

## 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.

## GENERALIDADES SOBRE AUTOMAÇÃO

### 1.1 – Histórico

Desde a pré-história, o homem tenta poupar esforços com iniciativas para mecanizar atividades manuais. Invenções como a roda, o moinho movido por vento ou por força animal e as rodas d'água demonstram a criatividade do homem. Entretanto, a automação só começou a se destacar 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. Porém, antes disso foram inventados dispositivos simples e semi-automáticos.

Em meados de 1788, James Watt desenvolveu um mecanismo de regulação do fluxo de vapor em máquinas. Isto pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação. O regulador 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, a energia elétrica passou a ser utilizada e estimulou indústrias como a do aço, a química e a de máquinas-ferramenta. O setor de transportes progrediu bastante graças à expansão das estradas de ferro e à indústria naval.

Durante o século XX o homem presenciou o maior desenvolvimento tecnológico de sua existência, a tecnologia da automação passou a contar com computadores, servomecanismos<sup>1</sup> e controladores programáveis. Uma das tecnologias que mais repercussão alcançou e mantém-se em constante desenvolvimento é a do controle automático de processos industriais

Sua importância não se limita só em substituir o trabalho humano nas tarefas monótonas, repetitivas, inseguras e cansativas, mas principalmente, no fato de permitir uma sensível melhoria na qualidade dos processos, com baixo custo de investimento e que possibilita um mercado mais competitivo com lucros razoáveis.

### 1.2 - Definição

A palavra automação é definida como um sistema automático pelo qual os mecanismos controlam seu funcionamento, dispensando, quase por completo, a interferência do homem.

---

### 1.3 Diferença entre automação e automatização

- **Automação** é o conjunto de técnicas que permitiram a criação de dispositivos capazes de estender o nosso sistema nervoso e a capacidade de pensar, essa é a definição segundo Horta Santos (1987).
- **Automatização**, na definição de Horta Santos, está diretamente ligada à sugestão de movimento automático, repetitivo, mecânico e é, portanto, sinônimo de mecanização. Com isso, os mecanismos podem controlar seu próprio funcionamento, quase sem interferência do homem. Essa palavra resultou da aglutinação de “**automatic control and instrumentation**”. Ou seja, é quando o operador que, dispondo de informações sensoriais dos dados dos instrumentos de medida e de informações de várias ordens, introduz correções na atuação do sistema (máquinas ou equipamentos) de modo que sejam atingidas as condições desejadas.

## 1. AUTOMAÇÃO

A automação surgiu como o caminho para a redução da participação da “mão humana” sobre os processos industriais. Partindo desse conceito, podemos dizer que a utilização em larga escala do moinho hidráulico para fornecimento de farinha, no século X, foi uma das primeiras criações humanas com o objetivo de automatizar o trabalho, ainda que de forma arcaica. Esse desenvolvimento da mecanização teria impulsionado mais tarde o surgimento da automação. A disseminação do moinho hidráulico pela Europa Ocidental levou a um crescimento da produção de alimentos nunca antes observado. Na época, um moinho era capaz de substituir o trabalho de dez a vinte homens. Desde então o homem tem direcionado seu conhecimento para o desenvolvimento de tecnologias que desonerem suas atividades braçais. Um exemplo é a máquina a vapor, que começou a ser utilizada para movimentar equipamentos industriais em 1775 e fez um martelo de 60 quilos dar 150 golpes por minuto.

A necessidade cada vez maior de produzir mais e melhor culminou na Revolução Industrial, ocorrida a partir da segunda metade do século XVIII. Grande marco da substituição do trabalho braçal por máquinas que executavam a mesma tarefa com maior eficiência e qualidade, a Revolução acelerou o processo de transformação e desenvolvimento de tecnologias.

Mas foi com a ajuda do inventor James Watt que a máquina a vapor se tornou mais eficiente, com a implantação do regulador de velocidade. Assim, estava criado o sistema que unia as tecnologias pneumática e hidráulica.

As modificações feitas por Watt tiveram tanta importância para o parque fabril da época que levaram o filósofo alemão Karl Marx a considerar a máquina a vapor como o item mais importante da grande indústria. As companhias de fabricação

têxtil foram as mais beneficiadas, mas apenas Alemanha, Estados Unidos e Inglaterra se equiparavam em capacidade de produção nesse primeiro período da revolução industrial.

As primeiras máquinas movidas a eletricidade surgiram em meados do século XIX, graças a esforços de diversos pesquisadores – entre eles Michael Faraday e André-Marie Ampère – que estudaram a utilização da eletricidade e do magnetismo em conjunto, levando ao desenvolvimento de motores que, conectados a sistemas elétricos, acionavam alavancas. No final do século XIX, esse tipo de motor começou a ficar obsoleto e deu lugar às máquinas que usavam a corrente elétrica em circulação em condutores para interagir com o campo magnético produzido por ímãs ou eletroímãs.

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) também contribuiu para a história do controle automático – ainda que com objetivos menos nobres – com o desenvolvimento de sistemas para aplicação no lançamento de mísseis.

De acordo com o professor de automação industrial e gestão de projetos da Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (Fumep), Marcelo Eurípedes da Silva, a desvantagem do relé na época era a necessidade de fixá-los em algum ponto e sua transição para outros locais demandava muito trabalho, além da manutenção constante dos equipamentos.

O conceito de automação foi instituído nos Estados Unidos apenas em 1946, nas fábricas automotivas e, atualmente, o termo significa qualquer sistema que utilize computação e que substitua o trabalho humano com o intuito de aumentar a velocidade e a qualidade dos processos produtivos, a segurança dos funcionários, além de obter maior controle, planejamento e flexibilidade da produção.

A criação, em 1947, do transistor ajudou a impulsionar o desenvolvimento da automação, pois se tratava de um componente eletrônico capaz de controlar a passagem da corrente elétrica em determinados sistemas. “O transistor é a base para qualquer processador moderno”, explica o especialista em manutenção de sistemas elétricos e gerente técnico da Adimarco, Marcelo Paulino. Com o uso do transistor e da eletrônica, foi possível o desenvolvimento dos primeiros computadores industriais. Embora o microprocessamento tenha sido comercializado apenas a partir dos anos 1960, foi nesse período que surgiram os primeiros robôs mecânicos a incorporar sistemas de microprocessamento e unir tecnologias mecânicas e elétricas.

Até o final da década de 1960, as empresas automobilísticas produziam em massa, com rapidez e qualidade, mas não ofereciam muitas opções para os clientes, já que a linha de produção não era flexível. A solicitação de um carro com acessórios específicos ou com uma cor diferente da disponível para pronta entrega poderia levar muitos meses para ser produzida, por exemplo.

Percebendo a necessidade do mercado, a General Motors (GM), nos Estados Unidos, solicitou à empresa Allen-Bradley que confeccionasse um produto que conferisse versatilidade à produção. A empresa, que já produzia contadores e

dispositivos elétricos, desenvolveu, em 1968, o equipamento chamado Controlador Lógico Programável (CLP), que substituiu os antigos relés e permitiu fazer modificações rápidas no processo produtivo.

## **1 Sistema de controle**

Sistema de controle é um processo acionado por um dispositivo de controle, que determina o resultado desejado e, ao longo do tempo, indica o resultado obtido e corrige sua ação para atingir, o mais rápido possível, o valor desejado é 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.

### **1.1.1 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 sinal de comando/controlado recebido. Normalmente é uma válvula.

### **1.1.2 Sensor**

Um sensor é geralmente definido como um dispositivo que recebe e responde a um estímulo ou um sinal. Muitas vezes um sensor é composto de um transdutor e uma parte que converte a energia resultante em um sinal elétrico. Podem ser de indicação direta (como um termômetro de mercúrio ou um medidor elétrico) ou em par com um indicador (algumas vezes indiretamente com um conversor de analógico para digital, um computador e um display) de modo que o valor detectado se torne legível pelo homem. É o elemento 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.

### **1.1.3 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.

### **1.1.4 Inversor de Frequência**

São dispositivos eletrônicos que convertem a tensão da rede alternada senoidal, em tensão contínua de amplitude e frequência constantes e finalmente converter esta última, em uma tensão de amplitude e frequência variáveis. Através da funcionalidade que os microprocessadores trouxeram, os conversores de Frequência hoje, são dotados de poderosas CPUs ou placas de controle microprocessadas, que possibilitam uma infindável variedade de métodos de controle, expandindo e flexibilizando o uso dos mesmos. Inerentemente ao projeto básico de um inversor de Frequência, teremos na entrada o bloco retificador, o circuito intermediário composto de um banco de capacitores eletrolíticos e circuitos de filtragem de alta frequência e finalmente o bloco inversor, ou seja, o inversor na verdade é um bloco composto de transistores dentro do conversor.

### **1.1.5 Transdutor de medição**

O transdutor é qualquer dispositivo capaz de transformar um tipo de sinal em outro para permitir o controle de processos físicos, ou realizar um medição, etc.

Transdutores resistivos

Normalmente estes transdutores empregam os seguintes dispositivos elétricos: pontenciometro<sup>2</sup> e extensômetros elétricos. São aparelhos que utilizam extensômetros elétricos de resistência (EER) para transformar a deformação em um sinal elétrico.

### 1.1.6 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.

### 1.1.7 Transmissores de sinal

Em muitos casos os sensores e transdutores de medida estão afastados dos elementos de controle. A solução habitual consiste na concentração dos elementos de controle (controladores ou computadores) ou de leitura e registro numa única sala (sala de controle). É então necessário transmitir sinais analógicos e, em certos casos, digitais, representativos dos valores das grandezas medidas. Esta transmissão faz-se com instrumentos designados como transmissores de sinal.

#### a) Transmissores Pneumáticos

Transmissores pneumáticos são capazes de aceitar um sinal de entrada de deslocamento mecânico e de produzir um sinal de saída pneumático, proporcional ao sinal de entrada. A diferença entre o sinal de entrada e o sinal de realimentação é efetuada por meio de atuações mecânicas, em sentidos contrários, sobre a palheta moduladora ou sobre o ejetor.

O ganho dos transmissores pneumáticos é ajustado de tal modo que a pressão de saída varia de 3 a 15 psi quando o sinal de entrada oscila entre o valor mínimo da faixa de medida e o valor máximo.

#### b) Transmissores elétricos

Uma larga variedade de dispositivos permite a conversão de qualquer variável controlada num sinal elétrico analógico ou digital para a transmissão a distancia. Este sinal elétrico é recebido, como de entrada, em controladores eletrônicos, nos elementos periféricos dos computadores digitais de controle, nos sistemas de aquisição de dados.

Nos casos em que o transdutor primário já fornece um sinal elétrico (termopares, termo-resistências, strain-gages, detectores piezo-elétricos, elétrodos de PH, células fotoelétricas etc.) pode-se para distâncias curtas, fazer transmissão direta deste sinal primário, ou intensificá-lo primeiro com amplificadores eletrônicos e magnéticos, nos casos de distâncias longas.

Os elementos primários que produzem uma saída mecânica (foles, bourdons, diafragmas, etc.) são associados a transdutores secundários com uma saída elétrica de vários tipos.

#### c) Transmissores eletrônicos

O sinal de saída pneumático (3 a 15 psi) das células de pressão diferencial não pode ser transmitido a distâncias muito grandes em virtude do valor exagerado que podem tomar os atrasos na transmissão. Acima de 350 metros é preferível transformar o sinal de pressão diferencial em sinal elétrico, por meio de um transmissor elétrico de pressão diferencial.

Tal como nos tipos pneumáticos, a pressão diferencial provoca o movimento de um diafragma, o qual transmite a sua deslocação a uma barra vertical. Os movimentos da barra são detectados por um transformador diferencial que gera um sinal elétrico de desequilíbrio, correspondente à variável medida. Este sinal é amplificado por um amplificador transistorizado o qual fornece o sinal de saída.

Para a linearização do transmissor, existe um eletroímã de realimentação, excitado pela corrente de saída, o qual restabelece aproximadamente, o equilíbrio da barra.

### **1.1.8 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. Sistema supervisório**

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/controle) 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.

## 2.1 C.L.P.

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.

### **3.0 Automação pneumática/hidráulica**

Por sua natureza, os sistemas hidráulicos e pneumáticos constituem-se em uma forma concreta de aplicação dos princípios da mecânica dos fluidos compressível e incompressível a qual embasa o desenvolvimento de componentes e circuitos.

Por outro lado, os conceitos de automação e controle estão intimamente relacionados com a hidráulica e pneumática, pois esta área da tecnologia possui dispositivos para atuação mecânica rotacional e translacional para uma vasta gama de forças, torques, velocidades e rotações. O estudo da automação e controle engloba diversas áreas como lógica Booleana, Teoria de controle, metrologia e

mecatrônica. Assim sendo, conforme será visto de maneira introdutória no decorrer deste trabalho, a efetiva compreensão desta área implica em mesclar estas várias disciplinas enfatizando alguns aspectos para o domínio da hidráulica e outros mais para a pneumática.

### **3.1 A 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, homoganeamente, 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.

Entretanto, é de extrema importância que ao instalar uma rede de pneumática em um navio, em que haverá com certeza diversos pontos de utilização, conexões de derivação, engates rápidos, tubulações muitas vezes instaladas em locais em que há a ação corrosiva de vapores, etc., tenha-se a certeza da inexistência de pontos de vazamento.

Por incrível que pareça, embora o fluido de utilização para o acionamento dos atuadores seja o ar, portanto nada mais que a própria atmosfera de nosso planeta, cuja existência é abundante, pequenos vazamentos podem ter importância significativa em termos de custo, quando analisados frente à rentabilidade.

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 componentes que viabilizam a automação de controle.

### **3.11 Tratamento do ar comprimido**

No processo de geração de ar comprimido, o ar atmosférico é aspirado pelo compressor, comprimido e comumente armazenado em um reservatório. Entretanto, é conveniente, antes do armazenamento, proceder a um tratamento desse ar, bem como, também, ao tratamento do ar que deixa o reservatório.

O ar então, após a compressão, tem sua temperatura elevada em função dos atritos, a uma temperatura superior à de armazenamento, necessitando assim passar por um resfriador, a fim de levar-lhe a condição apropriada ao armazenamento no reservatório. Essa passagem através do resfriador provoca, em função da diferença de pressão e temperatura, uma condensação de pequena parte do ar, que será separada no separador de condensados e posteriormente eliminada pelo purgador.

Uma vez armazenado no reservatório a uma pressão de cerca de 12 Kgf/cm<sup>2</sup> (12Bar) e temperatura de 20°C, o ar pode ser utilizado quando for conveniente, entretanto sua utilização deve ser precedida de novo tratamento, isso porque a ação da variação da temperatura ambiente (diferença de temperatura e pressão entre ambiente e reservatório) coloca o ar em uma condição úmida, havendo assim a necessidade de uma secagem prévia em um secador. Desse modo, parte de desse ar que não contenha partículas de água seguirá pelo By Pass alimentando a linha tronco, e o restante passará pelo secador, em que as partículas de água serão eliminadas, retidas, seguindo para a linha tronco somente o ar seco.

Mesmo com todo esse tratamento prévio, é necessária a utilização de purgadores nas linhas de alimentação dos automatismos, pois o ar fica retido nas tubulações sofre, em parte, em função de diferenças de temperatura e pressão, principalmente durante os meses de inverno, pequena condensação, devendo assim ser eliminada pelos purgadores.

#### **3.1.2 Atuadores Pneumáticos Lineares**

Os atuadores pneumáticos são elementos mecânicos que por meio de movimentos lineares ou rotativos transformam a energia cinética gerada pelo ar

pressurizado e em expansão, em energia mecânica, produzindo trabalho.

Conhecidos comumente como cilindros pneumáticos, são elementos constituídos por um tubo cilíndrico, tendo uma de suas extremidades fechada por uma tampa, a qual contém uma conexão que serve para admissão e exaustão do ar, e na outra extremidade, outra tampa com igual característica, porém dotada ainda de um furo central pelo qual se movimenta uma haste que, na extremidade interna ao cilindro, possui um êmbolo com vedação, que pela ação do ar expandindo-se no interior do tubo cilíndrico, possibilita o movimento de expansão ou retração dessa haste.

#### **2.4.2 A 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.

### **3.2 Atuadores Hidráulicos**

Os atuadores hidráulicos convertem a energia de trabalho em energia mecânica. Eles constituem os pontos onde toda a atividade visível ocorre, e são uma das principais coisas a serem consideradas no projeto da máquina. Os atuadores hidráulicos podem ser divididos basicamente em dois tipos: lineares e rotativos.

#### **a) Atuadores Hidráulicos lineares**

Cilindros hidráulicos transformam trabalho hidráulico em energia mecânica linear, a qual é aplicada a um objeto resistivo para realizar trabalho. Um cilindro consiste de uma camisa de cilindro, de um pistão móvel e de uma haste ligada ao pistão. Os cabeçotes são presos ao cilindro por meio de roscas, prendedores, tirantes ou solda (a maioria dos cilindros industriais usa tirantes). Conforme a haste se move para dentro ou para fora, ela é guiada por embuchamentos removíveis chamados de guarnições. O lado para o qual a haste opera é chamado de lado dianteiro ou "cabeça do cilindro". O lado oposto sem haste é o lado traseiro. Os orifícios de entrada e saída estão localizados nos lados dianteiro e traseiro.

#### b) Atuadores Hidráulicos rotativos

Convertem energia hidráulica em movimento rotativo, sob um determinado número de graus. O oscilador hidráulico é um atuador rotativo com campo de giro limitado. Um tipo muito comum de atuador rotativo é chamado de atuador de cremalheira e pinhão. Esse tipo especial de atuador rotativo fornece um torque uniforme em ambas as direções e através de todo o campo de rotação. Nesse mecanismo, a pressão do fluido acionará um pistão que está ligado à cremalheira que gira o pinhão. Unidades de cremalheira e pinhão do tipo standard podem ser encontradas em rotações de 90, 180, 360 graus ou mais. As variações dos atuadores de cremalheira e pinhão podem produzir unidades com saídas de torque de até  $60 \times 10^4$  kgf.m.

### 4. A AUTOMAÇÃO NOS NAVIOS MERCANTES

Inicialmente, os sistemas de automação a bordo eram construídos basicamente por relés. Logo em seguida, o progresso levou a eletrônica do semi-condutor, que atualmente é uma parte fixa quase indispensável da tecnologia da automação naval. Devido às vantagens que apresenta (ausência de desgaste e manutenção, construção compacta e flexibilidade) ela, em poucos anos superou largamente outras tecnologias. Inclusive os fabricantes que só produziam sistemas pneumáticos começaram a oferecer sistemas eletrônicos de controle. Isso foi devido, principalmente, às várias medidas de instrução e a praticidade de manuseio por parte da tripulação.

Ao longo do desenvolvimento o tamanho e a sensibilidade à temperatura dos elementos foram grandemente reduzidos, assim como incrementada na acurácia funcional e na segurança.

Com o aumento da integração dos circuitos eletrônicos houve uma diminuição considerável no preço, permitindo que a eletrônica competisse e ultrapassasse outros sistemas, como o circuito de relés ou pneumáticos. Além disso, outras vantagens foram levadas em conta na substituição, como: exige pouco espaço na instalação; tem alta resistência à vibração e temperatura; baixo consumo de energia, etc.

Depois da chegada da automação a bordo dos navios houve uma grande melhora na segurança da tripulação e uma diminuição dos custos de manutenção e reparo, uma vez que os equipamentos trabalham em ótimas condições de funcionamento, porém a redução da tripulação tornou-se motivo de preocupação em certos casos.

#### 4.1- Aplicações

A automação tem grande emprego nos navios nas áreas de máquinas, carga e convés. Podemos citar algumas de suas aplicações, tais como:

Área de Máquinas:

- A automação é empregada no sistema de controle remoto do diesel ou do hélice de passo variável; em navios de turbinas a vapor atua no controle dos queimadores e no controle da caldeira;

- Na parte de geração de energia, a automação atua em um sistema que compreende os controladores automáticos de parada/partida para os diesel geradores auxiliares e na automação dos geradores para sincronização, paralelismo e divisão de carga;
- No controle automático de bombas, compressores e circuitos de controle de temperatura para meios de operação como: água de refrigeração, óleo lubrificante, etc.
- Para a proteção das instalações, um sistema de monitoramento com alarmes e impressão.

Área de carga (navios tanques):

A área de carga é dividida em seis blocos:

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

Área de convés:

A automação no departamento de convés começou com o desenvolvimento do radar, e foi intensificada com o ARPA (“Automated Radar Plotting Aids”). Outros desenvolvimentos incluíram combinações complexas entre o motor, o leme e os controladores dos “thrusters”, que ajudam na atracação e desatracação dos navios, diminuindo a necessidade de muitos rebocadores.

#### **4.1.1 – Sistema automático de geração de energia a bordo.**

A energia elétrica é indispensável em um navio, uma queda no fornecimento dessa energia resulta em sérios problemas, principalmente se o navio estiver em operação, além do desconforto e do trabalho de conseguir o funcionamento completo do navio novamente. O fornecimento contínuo de energia é garantido pela automação da geração de energia elétrica. Esse dispositivo, sem a intervenção da tripulação, mantém sempre o número de grupos geradores necessários para cobrir o consumo de potência da rede de bordo, economizando assim, combustível e horas de serviço.

Diminui ao máximo os distúrbios na rede elétrica. Em caso de falhas, a automação define as medidas a serem tomadas, se sincronizam, se conectam em paralelo e, em questão de segundos se acha à disposição a energia requerida.

As duas funções básicas da automação são complementadas pelas funções gerais. Elas controlam o conjunto em relação a tensão e a frequência da rede, seqüência de partida, seqüência de parada com monitoração de sub-carga, chamada de cargas maiores, divisão de carga ativa, colocação do sistema em



manual após curto-circuito, monitoração da pré-lubrificação, monitoração da velocidade de ignição e sobrevelocidade, etc. Esse conjunto é monitorado por um sistema de alarme, por indicadores e elementos de comando.

A primeira maneira de verificar o grau de automação de energia é considerar as prevenções contra “Black-out”. Em praças de máquinas desguarnecidas é necessário prevenir-se contra qualquer “Black-out”, devendo-se instalar sempre um sistema de automação mais completo.

#### **4.1.2 – Sistema de comando e regulação das caldeiras**

O aumento da potência de acionamento a bordo dos navios, deixou as instalações produtoras de vapor e máquinas mais volumosas e complexas. A fim de manter o pequeno espaço ocupado por essas instalações e continuar ampliando o fator econômico das mesmas, a solicitação do material foi aumentada consideravelmente, o que resultou em uma tolerância mais estreita nos diversos parâmetros de serviço, ou seja, nas grandezas de regulação.

Por esse motivo, as instalações de caldeiras maiores são dominadas somente através de sistemas automáticos de comando e regulação, mesmo sendo operadas por pessoal qualificado.

Podemos citar alguns dos circuitos de regulação da caldeira, que formam a automação de vapor a bordo, os principais são:

- Regulação da carga;
- Regulação do combustível;
- Regulação do ar de combustão;
- Regulação da pressão do combustível;
- Regulação do nível de água;
- Regulação da temperatura e viscosidade do combustível.

Esses circuitos empregam além dos módulos eletrônicos para comando e regulação, atuadores eletromecânicos com motores trifásicos, equipados com controle por tiristores, eletro-pneumáticos ou eletro-hidráulicos.

Esses sistemas devem assegurar ótimas características funcionais, a boa manobrabilidade combinada com um alto grau de proteção contra sobrecarga da caldeira.

#### **4.1.3 – Sistema central integrado de monitoração e supervisão**

Esse sistema destina-se a avisar o pessoal de bordo quando existem distúrbios e falhas na instalação de máquinas e indicá-los através de sinas visuais e sonoras ao setor responsável.

A ruptura de fios, os distúrbios em contatos, etc., são detectados e assinalados. Todos os pontos de medição podem ser selecionados pelos sistemas de teclados e visualização em painéis luminosos.

#### **4.1.4 – Outros sistemas**

Além desses sistemas, encontramos outros a bordo, como o sistema automático de bombas, o comando automático de carga e descarga de petroleiros (importante, pelo controle dos níveis de tanque e suas interdependências, que tem de ser medidas dentro das tolerâncias), sistema de controle remoto das válvulas para o sistema de combate a incêndio, sistema de detecção e alarme de incêndio, dentre outros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento tecnológico ao longo da história buscou trazer cada vez mais facilidades e conforto ao homem. Assim surgiu a automação, e nesse contexto as recentes inovações seguem como tendência a ligação a ela.

Conforme visto neste trabalho, através da mudança nos meios de produção, ao surgimento da automação, o desenvolvimento de tecnologias como o CLP, os sistemas de automação e suas vantagens e desvantagens, mostram-se evidentes os benefícios trazidos nesse decorrer dos anos.

A questão da automação e a máquina substituindo o homem é complexa. Deve-se compreender que o homem é insubstituível, e que a tecnologia vem em seu favor, para dar auxílio, e não para tomar seu lugar. Numa embarcação automatizada por exemplo, caso o sistema dê o fora, caberá ao operador a função de reparo.

Sendo assim, cabe ao profissional a função de estar em constante aprendizado, qualificando-se para o mercado. Da mesma forma, as empresas têm a missão de desenvolver programas de atualização e reciclagem da mão-de-obra.

**BIBLIOGRAFIA**

1. AZEVEDO, Milton Antonio de. **Aplicação de Automação e Sistemas de Alarme a Bordo dos navios**. Rio de Janeiro: CIAGA, 30/09/1987
  
2. SOUZA, Flavio Morais de. **Instrumentação - Automação Básica**. SENAI – ES, 1999.  
BONACORSO, Nelso Gauze e NOLL, Valdir. **Automação Eletropneumática**. 7. Ed. São Paulo: Érica, 1997.
  
3. BRASIL. Diretoria de Portos e Costas. Ensino Profissional Marítimo. **Princípios de Automatização de Processos; Princípios de Automatização de Comandos**. Rio de Janeiro: 1995. Curso de Aperfeiçoamento Vol.6
  
4. EMERICK, Adailton. **Histórico da automação industrial**. Disponível em: <http://www.automacoes.com/2008/12/historico-da-automao-industrial.html>, acesso em 2 jul. 2010
  
6. LEDA, Augusto. **Fundamentos de automação**. Disponível em: <http://sites.google.com/site/estudantesengenharia/apostilas/fundamentos-de-automacao>, acesso em 13 jul. 2010.
  
7. LEDA, Augusto. **Controladores Lógicos (CLP)**. Disponível em <http://sites.google.com/site/estudantesengenharia/apostilas/controladores-logicos-clp>, acesso em 13 jul.2010.
  
8. VIANA, Ulisses Barcelos. **Instrumentação Básica I - Pressão e Nível**. ES, 1999.

