

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA

Máquinas

SISTEMA SUPERVISÓRIO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES

Rodrigo Lelis Mello Rito

**Rio de Janeiro
2014**

Rodrigo Lelis Mello Rito

SISTEMA SUPERVISÓRIO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES

Monografia apresentada como exigência para obtenção do grau de Bacharelado em Máquinas do CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA.

Orientador: Paulo Roberto Batista Pinto

**Rio de Janeiro
2014**

Dedico este trabalho à minha família e entes queridos, Priscila Magalhães, Selma Nair do Couto Corrêa, Cláudia Valéria, Camille Valéria, Bianca Valéria e Fernanda Valéria que completam minha vida acrescentando um motivo especial a minha caminhada, assim como sempre estiveram ao meu lado me apoiando sempre que precisei.

AGRADECIMENTOS

Primeiro lugar agradeço a Deus, que projeta meu potencial e por meio do qual alcanço meus objetivos, à minha família que pacientemente esteve ao meu lado até a conclusão deste curso, ao meu orientador Paulo Pinto que me ajudou e me apoiou no decorrer desta monografia, e aos meus amigos de profissão que contribuíram para que eu me formasse nesta instituição.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein.

RESUMO

O trabalho em questão tem a intenção de familiarizar os leitores com uma base prévia em eletrônica e eletricidade, com os Sistemas Supervisórios que estão sendo implementados em larga escala em navios mercantes.

Primeiramente no capítulo 1 é apresentada uma evolução da automação até os dias de hoje, começando com sua definição passando tipos de transmissão até a apresentação de sistemas modernos utilizados no ramo.

Posteriormente segue uma introdução simplificada aos Sistemas Supervisórios em si, e uma breve explicação de cada sistema utilizando imagens e esquemas para melhor entendimento.

No capítulo seguinte é apresentado o CLP (Controlador Lógico Programável), que é de suma importância para se entender como funcionam os sistemas os quais vamos nos deparar enquanto Oficiais de Máquinas, entre os tópicos descritos nesse capítulo estão: Introdução e Resumo histórico, suas classificações, composição e operações básicas, e linguagens.

Já no último capítulo uma abordagem sobre os componentes físicos, ou seja: Transdutores, Atuadores, e Sensores, que são responsáveis pela medição de dados relacionados ao funcionamento da máquina, o tratamento dos mesmos, e a capacidade de se atuar remotamente para controle de temperatura, pressão, combustível, entre inúmeros outros.

Desde já deixo claro que a intenção é apenas de familiarizar e facilitar o entendimento de tais Sistemas pois sua complexidade é demasiada.

Palavras-chave: Sistema supervisório, automação, SDCD, CLP, DCS.

ABSTRACT

This work has the intention of familiarize the readers with a previous base in electronic and electricity, with the Supervisory System that are being user in large scale in merchant ships.

Firstly in the chapter 1 is presented an evolution of automation until nowadays, starting with its definition passing through types of transmission until the presentation of modern systems used on board. Then it follows a simplified introduction to the Supervisory Systems and a breath explanation of each system using images and schemes to better understanding.

In the next chapter is presented the PLC (Programmable Logic Controller), that is of vital importance to understand how the systems that we are going to see on board while Engineer Officers works, between the topics of this chapter are: Introduction and history, their classifications, composition and basic operations and language.

In the last chapter there is an approach about the physical components: Transducer, Actuators and Sensors, that are responsible for the measurement of the related data to the machine work, the treatment of the same and capacity of act remotely for the controlling of the temperature, pressure, combustion, between others.

Since now I make myself clear that the intention is only familiar and facilitate the understanding of those Systems because its complexity is great.

Keywords: Supervisory System, automation, SCD, PLC, DCS.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO	10
2.1 Evolução da Automação e sua Definição.....	10
2.2 Tipos de Transmissão de informações de controle.....	12
2.2.1 Transmissão Pneumática	12
2.2.2 Transmissão 4-20 mA.....	13
2.2.3 Transmissão Eletrônica	13
2.3 Microeletrônica.....	14
2.4 Computadores.....	14
2.5 Hardware	15
2.6 Sistemas de Controle distribuído	15
2.6.1 Monitoração de Plantas com Computadores	16
2.6.2 Controle Regulatório com Computadores.....	16
2.6.3 Fieldbus	17
2.6.4 Profibus.....	17
2.7 Evolução da automação nos navios.....	17
3 INTRODUÇÃO A SISTEMAS SUPERVISÓRIOS E SEUS TIPOS	20
3.1 Introdução	20
3.2 Tipos de Sistemas Supervisórios	22
3.2.1 PCS	22
3.2.2 DCS	24
3.2.2.1 Elementos de um DCS	24
3.2.2.2 Aplicações	24
3.2.3 SCADA	25
3.2.4 SDCD.....	27
4 CLP	28
4.1 Introdução	28
4.2 Resumo Histórico.....	28
4.3 Classificação dos CLPs	30
4.4 Composição do CLP	30
4.5 Operação Básica.....	31
4.6 Lógica e Linguagem de Programação	32
4.7 Linguagem Ladder	33
5 TRANSDUTORES, SENSORES E ATUADORES	36
5.1 Definição	36

5.2 Transdutores	37
5.3 Quantização	38
5.4 Sensores	38
5.4.1 Necessidade	39
5.4.2 Propriedades	39
5.4.3 Tipos de sensores.....	40
5.5 Servomecanismos.....	41
5.5.1 Atuadores	42
6 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Verificando-se a automação crescente dos navios, o presente trabalho está voltado para o uso essencial dos sistemas supervisórios que gerenciam, dentre outros, a geração de energia a bordo e sua distribuição; o sistema de propulsão, os subsistemas e permitem seu monitoramento e alarmes. Conhecer a planta de automação deste sistema vital é urgente, por isso os princípios básicos e os componentes da malha são abordados dentro de uma visão geral.

O sistema supervisório de um sistema automatizado é nada mais do que a representação do ser humano no ambiente em que está aplicado. E se o ser humano evolui a cada dia, é lógico que esses sistemas também não pararam no tempo. Sendo algo essencial para o oficial de máquinas, ter familiarização e conhecimento sobre tais sistemas.

Por exemplo, o Oficial de Máquinas da Marinha Mercante a bordo de uma unidade offshore de perfuração ou FPSO (Float Platform Storage and Offloading), certamente irá se deparar com um sistema supervisório de variada abrangência tanto maior for a necessidade de se gerenciar operações ou processos e tanto maior for a tecnologia empregada na embarcação, maior dever de se analisar e compreender esse sistema, sob pena de não se alcançar a segurança necessária para operá-lo.

A temática é abordada de maneira técnica, objetiva e de abrangência geral a fim de dar uma visão holística desta ferramenta tão essencial de trabalho. A começar pela história e introdução a automação, passando pelo Sistema supervisório em si até componentes físicos do sistema.

2 EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO

2.1 Evolução da Automação e sua Definição

Antes de começar a falar sobre a evolução da automação vamos entender de onde veio o devido termo e sua definição.

Etimologia: Da palavra Automation (1960), buscava enfatizar a participação do computador no controle automático industrial.

Definição atual: “Qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitui o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias, dos serviços ou bem estar” (Moraes e Castrucci, 2007).

A otimização de processos de trabalho sempre foi e continuará sendo objeto de esforços por parte do homem. Se analisarmos a história da humanidade verificamos com facilidade tal afirmação, nos grandes engenhos de açúcar por exemplo podemos ver, a roda d'água, a tração animal, entre as ferramentas utilizadas como pilão e os carros de transporte. A automação começou a se desenvolver, a partir do século XVIII, juntamente com o desenvolvimento da humanidade, pois estão intrinsecamente ligadas, a revolução industrial e a vida como vivemos hoje em dia. Na época houve a necessidade de criar maquinários e processos cada vez mais modernos e otimizados, para suprir a necessidade humana.

Em 1745, Edmund Lee criou um mecanismo para caçar velas (recolher cabos) de um moinho de vento, o qual foi patenteado pelo mesmo. O regulador de fluxo de vapor nas máquinas pela utilização da força centrífuga, que data do último quarto do século 18, foi o primeiro processo industrial automatizado, criado por James Watt se tornando o primeiro controlador automático, precursor do conceito de realimentação (feedback). Em 1788 o regulador centrífugo foi utilizado por seu criador em um motor à vapor se tornando uma inovação para época.

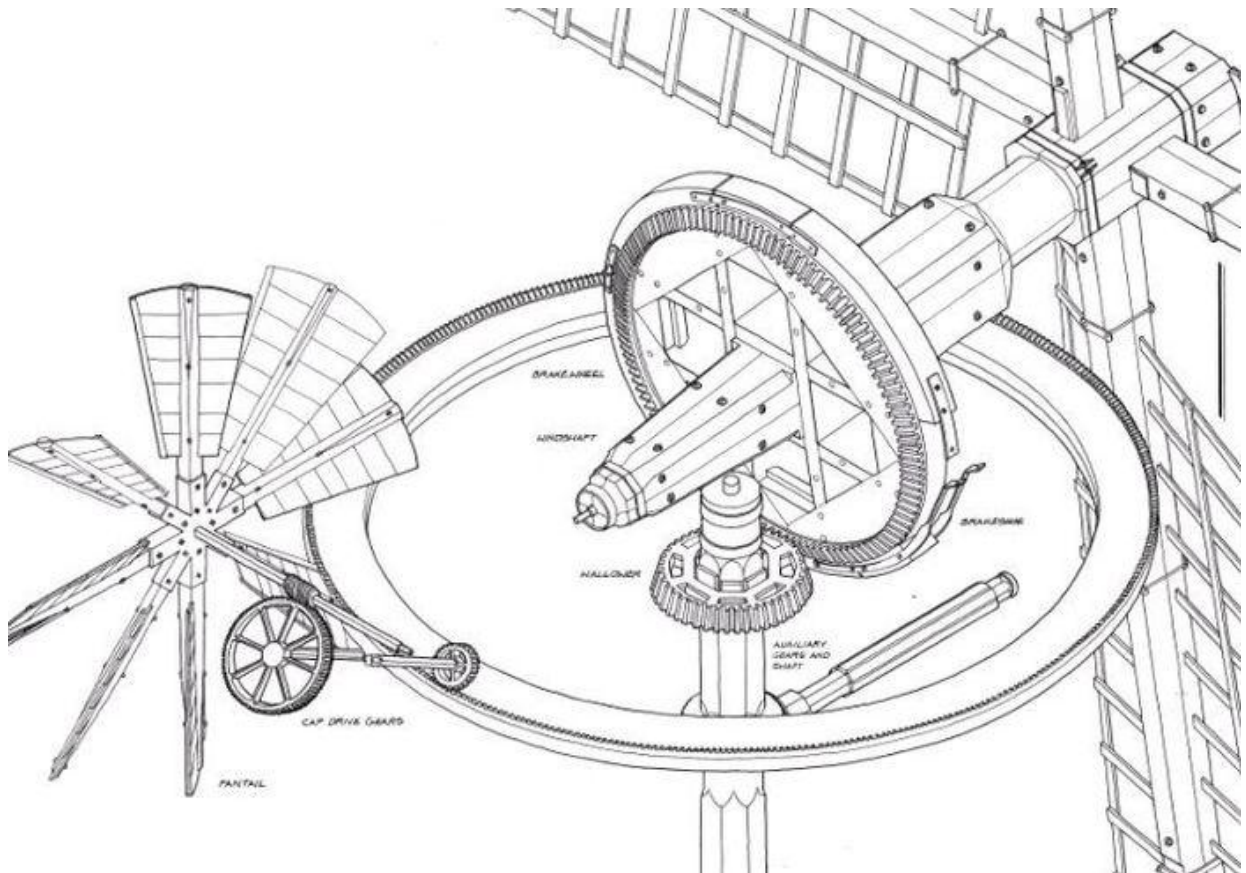


Figura 1: Mecanismo de Edmund Lee.

Fonte: Internet,

<http://krisdedecker.typepad.com/.a/6a00e0099229e88330120a6216217970c-700wi>

Tal regulador não era capaz de lidar com grandes variações de carga, apenas com pequenas variações como alterações na carga de calor para caldeira, varias melhorias para esse regulador além de melhorias nas suas válvulas foram feitas, resultando em um motor adequado para maioria dos usos industriais, antes do final do século 19. O regulador recebeu relativamente pouca atenção da comunidade científica até que James Clerk Maxwell publicou um documento explicando o funcionamento do mesmo.

Com a difusão do conhecimento e suas aplicabilidades, o tamanho das indústrias e sua complexidade aumentou em uma escala nunca antes vista, resultando numa maior observação dos itens de segurança e materiais utilizados em sua confecção. Com o surgimento dos problemas, começou uma busca para soluções necessárias na área, iniciando-se o processo de automatização das grandes fabricas. Dentre as pesquisas e estudos realizados, os mais conhecidos foram o estudo do rendimento das máquinas-ferramentas de Taylor e a definição de normas de controle dimensional dos produtos fabricados. Isso se deu com a criação das linhas de montagens

automobilísticas com Henry Ford, no século XX. Daí pra cá, o avanço tecnológico nas diversas áreas de automação industrial tem sido cada vez maior, proporcionando um aumento na qualidade e quantidade de produção e reduzindo custos de mão de obra.

2.2 Tipos de Transmissão de informações de controle

O avanço da automação está ligado diretamente com a capacidade de transmissão de dados sejam eles, pneumáticos, elétricos, de temperatura, de pressão manométrica entre outros. O primeiro sistema de controle automático foi criado com base na transmissão pneumática, que decorreu de investimentos em pesquisas já que na época havia essa necessidade. Posteriormente vieram os sinais elétricos de 4 a 20 mA e em seguida o sistema de transmissão eletrônico.

2.2.1 Transmissão Pneumática

Foi o primeiro sistema de controle criado o qual passou a operar com o surgimento dos controladores pneumáticos de conexão direta ao processo. No entanto, a filosofia de operação não foi modificada, pois interface e controlador com o operador conservavam-se no campo. Com a transmissão pneumática, as variáveis de processo eram transformadas em sinais pneumáticos padronizados e transmitidos até a sala de controle onde eram manipulados e o resultado retransmitido até os atuadores no processo. Como resultados desse tipo de transmissão, surgiram, então, as salas de controle centralizadas capacitadas a executar a operação global da planta, controlando assim, todas as variáveis do processo dando início aos primeiros sistemas de controle supervisórios utilizados. Esse sistema pneumático se tornou vantajoso devido ao fato de todas as informações relevantes que se referiam a um dado processo, estarem agrupadas, permitindo análise e ação com maior precisão do ponto de vista econômico.

2.2.2 Transmissão 4-20 mA

Com a introdução de computadores no controle de processos na década de 50, a transmissão de sinal passou de 3 a 15 psi para 4 a 20 mA na maioria das plantas industriais. O nível 4 mA servia para garantir um zero “vivo” e também manter a alimentação elétrica do equipamento. Um nível real zero mA era sempre uma condição de alarme, indicando falha de comunicação.

Esse sistema de transmissão trouxe uma variedade de vantagens em relação ao pneumático. Dentre elas podemos destacar: permite transmissão para longas distâncias sem perdas, a alimentação pode ser feita pelos próprios fios que conduzem o sinal de transmissão, necessita de poucos equipamentos auxiliares e permite fácil conexão aos computadores.

2.2.3 Transmissão Eletrônica

Permite, a partir de pulsos elétricos, a substituição de longas linhas de sinais pneumáticos por cabos elétricos eliminando assim, possíveis atrasos inerentes aos sistemas pneumáticos. A transmissão se tornou ainda mais viável após o surgimento do sistema de “arquitetura dividida”, o qual tinha a parte eletrônica responsável pela manipulação de sinais e execução dos cálculos e controles em armários em sala auxiliar anexa.

Como vantagens, esse tipo de transmissão permitiu um distanciamento maior ainda entre a sala de controle e a área de processo quando comparado a transmissão pneumática. Isso se tornou possível devido à alta velocidade de transmissão eletrônica. As salas de controle continham então grandes painéis separados por diferentes unidades facilitando o trabalho dos operadores em geral.

2.3 Microeletrônica

O avanço da automação também está relacionado, significativamente, ao avanço da microeletrônica que ocorreu nos últimos 40 anos. A microeletrônica favoreceu a ultra-alta compactação e miniaturização, principalmente para as tecnologias de informação e computação, todavia a escalas consideravelmente menores, garantindo assim, a manipulação de quantidades de informação extremamente grandes agregadas a rápidas velocidades de processamento. A microeletrônica teve seu desenvolvimento, com a invenção do transistor, o qual substituiu com vantagens as válvulas termiônicas que eram muito frágeis, caras e possuíam alto consumo de potência, e os relés eletro-mecânicos que por sua vez eram de comutação muito lenta. Esses transistores causaram uma revolução da eletrônica na década de 60, visto que propiciaram a diminuição do tamanho dos painéis, a maior confiabilidade aos sinais de controle e fizeram surgir os primeiros controladores eletrônicos, além de permitirem a criação dos circuitos integrados (CIs). Sua evolução introduziu também o computador em nossas vidas e conseqüentemente a automação propriamente dita, pois essas máquinas passaram a monitorar os processos, nas diversas áreas da indústria e do comércio. Atuando como computador supervisor, mantiveram a filosofia ou configuração de sistema de controle centralizado.

2.4 Computadores

No século XX, os computadores se tornaram o alicerce na automação, junto com os servomecanismos e controladores programáveis. E sua origem está relacionada à necessidade de automatizar os cálculos, evidenciada inicialmente pelo uso de ábacos pelos babilônios, entre 2000 e 3000 A.C. Todavia, só em 1946, que foi desenvolvido a primeira geração de computador de grande porte totalmente eletrônico usando válvulas. O, assim chamado, Eniac ocupava uma sala, pesava 30 toneladas e consumia 150KW para realizar 5000 cálculos por segundo.

Com o processo de automatização em desenvolvimento, surgiram mais duas gerações de computadores até a quarta geração, que são os computadores que temos em casa atualmente. A segunda geração veio com computadores baseados em

transistores, e por esta razão eram bem menores, consumiam menor potência e não precisavam aquecer. A terceira geração surgiu com a integração de milhões de transistores em um único circuito integrado (CI), aumentando assim a capacidade de processamento. E finalmente, por volta de 1975, surgiu a quarta geração que possui uma maior potência em computação com baixo custo, e processa até 50 milhões de cálculos por segundo. O surgimento dos PCs permitiu a substituição dos painéis sinópticos além de todas as operações relacionadas com a função de produção poderem ser incorporadas.

2.5 Hardware

O hardware utilizado surgiu através dos sistemas abertos causando uma revolução em todos os sistemas usados até então. Os sistemas abertos (Open System Architecture) foram impulsionados pela programação orientada ao objeto, conhecida como OOP (Object Oriented Programming). Esta tecnologia é estruturada de forma que módulos do programa podem ser usados diversas vezes, economizando tempo de programação e tornando o software mais confiável. Isso permitiu a Microsoft desenvolver o sistema operacional Windows, o qual promove conceitos de sistemas abertos em aplicação de controle de processo.

2.6 Sistemas de Controle distribuído

Com o desenvolvimento da microeletrônica junto aos computadores, começou-se a cogitar a hipótese de criar um sistema de controle distribuído que pudesse operar de forma a controlar todas as variáveis que por acaso interferissem no andamento de um processo, tais como em indústrias e até mesmo na praça de máquinas. A ideia de controle distribuído apareceu com os controladores do tipo de grande porte, os quais eram fisicamente espalhados pela planta. Os elementos individuais de controle como os reguladores mecânicos, se localizavam junto dos equipamentos de processo a serem controlados. As medidas características de controle eram realizadas no local pelos operadores, sendo que a total integração do controle e operação da planta era baseada praticamente na troca de informações verbais. Recomendavam-se esses procedimentos, devido às plantas serem geograficamente menores e os processos

muito simples.

2.6.1 Monitoração de Plantas com Computadores

Com a implementação dos computadores e suas aplicações junto às salas de controle, se obteve as primeiras monitorações de plantas com controle supervisão. A primeira monitoração com controle supervisão de plantas foi instalada em uma estação de geração de energia elétrica no ano de 1958. Em 1959 e 1960, foram instalados sistemas de controles supervisionados por computador em uma refinaria e uma indústria de produtos químicos, respectivamente. Os computadores auxiliavam de forma a obter os “setpoints” das variáveis, através de cálculos realizados pelo próprio computador. Estes resultados eram enviados aos operadores, os quais eram responsáveis por implementá-los nos controladores.

2.6.2 Controle Regulatório com Computadores

Anos depois utilizaram os computadores para realizar diretamente a função de controle regulatório. Com isso, surgiu o DDC, direct digital control, ou seja, o controle digital direto, no qual os sinais das variáveis de processo são obtidos diretamente por um computador centralizado, que calcula as ações de controle e as envia diretamente as válvulas. Esse sistema foi utilizado pela primeira vez em uma petroquímica no ano de 1963, sendo mantido todo o painel analógico como back-up, no caso de falha do computador, por questões de segurança devido à confiabilidade na época ser realmente baixa. Esse sistema só era desvantajoso por apresentar a centralização de todas as suas tarefas numa única CPU, Central Process Unit, ou seja, a Unidade Central de Processamento e, em caso de falha, a consequência era a “derrubada” de tudo o que estava associado ao computador. Essa desvantagem era solucionada ao se utilizar um painel analógico como back-up ou outro computador idêntico como hot standby, no entanto o projeto de controle torna-se economicamente inviável.

2.6.3 Fieldbus

Pelo início da década de 80, começou a ser desenvolvida a tecnologia denominada Fieldbus, a qual consiste no barramento de comunicação digital para interligar, através de simples pares de fios, equipamentos de controle de campo com a sala de controle. Esta técnica consiste de transmissores inteligentes equipados com microprocessadores que podem executar várias funções como autodiagnóstico, algoritmos matemáticos e de controle PID, totalização, etc. A principal vantagem desta tecnologia sobre o SDCD, consiste a redução no custo da fiação e a eliminação da estação de controle.

2.6.4 Profibus

É o tipo mais popular sistema de comunicação em rede Fieldbus, sendo que em 2004, estimava-se que existiriam mais de 10 milhões de nós instalados mundialmente. PROFIBUS foi desenvolvido em 1987 por Johan Sartwisch Wilman, em São Petersburgo. Na Europa, as redes PROFIBUS dominam mais de 60% do mercado de automação industrial. O Profibus possui dois diferentes protocolos:

PROFIBUS DP - É utilizada para a conexão de dispositivos de campo, que demandam um curtíssimo tempo de reação, tais como E/S remotas, inversores de frequência, Interfaces Homem-Máquina, Ilhas de Válvulas, etc.

PROFIBUS PA - Expande as características do PROFIBUS DP ao mundo da automação de processos, adicionando, entretanto a transferência de energia e dados em modo intrinsecamente seguro em um único cabo.

2.7 Evolução da automação nos navios

Visto as vantagens que a automatização das indústrias oferecia, tornou-se viável e lucrativo aplicar essa nova tecnologia nos navios. A companhia japonesa de navegação “Mitsui Steamship Co” foi, segundo a indústria marítima, a primeira empresa a lançar um navio com base nos conceitos de automatização. Trata-se do cargueiro “KINKASAN MARU”, terminado em 1961 pelo estaleiro “Mitsui Shipbuilding

and Engineering Co.” Na verdade tratava-se de um navio semi-automatizado, mas que possuía um sistema extensivo de controle remoto centralizado e automatizado, que contagiou a indústria marítima e os maiores armadores do mundo.

A princípio, o que motivou a companhia de navegação a apostar no desenvolvimento de tecnologias voltadas para a automatização dos seus navios, foi a carência de marinheiros para tripular as embarcações, devido ao grande desenvolvimento que o país atravessava na época. Essa automatização levou a uma economia de três homens na equipe de serviço de quartos da máquina, de modo que ficou apenas um oficial de máquinas e um ajudante em cada quarto. Essa redução da tripulação além de sanar a falta de marinheiros proporcionou um lucro anual significativo para a empresa. Segundo a empresa operadora desse navio, a implantação do sistema de controle automático representou uma economia de 190.000 libras. O investimento inicial na automação do navio custou 50.000 libras e na época o desembolso com um tripulante custava em média 1.500 libras por ano. Como houve uma redução de 12 tripulantes, ocorreu um ganho de 240.000 libras por ano. Com base nesses valores econômicos, a automatização empregada foi estendida a outros navios convencionais da Companhia, assim como foram introduzidas outras medidas para melhorar as condições de segurança de trabalho. Dentre essas novas condições podemos citar:

- Instalação de uma sala de controle nas máquinas, com ar condicionado;
- Centralização de todos os alarmes e medidores;
- Introdução de um controle automático no sistema de purificação de óleo combustível e no sistema de óleo lubrificante das máquinas auxiliares;
- Controle automático da temperatura de entrada de refrigeração da camisa;
- Controle automático da temperatura de entrada de óleo combustível;
- Controle automático da temperatura de entrada de óleo lubrificante;
- Previsão de medidor remoto, de nível de água da caldeira;
- Dispositivo de corte automático de combustível a pressão elevada e a nível baixo da água de caldeira; e
- Instalação de um regulador Woodward no motor principal (B&W).

Após o lançamento deste primeiro navio, ocorreu um crescimento no investimento em estudos visando à eficiência dos sistemas de automação implantados. À medida que, novos dispositivos ou sistemas operacionais relacionados à automação iam

sendo lançados, a indústria marítima sempre procurava aplicá-los nos navios de forma a otimizar ainda mais o serviço a bordo, além de contribuir para a redução dos custos de manutenção e construção.

Por volta de 1965, no Japão, começou-se a discutir sobre a possibilidade de operar o navio com praças de máquinas não tripuladas, ou seja, desguarnecida. Isso se tornou possível devido à automatização do controle da operação das máquinas e equipamentos dos sistemas da praça de máquinas o qual passou a ser feito por sistema supervisório que é o assunto em questão.

3 INTRODUÇÃO A SISTEMAS SUPERVISÓRIOS E SEUS TIPOS

3.1 Introdução

A maior preocupação das Empresas de Transporte Marítimo é aumentar a produtividade, ou seja, transportar com maior eficiência cada vez mais produtos de forma mais rápida, para tornar-se mais flexível, competitiva, e sobretudo mais lucrativa. Desse modo, investir em tecnologias de ponta e soluções sofisticadas é o primeiro passo para alcançar esse objetivo e, conseqüentemente, conquistar o mercado.

Com o passar dos tempos, o advento do microprocessador tornou o mundo mais fácil de se viver. A utilização de microcomputadores e computadores no dia a dia nos possibilitou comodidade e rapidez.

Na Marinha Mercante tem-se a necessidade de centralizar as informações de forma a termos o máximo possível de informações no menor tempo possível. Embora a utilização de painéis centralizados venha a cobrir esta necessidade, muitas vezes a sala de controle possui grandes extensões com centenas ou milhares de instrumentos tornando o trabalho do operador uma verdadeira maratona. O sistema supervisório veio para reduzir a dimensão dos painéis e melhorar o performance homem/máquina. Baseados em computadores ou microcomputadores executando softwares específicos de supervisão de processo industrial o sistema supervisório tornou-se o grande “boom” nas indústrias na década de 80.

O supervisório é um software destinado a promover a interface homem/máquina, onde proporciona uma supervisão plena de seu processo através de telas devidamente configuradas. Possui telas que representam o processo, onde estas podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP, controlador, etc. Por exemplo: no acionamento de uma bomba, a representação na tela mudará de cor informando que está ligada, um determinado nível varia no campo, a representação na tela mudará de altura informando a alteração de nível. O que o supervisório fez foi ler e escrever na memória do CLP ou controlador para a atualização das telas. Quando falamos de supervisão temos a ideia de dirigir, orientar ou inspecionar em plano

superior. Através do sistema supervisor é possível de ligar ou desligar bombas, abrir ou fechar válvulas, ou seja, escrever na memória do CLP.

Para a comunicação entre supervisor e CLP necessitamos de:

1. Hardware : é utilizada uma via de comunicação, que pode ser uma porta serial, uma placa de rede, fibra ótica, etc;

2. Software : para comunicação é necessário que o driver do equipamento esteja sendo executado simultaneamente com o supervisor. O driver é um software responsável pela comunicação, ele possui o protocolo de comunicação do equipamento.

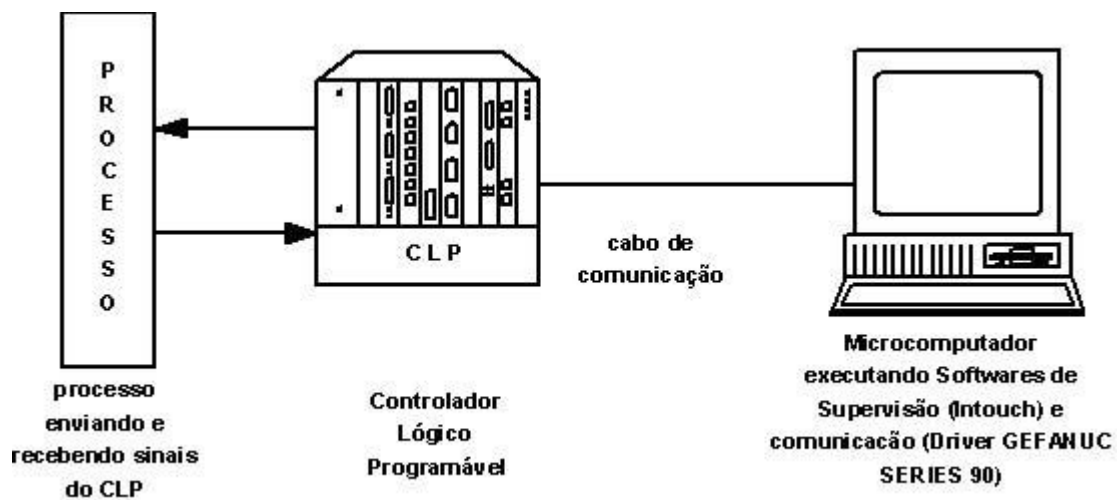


Figura 2: Diagrama de funcionamento.
Fonte: Internet, modificada pelo autor em 2014.

A instalação de um sistema automático com o uso de I/O locais, requer um gasto considerável de cabeamento, borneiras, caixas de passagem, bandejas, projeto e mão-de-obra para a instalação. Os blocos I/O remotos possibilitam uma redução drástica destes gastos, uma vez que todos os sinais não serão encaminhados para o rack do CLP e sim para pontos de entradas e saídas que ficarão localizados no campo. Este módulos de I/O são inteligentes, independentes e configuráveis. Interligados entre si através de um barramento de campo, e este a um controlador de barramento que fica localizado no rack do CLP.

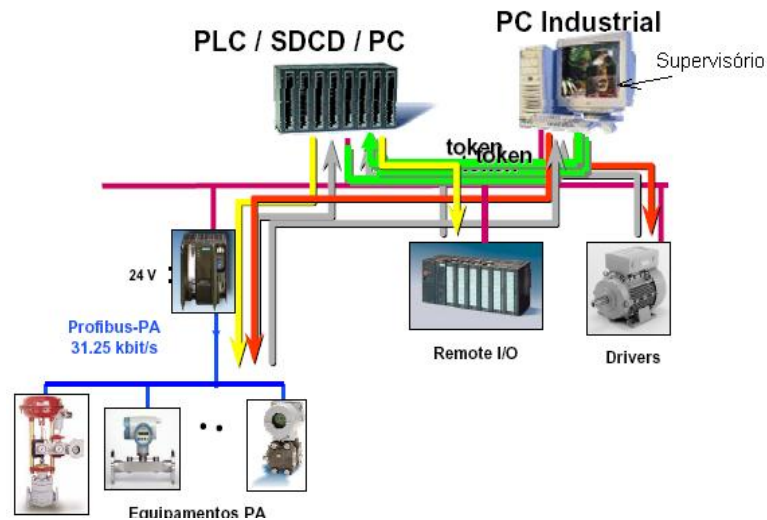


Figura 3: Diagrama de Funcionamento.
 Fonte: Internet, modificada pelo autor em 2014.

3.2 Tipos de Sistemas Supervisórios

Dentre os sistemas mais usados para controlar e gerenciar a produção, os que mais têm se difundido são os PCS (Sistemas de Controle de Processos), os DCS (Sistema de Controle Distribuído), o SCADA (Sistema de Controle Supervisório e Aquisição de Dados), e o SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído).

3.2.1 PCS

O sistema de controle de processos é uma disciplina estatística e ligada a engenharia que trata com arquiteturas, mecanismos, e algoritmos os quais controlam a produção de um processo específico.

O aumento de temperatura em um quarto, por exemplo, é um processo que tem o resultado específico, desejado para alcançar e manter a temperatura definida constante com o passar do tempo. Para esta situação apresentada, a temperatura é a variável controlada. Ao mesmo tempo, é a variável de entrada desde que ela seja medida por um termômetro e usada para decidir se aumentará ou não. A temperatura desejada é o setpoint. E o modo como é realizado o aquecimento é chamado variável

manipulada desde que esteja sujeita as ações de controle.

Um tipo de controle comumente usado neste sistema é o CLP, o qual é usado para ler uma série de dados de entrada digitais e analógicos, aplicados a uma série de sentenças lógicas, e que geram uma série de dados de saídas digitais e analógicos. Se analisarmos com o exemplo dado, a temperatura do quarto seria um dado de entrada para o CLP. As sentenças lógicas seriam comparadas ao setpoint para a temperatura de entrada e determinariam se mais ou menos calor seria necessário para manter a temperatura constante. O dado de saída do CLP seria então usado para abrir e fechar a válvula que controla o calor, trabalhando de acordo com a quantidade de calor necessária. Na prática, os sistemas de controle de processos podem ser caracterizados como discretos, em lotes, e contínuos.

Os sistemas discretos são encontrados em muitas indústrias e situações que envolvem movimento e empacotamento. A área robótica, tal como a produção automotiva, também pode ser caracterizado como um sistema de controle de processo discreto o qual envolve também a maioria das fábricas com produção de seus produtos em série, tal como no britamento (Britar: Quebrar, partir em pequenos fragmentos) de metal.

O sistema em lote já é utilizado em situações que requerem que quantidades específicas de matéria prima sejam combinadas em caminhos específicos de durações particulares para produzir um resultado intermediário ou final. Um exemplo é a produção de adesivos e colas, que normalmente requerem a mistura de matérias primas em um recipiente térmico por um período de tempo que forme a quantidade final do produto. Outro importante exemplo é a produção de comida, bebidas e medicamentos. Os processos em lotes são geralmente usados para produzir uma quantidade relativa baixa para quantidades intermediárias de produto por ano.

O sistema contínuo, frequentemente, é representado através de variáveis que são ininterruptas no tempo. O controle da temperatura da água e da jaqueta d'água, por exemplo, é um exemplo de controles de processos contínuos. Alguns processos contínuos importantes são a produção de combustível, plásticos e químicos. Nas indústrias, são usados para produzir uma grande quantidade de produtos por ano.

3.2.2 DCS

Esse tipo de sistema refere-se a um sistema de controle geral de um sistema de produção, processo ou qualquer tipo de sistema dinâmico, no qual o controlador não é elemento central no local, mas que está distribuído por todo o sistema, com cada componente de seus subsistemas controlados por um ou mais controladores. Todo o sistema de controladores está ligado por redes de comunicação e acompanhamento.

DCS é um termo muito usado em uma ampla variedade de indústrias, para monitorar e controlar equipamentos distribuídos. Podemos observar o seu uso na geração de energia de redes elétricas, em sistemas de controle ambiental, sinais de trânsito, sistemas de gestão de água, sistemas de refino de óleo, sistemas de produtos químicos em geral, indústrias farmacêuticas, sensores e em navios do tipo cargueiro e graneleiros.

3.2.2.1 Elementos de um DCS

O sistema DCS geralmente usa processadores personalizados, designados como controladores, usando duas interconexões registradas e o protocolo de Comunicações para comunicação. Os módulos de entrada e saída (I/O) formam as partes componentes desse sistema. O processador recebe a informação dos módulos de entrada e as envia para os módulos de saída. Os módulos de entrada recebem, por sua vez, a informação dos instrumentos de entrada no processo e transmite essas instruções para os instrumentos de saída também chamados de instrumentos de campo.

3.2.2.2 Aplicações

Os sistemas de controle distribuído são dedicados para controlar processos que estão em funcionamento contínuo ou descontínuo, tais como o controle da válvula termostática do sistema de refrigeração do navio e o sistema de ar de partida dos motores. DCSs estão ligados aos sensores e atuadores e ao uso de setpoint para

controlar o fluxo de materiais através da planta. O exemplo mais comum é um setpoint constituído por um sensor de pressão, controlador, e válvula de controle. As medições de pressão ou fluxo são transmitidas para o controlador, geralmente através do auxílio de um sinal condicionado de entrada/saída (I/O) do dispositivo. Quando a variável medida atinge certo ponto, o controlador instrui uma válvula ou dispositivo de atuação para abrir ou fechar até o fluxo do fluido do processo atingir o setpoint desejado.

As grandes refinarias de petróleo têm milhares de pontos de I/O e empregam grande DCSs. Esses processos não se limitam apenas ao fluxo através de tubos, podem também incluir itens como máquinas e suas variáveis associadas à mudança de velocidade e o controle de motores, fornos de cimento, mineração, processamento de minério, e muitos outros.

Um DCS típico consiste de controladores digitais, funcional e/ou geograficamente distribuídos, capazes de executar de 1 a 256 ou mais comandos. Os dispositivos I/O podem ser integrados com o controlador ou localizados remotamente através de uma rede de campo e seus controladores atuais têm extensas capacidades computacionais e, além do controle PID, podem geralmente executar lógica e controle sequencial. DCSs podem empregar uma ou várias estações de trabalho e podem ser configurados na estação de trabalho ou fora de linha por um computador pessoal. A sua comunicação local é tratada por uma rede de controle com transmissão por par trançado, coaxial, fibra ótica ou cabo. E seu servidor e/ou processador de aplicações podem ser incluídos no sistema computacional, coleta de dados e capacidade de comunicação.

3.2.3 SCADA

Sistemas de Controle e Aquisição de Dados, ou abreviadamente SCADA (proveniente do seu nome em inglês Supervisory Control and Data Acquisition) são sistemas que utilizam software para monitorar e supervisionar as variáveis e os dispositivos de sistemas de controle conectados. Estes sistemas podem assumir topologia mono-posto, cliente-servidor ou múltiplos servidores-clientes.

Os sensores e atuadores são dispositivos conectados aos equipamentos

controlados e monitorados pelos sistemas SCADA, eles convertem parâmetros físicos, tais como velocidade, níveis de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais legíveis pela estação remota. Já os atuadores são usados para atuar sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos.

O processo de controle e aquisição de dados inicia-se nas estações remotas, CLPs e unidades remotas, com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que lhes estão associado e o respectivo controle. São através destes que as estações centrais de monitoramento comunicam-se com os dispositivos existentes na planta.



Figura 4: Sala de controle e monitorização de uma praça de máquinas, exemplo de SCADA.

Fonte: Internet, <http://qanare.com/>



Figura 5: Sala de controle e monitorização de uma praça de máquinas, exemplo de SCADA.

Fonte: Internet, <http://qanare.com/>

3.2.4 SDCD

Esse sistema de supervisão consiste de um equipamento relacionado à área de automação a bordo de navios e possui como sua principal função o controle de processos de modo a permitir uma otimização da produtividade, baseada na diminuição dos custos para a produção, na melhoria da qualidade dos produtos, na precisão das operações e na segurança operacional. Compõe-se basicamente de um conjunto integrado de dispositivos que se completam no cumprimento de suas funções diversas. Com isso o sistema controla e supervisiona o processo produtivo da unidade. As técnicas utilizadas são de processamentos digitais, visam oferecer uma manutenção no comportamento de determinado processo na planta da indústria, dentro de parâmetros já conhecidos. O sistema possui processadores e redes redundantes além de permitir uma descentralização do processamento de dados e decisões, com o uso de unidades remotas na planta.

O sistema também oferece uma interface homem-máquina a qual permite o interfaceamento com CLPs, controladores PID, equipamentos de comunicação digital e sistemas de rede. A partir das unidades de processamento, que estão distribuídas nas áreas, os sinais dos equipamentos de campo são processados conforme a estratégia programada. Os sinais, transformados em informação de processo, são atualizados em tempo real nas telas de operação das salas de controle. Abaixo um esquema para melhor entendimento.

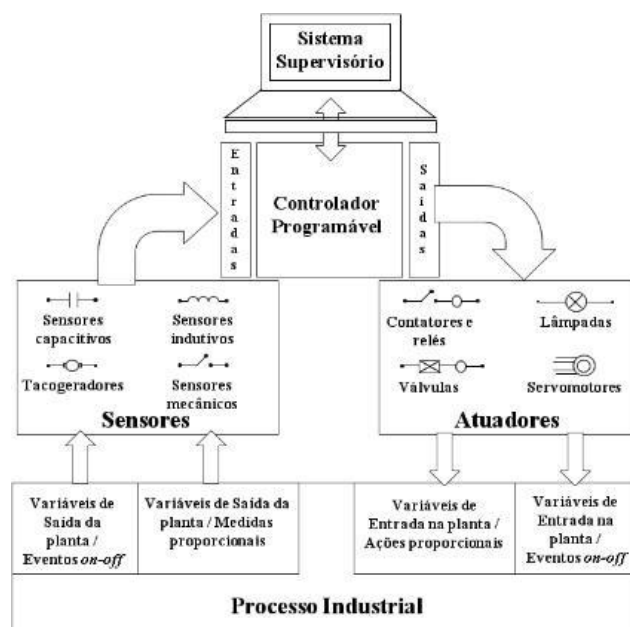


Figura 6: Exemplificação de um SDCD.

Fonte: Internet, modificada pelo autor em 2014.

4 CLP

4.1 Introdução

O Controlador Lógico Programável, ou simplesmente PLC (Programmable Logic Controller), pode ser definido como um dispositivo de estado sólido – um computador industrial, capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequência lógica, temporização e contagem, por exemplo), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados.

4.2 Resumo Histórico

Na década de 60, o aumento de competitividade fez com que a indústria automotiva melhorasse o desempenho de suas linhas de produção, aumentando tanto a qualidade como a produtividade. Fazia-se necessário encontrar uma alternativa para os sistemas de controle de relés. Uma saída possível, imaginada pela General Motors, seria um sistema baseado no computador. Assim, em 1968, a Divisão Hydramatic da GM determinou os critérios para o projeto do CLP, sendo o primeiro dispositivo a atender às especificações foi desenvolvido pela Gould Modicon em 1969.

As principais características desejadas nos novos equipamentos de estado sólido, com a flexibilidade dos computadores, eram: o Preço competitivo com os sistemas a relé; o Dispositivos de entrada e saída facilmente substituíveis; Funcionamento em ambiente industrial (vibração, calor, poeira, ruídos); Facilidade de programação e manutenção por técnicos e engenheiros; Repetibilidade de operação e uso.

Inicialmente, os CLPs eram chamados de PCs – Programmable Controllers, mas com o advento dos computadores pessoais (PCs – Personal Computers), convencionou-se PLCs (Programmable Logical Computers) para evitar conflitos de nomenclatura. Originalmente os CLPs foram usados em aplicações de controle

discreto (on/off), como os sistemas a relés, porém eram facilmente instalados, economizando espaço e energia, além de possuírem indicadores de diagnósticos que facilitavam a manutenção. Uma eventual necessidade de alteração na lógica de controle da máquina era realizada em pouco tempo, apenas com mudanças no programa sem necessidade de alteração nas ligações elétricas.

A década de 70 marca uma fase de grande aprimoramento dos CLPs. Com as inovações tecnológicas dos microprocessadores, maior flexibilidade e um grau também maior de inteligência, os Controladores Lógicos Programáveis incorporam: 1972 – Funções de temporização e contagem; 1973 – Operações aritméticas, manipulação de dados e comunicação com computadores; 1974 – Comunicação com interfaces Homem-máquina; 1975 – Maior capacidade de memória, controles analógicos e controle PID; 1979/80 – Módulos de I/O remotos, módulos inteligentes e controle de posicionamento. Nos anos 80, aperfeiçoamentos foram atingidos, fazendo do CLP um dos equipamentos mais atraentes na automação industrial. A possibilidade de comunicação em rede (1981) é hoje uma característica indispensável na indústria. Além dessa evolução tecnológica, foi atingido um alto grau de integração, tanto no número de pontos como no tamanho físico, que possibilitou o fornecimento de minis e micros CLPs.

Atualmente, os CLPs apresentam as seguintes características: o Módulos de I/O de alta densidade (grande número de pontos de I/O por módulos); o Módulos remotos controlados por uma mesma CPU; o Módulos inteligentes (coprocessadores que permitem realização de tarefas complexas; controle PID, posicionamento de eixos, transmissão via rádio ou modem, leitura de código de barras); o Softwares de programação em ambiente windows (facilidade de programação); o Integração de aplicativos windows (Access, excel, visual basic) para comunicação com CLPs; o Recursos de monitoramento da execução do programa, diagnósticos e detecção de falhas; o Instruções avançadas que permitem operações complexas (ponto flutuante, funções trigonométricas); o Scan Time (tempo de varredura) reduzido (maior velocidade de processamento) devido à utilização de processadores dedicados; o Processamento paralelo (sistema de redundância), proporcionando confiabilidade na utilização em áreas de seguranças; o Pequenos e micros PICs que oferecem recursos de hardware e de software dos CLPs maiores; o Conexão de CLPs em rede (conexão de diferentes CLPs na mesma rede, comunicação por meio de rede ethernet).

O mercado recebe constantemente novos e melhores produtos que agregam valores ao mesmo tempo que reduzem o custo das soluções baseadas em CLPs. Portanto, é indispensável uma atualização contínua por intermédio de contato com fabricantes e fornecedores, sendo a internet uma ótima opção.

4.3 Classificação dos CLPs

Embora existam algumas divergências entre os autores e fabricantes quanto aos critérios de classificação, os CLPs podem ser divididos em grupos específicos de acordo com a estrutura que apresentem (especificamente relacionada à quantidade de pontos de I/O que a CPU pode controlar e a quantidade de memória de programação disponível): o Micros CLPs: até 64 pontos de I/O e até 2K words de memória; o Pequenos CLPs: de 64 até 512 pontos de I/O e até 4k words de memória; o CLPs médios: de 256 a 2048 pontos de I/O e dezenas de Kwords de memória; o CLPs grandes: acima de 2048 pontos de I/O e centenas de Kwords de memória. Em 1997, CLPs com até 14 pontos de I/O e tamanho muito reduzido foram lançados no mercado, tendo sido denominados pelos fabricantes de Nanos CLPs.

Entre os Micros e pequenos CLPs, ainda é possível encontrar outra divisão: o CLPs Compactos: que têm quantidade fixa de pontos de I/O; o CLPs Modulares: que permitam a configuração, por parte do usuário, da quantidade e combinação dos pontos de I/O.

4.4 Composição do CLP

Os principais blocos que compõem um CLP são: o CPU (Central Processing Unit – Unidade Central de Processamento): compreende o processador (microprocessador ou processador dedicado), o sistema de memória (ROM e RAM) e os circuitos auxiliares de controle; o Módulos de I/O (Input/Output): podem ser discretos (sinais digitais: 12 Vdc, 110 Vac, contatos normalmente abertos ou fechados) ou analógicos (sinais analógicos: 4-20 mA, 0-10 Vdc, termopar); Fonte de Alimentação: responsável pela tensão de alimentação fornecida à CPU e aos módulos de I/O. Em alguns casos,

proporciona saída auxiliar (baixa corrente); o Base ou Rack: proporciona conexão mecânica e elétrica entre a CPU e o meio, os Módulos de I/O e o barramento de comunicação entre eles, no qual os sinais de dados, endereço, controle e tensão de alimentação estão presentes. Pode ainda ser composto por Circuitos/Módulos especiais: contador rápido (5 kHz ou mais), interrupção por hardware, controlador de temperatura, controlador PID, co-processadores (transmissão via rádio, posicionamento de eixos, sintetizador de voz, entre outros) e comunicação em rede, por exemplo.

4.5 Operação Básica

A CPU executa a leitura do status (condições, estados) dos dispositivos de entrada por meio dos Módulos de I/O. Esses status são armazenados na memória (RAM) para serem processados pelo Programa de Aplicação (desenvolvido pelo usuário e armazenado em memória RAM, EPROM ou EEPROM no CLP). Após a execução do Programa de Aplicação, o processador atualiza os status dos dispositivos de saída por meio dos Módulos de I/O, realizando a lógica de controle.

A programação de CLP é feita por meio de uma ferramenta de Programação que pode ser um programador Manual (Terminal de Programação, Handheld Programmer), ou PC com Software de Programação específico (ambiente DOS ou Windows). A linguagem Ladder (RLL – Relay Ladder Logic, Lógica de Contatos de Relé), muito popular entre os usuários de antigos sistemas de controle a relés, é a mais utilizada. Esta linguagem é a representação lógica da sequência elétrica de operação, como mostrado na figura a seguir.

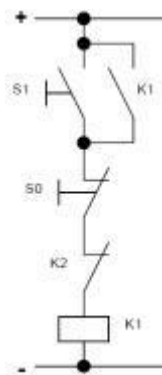


Figura 7: Sequência elétrica de operação de ligação de contatora com intertravamento.
Fonte: Internet, modificada pelo autor em 2014.

A lógica implementada pelo CLP é muito similar à convencional, sendo que os dispositivos de entrada são conectados ao Módulo de Entrada e o dispositivo de saída ao Módulo de Saída. O programa de aplicação determina o acionamento da saída em função das entradas. Qualquer alteração desejada nesta lógica é realizada por meio de alterações no programa, permanecendo as mesmas ligações físicas nos Módulos I/O.

4.6 Lógica e Linguagem de Programação

A linguagem de programação, segundo IEC 1131-3, tem-se mostrado bastante eficiente, principalmente porque permite ao usuário representar um programa de automação de um processo ou manufatura, tanto em um diagrama lógico, como em lista de instruções e principalmente ser hoje um padrão entre os diversos fabricantes de CLP. A linguagem IEC 1131-3 é uma entre muitas de alto nível existentes, entendendo-se por alto nível aquela que se aproxima muito da humana. Ela foi desenvolvida levando-se em conta os conhecimentos da área de automação, tendo, a partir daí, surgido representações para a mesma linguagem: o Diagrama de contatos do inglês Ladder diagram – LAD; o Lista diagrama em Bloco de Funções, do inglês Functions Block Diagram – FBD; o Texto estruturado, do inglês Structured Text – ST; o Linguagem sequencial (também muito conhecida como Grafcet), do inglês Sequential Function Chart – SFC e IL do inglês Instruction List;

Automatizar um sistema significa fazer uso de funções lógicas, representadas, por sua vez, por portas lógicas que podem ser implementadas, fazendo uso de componentes, independente do nível de sua tecnologia, ou seja, relé, diodo, transistor, circuito integrado, etc. Para exemplificar esta parte, iremos abordar a linguagem de programação mais utilizada por programadores de CLPs, o Diagrama de contatos ou linguagem Ladder.

4.7 Linguagem Ladder

A linguagem Ladder permite que se desenvolvam lógicas combinacionais, sequenciais e circuitos que envolvam ambas, utilizando como operadores para estas lógicas: entradas, saídas, estados auxiliares e registros numéricos. A Tabela abaixo exemplifica 3 dos principais símbolos de programação.







Tipo	Símbolo	Equipamento Elétrico
Contato aberto		
Contato fechado		
Saída		

Figura 8: Principais símbolos da programação ladder.

Fonte: Internet, <http://www.mecatronicaatual.com.br/>

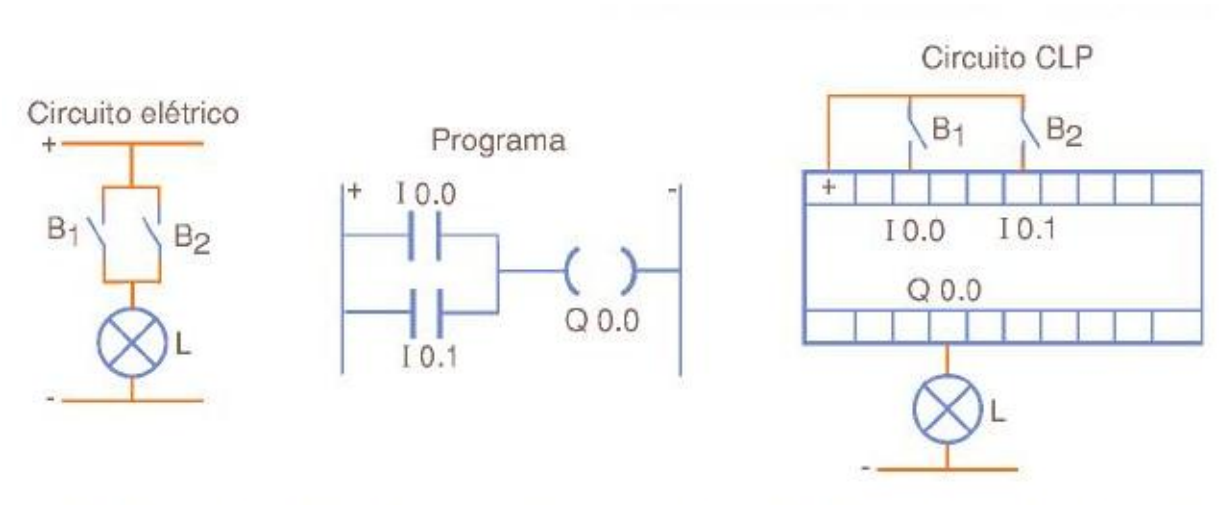


Figura 9: Analogia entre a lógica de Boole e a Linguagem Ladder.

Fonte: Internet, <http://www.mecatronicaatual.com.br/>

Para entendermos a estrutura da linguagem vamos exemplificar o acionamento de uma lâmpada L a partir de um botão liga/desliga.

Abaixo, o esquema elétrico tradicional, o programa e as ligações no CLP.

Acionamento de uma lâmpada L

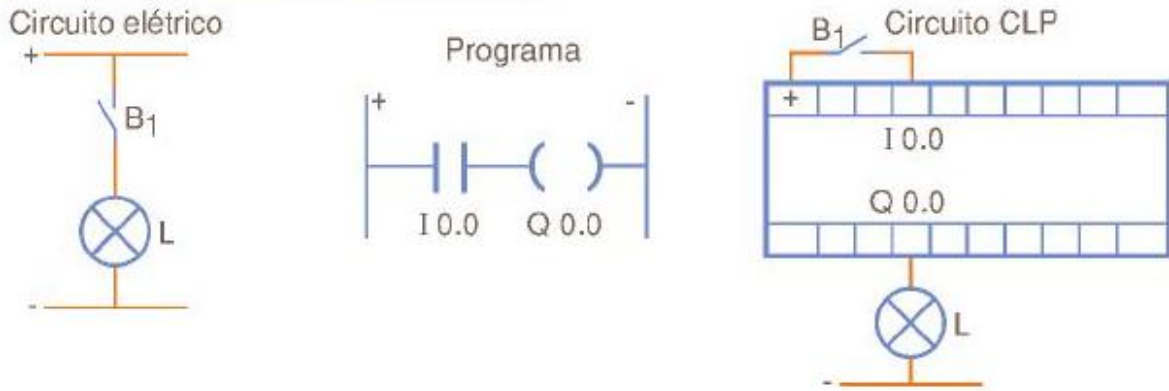


Figura 10: Acionamento de uma Lâmpada.
 Fonte: Internet, <http://www.mecatronicaatual.com.br/>

O botão B1, normalmente aberto, está ligado a entrada I0.0 e a lâmpada está ligada à saída Q0.0. Ao acionarmos B1, I0.0 é acionado e a saída Q0.0 é energizada. Caso quiséssemos que a lâmpada apagassemos quando acionássemos B1 bastaria trocar o contato normal aberto por um contato normal fechado, o que representa a função NOT (NÃO). Também poderemos utilizar estes conceitos para desenvolver outras lógicas, como por exemplo a lógica AND (E), ou ainda a lógica OR (OU), abaixo representadas:

Portas Lógicas	Símbolo	Expressão	Ladder
NOT		$S = \bar{A}$	
AND		$S = A \cdot B$	
OR		$S = A + B$	

Figura 11: Funções lógicas básicas linguagem Ladder.

Fonte: Internet,
<http://controleeautomacaoindustrial3.blogspot.com.br/>.

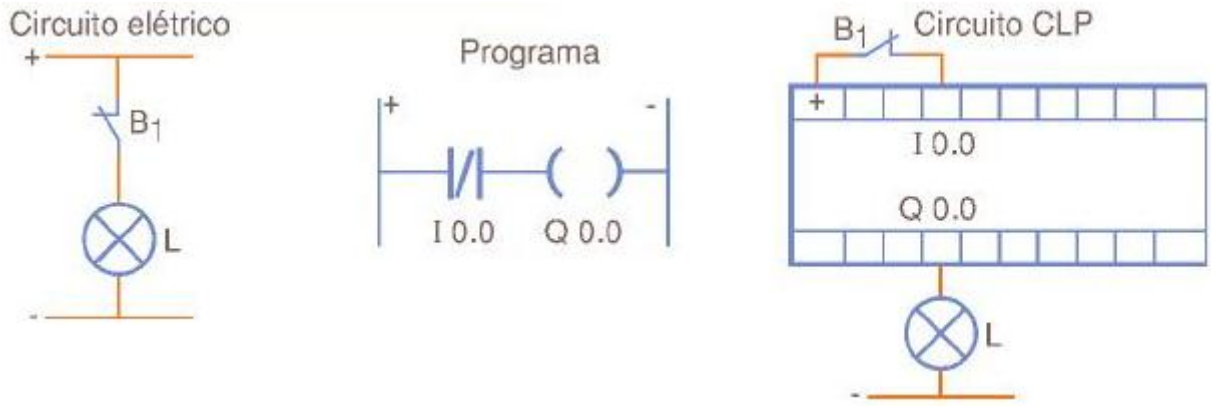


Figura 12: Exemplo com porta lógica NOT.
 Fonte: Internet, <http://www.mecatronicaatual.com.br/>

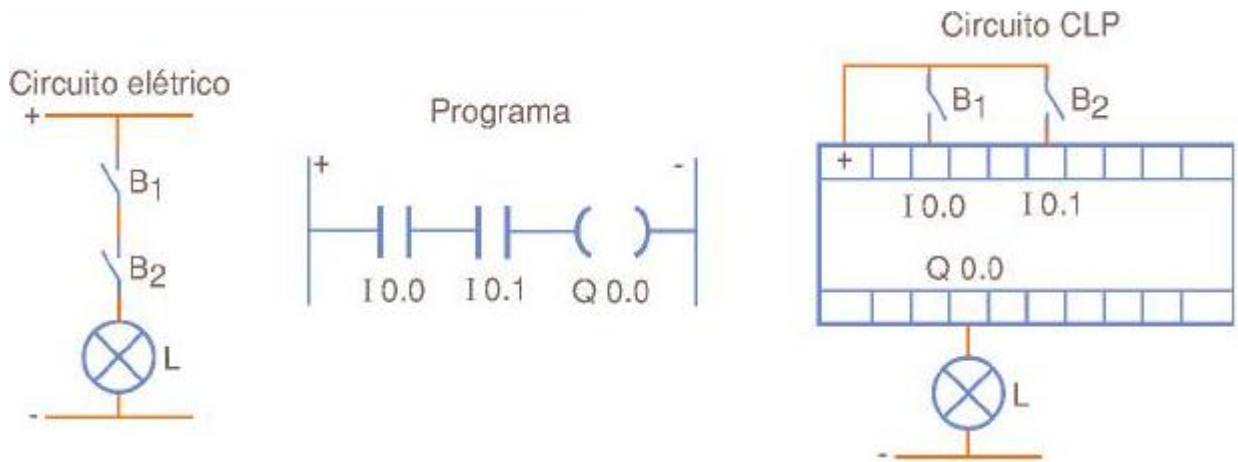


Figura 13: Exemplo com porta lógica AND.
 Fonte: Internet, <http://www.mecatronicaatual.com.br/>

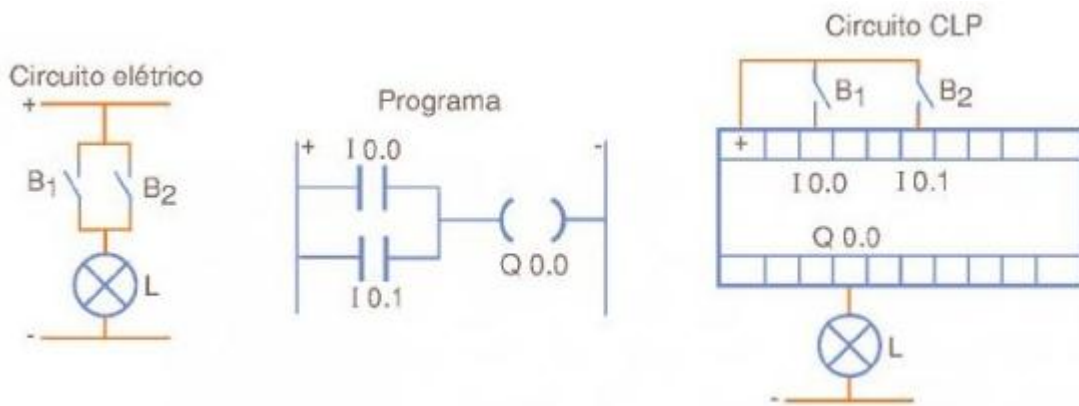


Figura 14: Exemplo com porta lógica OR.
 Fonte: Internet, <http://www.mecatronicaatual.com.br/>

5 TRANSDUTORES, SENSORES E ATUADORES

5.1 Definição

A tecnologia de sensores diz respeito a duas atividades que retroage à civilização dos antigos egípcios: medição e processamento de informação. No antigo Egito só foi possível organizar a agricultura e a necessária irrigação das terras, quando as pessoas desenvolveram a habilidade de medir áreas das terras e o volume das águas. Mais tarde os egípcios desenvolveram a habilidade de processar os números produzidos pela medição, isto é, a matemática que trouxe a tona novas dimensões para a forma de explorar os números.

Transdutores ou sensores representam a componente sensorial dos sistemas de medição, que pertencem a um campo tecnológico mais amplo chamado instrumentação. A medição é o processo de associar números a entidades e eventos no mundo real. A tarefa de selecionar e usar instrumentos é geralmente referida como Engenharia de Medição. O processo de sensorial é chamado transdução. A instrumentação desempenha um papel vital no nosso mundo tecnológico atual. Em nossa tecnologia em expansão mais e mais tarefas de natureza experimental desafiam cientistas quando estes, enfrentando ambientes excepcionais, buscam atingir altos níveis de energia e operações automáticas mais seguras, mais rápidas, mais silenciosas, confiáveis e eficientes.

O vôo do Space Shuttle, que foi visto por milhões de pessoas à distância, constitui um exemplo de um projeto experimental envolvendo multiplicidade de instrumentos e computadores. A instrumentação desempenha um papel importante na criação, construção e operação de carros modernos eficientes em termos de combustíveis. A redução das dimensões das estruturas, a melhora da milhagem e a redução dos níveis de poluição envolve muitos testes com instrumentos. Carros modernos são agora no mínimo parcialmente montados com a utilização de robôs comandados por computadores, envolvendo instrumentados sistemas de controle com realimentação (feedback control systems). Quando tais carros estão funcionando computadores e

sensores de bordo ajustam automaticamente os controles para um desempenho ótimo e economia de combustível. Para manter o suprimento de combustível de tais carros a exploração de instrumentação baseada nos carros e o refinamento de processos envolvem muitos sensores.

5.2 Transdutores

Segundo Seippel “um transdutor é um dispositivo que converte uma forma de energia ou quantidade física em outra”. Não há completa concordância em relação a esta definição. Embora autoridades no assunto insistam que o termo transdutor deva ser aplicado apenas para o dispositivo que transforma um tipo de energia ou quantidade física em outra, existem outras definições de uso corrente. Observem a definição de Brignell e White: “Os transdutores dividem-se em duas subconjuntos, sensores fornecem informações de entradas em nosso sistema a partir do mundo externo e atuadores que executam ações de saída para o mundo externo”. Por esta definição sensores são transdutores cuja ação é dar entradas do mundo externo para o sistema. Surge ainda o termo atuador responsável pelas ações de saída do sistema para o mundo externo. Esta definição é bastante apropriada para sistemas de controle.

Para Brignell e White detectores são definidos como sensores binários. Ogata apresenta uma definição em termos de sinais de entrada e saída de um sistema, ou seja, um transdutor é um dispositivo que converte um sinal de entrada em um sinal de saída de outra forma. Note que esta definição lembra transformação de energia ou de quantidade física, como dada por Seippel mas também lembra a definição apresentada por Brignell e White no sentido de que os transdutores estão associados à entrada e saída de sistemas de controle. Ogata estende um pouco mais a discussão sobre os transdutores, classificando-os como:

- Transdutores analógicos: são transdutores nos quais os sinais de entrada e saída são funções contínuas do tempo. As amplitudes dos sinais podem assumir quaisquer valores dentro das limitações físicas do sistema.
- Transdutores a dados amostrados: são transdutores nos quais os sinais e saída ocorrem apenas em instantes discretos de tempo, normalmente periódicos. As amplitudes do sinal são não-quantizáveis.
- Transdutores digitais: são aqueles nos quais os sinais de entrada e

saída são discretos e a amplitude dos mesmos são quantificáveis, ou seja, podem assumir apenas certos valores discretos.

- Transdutores analógico-digital: são transdutores nos quais o sinal de entrada é uma função contínua do tempo e o sinal de saída é um sinal quantizável que pode assumir apenas certos valores discretos.
- Transdutores digital-analógico: são aqueles nos quais o sinal de entrada é um sinal quantizado e o sinal de saída é uma função contínua do tempo.

5.3 Quantização

É conveniente introduzir aqui o conceito de quantização para tornarem mais clara as definições acima sobre transdutores bem como as definições de sinais a serem apresentadas. A inclusão de um computador digital em um sistema analógico produz sinais de forma digital (normalmente como números binários). O sistema então toma a forma de uma combinação digital-analógica. A conversão de um sinal analógico para um sinal digital é uma aproximação porque o sinal analógico pode assumir um número infinito de valores ao passo que a variedade de diferentes números que podem resultar de um conjunto finito de dígitos é limitada. Este processo de aproximação é denominado quantização.

5.4 Sensores

Segundo Seippel “são dispositivos usados para detectar (nesse caso recebem o nome de detectores), medir ou gravar fenômenos físicos tais como calor, radiação e outros, e que responde transmitindo informação, iniciando mudanças ou operando controles”. Considerem agora outra definição de sensores: “São dispositivos que mudam seu comportamento sob a ação de uma grandeza física, podendo fornecer diretamente ou indiretamente um sinal que indica esta grandeza”. Quando operam diretamente, convertendo uma forma de energia em outra, são chamados transdutores. Os de operação indireta alteram suas propriedades, como a resistência, a capacitância ou a indutância, sob ação de uma grandeza, de forma mais ou menos proporcional. O sinal de um sensor pode ser usado para detectar e corrigir desvios em sistemas de controle, e nos instrumentos de medição, que frequentemente estão

associados aos sistemas de controle de malha aberta (não automáticos), orientando o usuário.

5.4.1 Necessidade

Os sensores tornaram-se vitais na indústria e os fabricantes estão mostrando uma tendência de integração de equipamentos controlados por computador. No passado, os operadores eram os cérebros de um equipamento e fonte de toda informação sobre a operação de um processo. O operador sabia se as peças estavam disponíveis, que peças estavam prontas, se eram boas ou más, se o trabalho feito com ferramentas estava aceitável, se o dispositivo elétrico estava ligado ou não, e assim por diante.

Estudos foram realizados para avaliar quão eficazes os seres humanos são em tarefas repetitivas como busca por erros, inspeção. Um estudo examinou pessoas que inspecionavam bolas de tênis de mesa. Uma correia transportadora trazia as bolas de tênis para um trabalhador. As bolas brancas eram consideradas boas, e as bolas pretas eram consideradas sucata. O estudo descobriu que as pessoas eram eficazes aproximadamente 70 por cento, para encontrar as bolas defeituosas. Certamente, os trabalhadores podiam descobrir todas as bolas pretas, mas ao executar tarefas simples, tediosas e repetitivas cometiam muitos erros. Um sensor simples poderia, entretanto, executar tarefas simples como esta quase sem cometer falhas.

5.4.2 Propriedades

Linearidade: É o grau de proporcionalidade entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais fiel é a resposta do sensor ao estímulo. Os sensores mais usados são os mais lineares, conferindo mais precisão ao sistema de controle. Os sensores não lineares são usados em faixas limitadas, em que os desvios são aceitáveis, ou com adaptadores especiais, que corrigem o sinal.

Faixa de atuação: É o intervalo de valores da grandeza em que pode ser usado o sensor, sem destruição ou imprecisão.

5.4.3 Tipos de sensores

Com contato X Sem contato (Aferindo Valores)

Se o dispositivo precisa entrar em contato com um elemento para a detectar, o dispositivo é um sensor do contato. Os sensores sem-contato podem detectar um elemento sem tocar nele fisicamente, o que evita o retardo ou a interferência no processo.

Os dispositivos eletrônicos (sem contato) são também muito mais rápidos do que dispositivos mecânicos (com contato), assim, dispositivos sem-contato podem trabalhar em taxas muito elevadas de produção.

Digitais X Analógicos

Outra maneira de classificar sensores é: digitais ou analógicos. As aplicações industriais necessitam tanto de sensores digitais quanto de analógicos. Um sensor digital tem dois estados: ligado ou desligado. A maioria das aplicações envolve monitorar a presença/ausência de peças e procedimentos de contagem, o que um sensor digital faz de maneira perfeita e barata. Os sensores digitais são mais simples e mais fáceis de usar do que os analógicos, o que é um fator para seu largo uso. Os sensores com saídas digitais podem estar ligados ou desligados. Geralmente possuem saídas transistorizadas. Se o sensor detectar um objeto, o transistor é ligado e permite a passagem de uma corrente elétrica. A saída do sensor é conectada geralmente a um módulo de entrada do CLP.

Sensores estão disponíveis com contatos de saída normalmente fechados ou normalmente abertos. Os sensores com contatos normalmente abertos permanecem desligados até que detectem um objeto e então são ligados. Os sensores com contatos normalmente fechados permanecem ligados até que detectem um objeto, quando então se desligam. Quando se trata de foto sensores, os termos liga-na-luz e liga-no-escuro são usados frequentemente. Liga-no-escuro significa que a saída do sensor fica ligada enquanto nenhuma luz chega ao sensor, o que é similar a uma circunstância de normalmente fechado. Sensores tipo liga-na-luz apresentam a saída ligada enquanto a luz incidir sobre o receptor, similar a um sensor normalmente aberto.

O valor limite para a corrente elétrica de saída da maioria dos sensores é bastante baixo. Geralmente a corrente de saída deve ser limitada a menos de 100 milampères.

Sensores analógicos, também chamados de sensores de saída linear, são mais complexos do que os digitais, mas podem fornecer muito mais informação sobre um processo. Por exemplo, um sensor usado para medir temperatura, que é uma informação analógica. Um sensor analógico detecta a temperatura e emite uma corrente ao CLP. Quanto mais elevada a temperatura, mais elevada a saída do sensor. O sensor pode, por exemplo, apresentar na saída entre 4 e 20 miliampères dependendo da temperatura real, embora haja um ilimitado número de temperaturas (e de correntes elétricas). A saída de um sensor digital está ou ligada ou desligada. Por outro lado, a saída de um sensor analógico pode ser qualquer valor dentro da escala. Assim, o CLP pode monitorar a temperatura muito precisamente e controlar o processo.

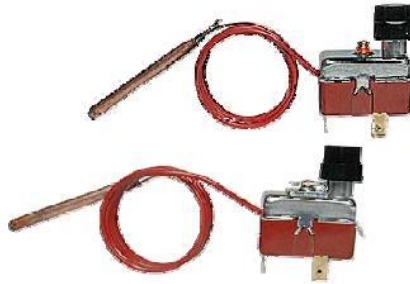


Figura 16: Termopar, um sensor analógico de temperatura.

Fonte: Internet, modificada pelo autor em 2014.

Sensores de pressão também estão disponíveis como dispositivos analógicos. Fornecem uma escala da tensão de saída (ou de corrente), dependendo da pressão a que estão submetidos.

5.5 Servomecanismos

São sistemas de controle com realimentação nos quais as saídas são posições mecânicas, velocidades ou acelerações. Portanto servomecanismo e sistema de controle de posição (velocidade ou aceleração) são sinônimos.

5.5.1 Atuadores

Atuador é um elemento que produz movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais ou automáticos. Como exemplo, podem-se citar atuadores de movimento induzido por cilindros pneumáticos ou cilindros hidráulicos e motores (dispositivos rotativos com acionamento de diversas naturezas). Tal como o nome sugere, um servomecanismo deve obedecer a comandos. Sendo geralmente acoplados a um sistema conhecido como malha fechada, eles informam ao sistema de comando se a tarefa solicitada foi executada. Uma das formas de fazer isso é por meio de transdutores de posição como potenciômetros e encoders.

Exemplos de atuadores são: as contadoras, os motores elétricos e as válvulas eletropneumáticas.

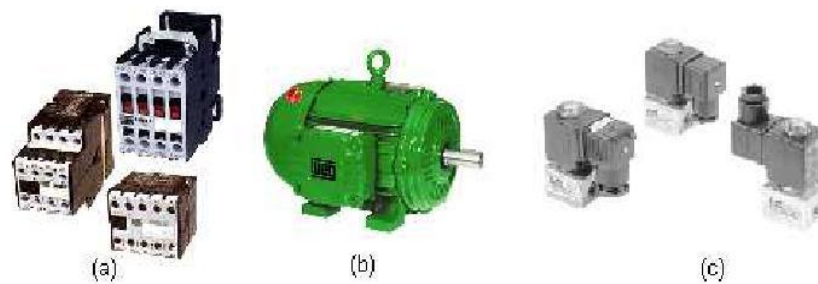


Figura 17: (a) contadoras, (b) motor elétrico e (c) válvulas eletropneumática.

Fonte: Internet, modificada pelo autor em 2014.

6 CONCLUSÃO

A evolução da tecnologia de automação, possibilitou configurar-se uma forma de trabalhar cada vez menos direta, no que diz respeito à efetuarmos os trabalhos com as próprias mãos, nos trazendo um conforto cada vez maior.

Através do trabalho apresentado, podemos ter uma consciência maior no que se diz respeito a automação, seus componentes e seu software, tendo uma noção de como realmente é o funcionamento de um sistema supervisorio.

Um sistema supervisorio utiliza algoritmos especializados para resolver qualquer variação nas variáveis sob seu controle, possui sensores e atuadores tão precisos quanto qualquer homem poderia ser ou até mais, resolve equações complexas em velocidade inimaginável para um cérebro humano. Neste trabalho foram apresentados tais sistemas como CLP, transdutores, sensores e atuadores, capacitando o leitor um entendimento básico porem abrangente de tais sistemas.

Mas não podemos esquecer que como qualquer outro sistema e máquina, está sujeito a falhas, e também de certa forma limitado para certos tipos de fainas, sendo necessária a presença do homem na praça de maquinas.

Assim, percebe-se que o Sistema Supervisorio é fruto do desenvolvimento tecnológico que embarcou pelo ramo da automação trazendo grandes benefícios, podendo ter uma abrangência ainda maior nas instalações de bordo, mas nunca substituindo a capacidade do ser humano em resolver problemas e muito menos sua capacidade de observação.

REFERÊNCIAS

MORAES, P. C. ., C. C. **ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Brasil: LTC, 2007. 347p.

NATALE, F. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. São Paulo, Brasil: Erica, 2008. 256p.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. Brasil: Pearson Education, 2011. 930p.

Automação. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/>> Acesso em: 15 jul. 2014

Automação Industrial. Disponível em:
<<http://controleeautomacaoindustrial3.blogspot.com.br/>> Acesso em: 4 jul. 2014

Curso de Automação Industrial. Disponível em: <<http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas>>
Acesso em: 21 ago. 2014

SALVADOR, M.; SILVA,, A. P. G. **O que São Sistemas Supervisórios**. O que são sistemas supervisório, Rio de Janeiro, v.1, n.2504, p.1-5, 2004. Disponível em:
<<http://www.centralmat.com.br/artigos/mais/oquesaosistemassupervisorios.pdf>>
Acesso em: 18 ago. 2014

