Experimental Methods for Engineers**. McGraw Hill, 1978.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Chief and second engineer officer STCW Regulations III/2 & III/3**. (Model Course 7.02). London: IMO. 2000. 595 p. il.

_____ **Articles, protocol, annexes unified interpretations of International Convention for Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modifies by protocol of 1978. Consolidated edition 1997. MARPOL-73/78**. London: IMO, 2002.

KUO, B. C. **Automatic control systems**. 7ed. New Jersey, USA: Prentice–Hall Inc. 1995.

KILIAN. **Modern control technology: components and systems**. 2ª edição, 2003.

MACHADO, Ronaldo Cevidones. **Redução da tripulação análise e sugestões**.

MCMILLAN, G.K. e CONSIDINE, D.M. **Process/industrial instruments and controls handbook**. 5ª Edição, Ed. McGraw-Hill, New York, 1999.

MONTEIRO, Jorge Damião. **Sistema de praça de maquinas parcialmente desguarnecida.**

NATALE, F. **Automação industrial.** Ed. Érica, São Paulo, 2000.

NEWLAND, D.E. And. **Introduction to random vibrations and spectral analysis.** Longman, 1984.

OLIVEIRA, Diocélio de. **Fundamentos da automação.** Rio de Janeiro: CIAGA, 1998.

RABELO, F. Apostila do Micrologix 1000. CIBA, 2004.

SLONCZEWSKI, T.: **Controles a realimentação.** São Paulo: McGraw Hill, 1973.