

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**

**VITOR COSTA DE CARVALHO**  
**RAFAEL DO NASCIMENTO MACHADO**

**AUTOMAÇÃO A BORDO DOS NAVIOS MERCANTES**

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**

**AUTOMAÇÃO A BORDO DOS NAVIOS MERCANTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador: OSM. Ramessés Cesar da Silva Ramos.

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

**VITOR COSTA DE CARVALHO**  
**RAFAEL DO NASCIMENTO MACHADO**

**AUTOMAÇÃO A BORDO DE NAVIOS MERCANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data de Aprovação: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Orientador: OSM. Ramessés Cesar da Silva Ramos.

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

Dedico esse trabalho ao Juvenal Cobé do Nascimento, ao Lucas Nascimento de Carvalho e a Izete Borges, nossos entes queridos que durante nossa caminhada até aqui nos deixaram e estão em um lugar melhor junto a Deus.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus que cuidou de cada detalhe até aqui e que nos possibilitou realizar nossos sonhos. Agradecemos também a Roseane Do Nascimento e Renato Machado, Hamilton Gomes e Cleuza Andrade, nossos pais, Mateus Nascimento e Nanele Costa, nossos irmãos, que nos apoiaram e fizeram de tudo para que esse dia se tornasse realidade. A Jéssica Marins e Julyane Cândido, nossas namoradas, que sempre estiveram presente nos dando força e carinho para transpassar cada obstaculo dessa formação. Aos nossos amigos e irmãos que conquistamos durante esses 3 anos, sentiremos saudade de cada momento junto a vocês. Aos nossos familiares e amigos, não menos importantes, que nos acompanharam durante toda longa trajetória. Aos nossos Professores e também amigos, que nos alavancaram em direção ao sucesso, nosso mais sincero obrigado, sem vocês nada disso seria possível.

"A suprema arte da guerra é derrotar o inimigo sem lutar." (Sun Tzu)

## RESUMO

Com o passar dos anos, o homem sentiu a necessidade de criar mecanismos que substituíssem a sua mão-de-obra. A automação não só trouxe esse benefício como também ajudou a melhorar a segurança dos equipamentos e a diminuir os erros causados pelo operador. Esta monografia tem como objetivo mostrar as vantagens e desvantagens da automação, bem como seu objetivo e suas aplicações a bordo dos navios mercantes. Tem o propósito de mostrar que a automação bem empregada proporciona um aumento da produtividade e da segurança do trabalho. Devido a suas relevantes utilizações, destacaremos aqui os sensores, o C.L.P. e o sistema supervisor, instrumentos e sistemas cada vez mais modernos que permitem um melhor controle e uma monitoração mais eficiente. Serão apresentadas ainda algumas aplicações marítimas, com intuito único de ilustrar a importância da automação a bordo, e o modo como ela torna os mais variados sistemas mais simples e seguros.

Palavras-chave: Automação, CLP, vantagens, desvantagens.

## **ABSTRACT**

*Over the years the humanity felt the need to create mechanisms that would replace their tasks, aiming to avoid fatigue. The automation not only brought that benefit but also helped to improve the equipment's security and to reduce human errors. This monograph aims to show the advantages and disadvantages of automation as well as its purpose and applications on board merchant ships. It aims to show that the automation employed and provides increased productivity and safety. Due to their relevant uses outline here the sensors, the PLC and the supervisory system, instruments and increasingly modern methods allowing better control and a more efficient monitoring. Still some marine applications, with the sole purpose of illustrating the importance of automation on board, and how she makes the most varied simples and secure systems will be presented.*

*Keywords: Automation, CLP, advantages, disadvantages.*



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Regulador de Fluxo de vapor de Watt . . . . .	10
Figura 2 — Diagrama de blocos com os elementos da automação . . . . .	14
Figura 3 — Controle em malha aberta . . . . .	22
Figura 4 — Controle em malha fechada . . . . .	23
Figura 5 — Termoresistência pt100 . . . . .	25
Figura 6 — Funcionamento de um sensor indutivo . . . . .	26
Figura 7 — Sensor fotoelétrico . . . . .	26
Figura 8 — Sensor capacitivo . . . . .	27
Figura 9 — Funcionamento de um sensor ultrassônico e sensor ultrassônico . .	27

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	9
2	<b>RESUMO HISTÓRICO</b>	10
2.1	INÍCIO DA AUTOMAÇÃO BRASILEIRA	11
3	<b>A AUTOMAÇÃO</b>	13
4	<b>TIPOS DE AUTOMAÇÃO</b>	16
4.1	A PNEUMÁTICA	16
4.1.1	<b>Propriedades do Ar Comprimido</b>	16
4.1.2	<b>Sistema de Preparação do ar</b>	17
4.2	A HIDRÁULICA	18
4.3	A PNEUMÁTICA E A HIDRÁULICA	19
4.4	AUTOMAÇÃO ELETROMECHANICA	20
5	<b>SISTEMAS DE CONTROLE</b>	22
5.1	CONTROLE EM MALHA ABERTA	22
5.2	CONTROLE EM MALHA FECHADA	22
5.3	ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLE	23
5.4	SENSORES	24
5.5	CONVERSOR	27
5.6	TRANSDUTORES	28
5.7	COMPARADORES E CONTROLADORES	28
5.8	TRANSMISSORES DE SINAL	28
5.9	AMPLIFICADORES DE SINAL	29
5.10	INVERSORES DE FREQUÊNCIA	29
6	<b>CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL</b>	31
6.1	HISTÓRICO	31
6.2	O QUE É O C.L.P.	32
6.3	SEU FUNCIONAMENTO	33
6.4	VANTAGENS DO C.L.P.	34
7	<b>APLICAÇÕES A BORDO</b>	35
8	<b>VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AUTOMAÇÃO</b>	38
8.1	VANTAGENS	38
8.2	DESVANTAGENS	38
8.3	AS VANTAGENS PREVALECEM	39
8.3.1	<b>Melhoria da qualidade de vida</b>	39
8.3.2	<b>Melhoria da segurança e da confiança</b>	39

8.3.3	<b>Alta logística e desempenho</b> .....	40
8.3.4	<b>Aumento da produtividade e dos lucros</b> .....	41
9	<b>CONCLUSÃO</b> .....	43
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

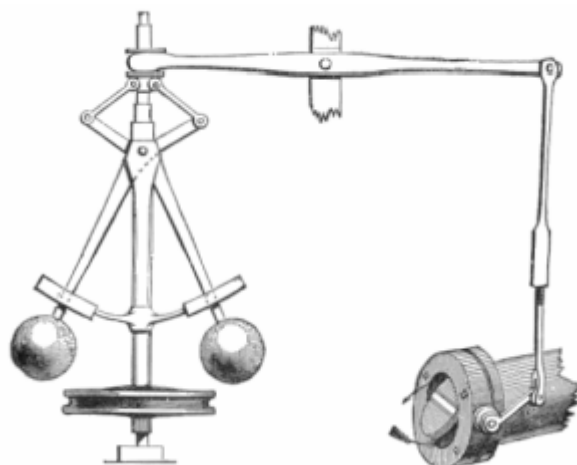
## 1 INTRODUÇÃO

A evolução dos dispositivos mecânicos ou eletroeletrônicos que auxiliam na operação e no controle de diversos maquinários e processos impulsionou a importância da automação no mundo junto às Revoluções Industriais. Com o avanço da tecnologia e tendo como bases principais dispositivos lógicos (Controladores Lógico-Programáveis) e computadores, foram criados diversos tipos de equipamentos para a automação que visavam a melhoria na produtividade, qualidade e segurança em um processo. Dessa maneira, a mão de obra humana foi sendo substituída, pois máquinas estavam desenvolvendo trabalhos que anteriormente o homem era incapaz de por em prática e isso foi um passo além da mecanização.

## 2 RESUMO HISTÓRICO

O desenvolvimento de um mecanismo de regulação do fluxo de vapor das máquinas, criado por James Watt em 1788, pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação. O regulador funciona numa haste com dois flanges próximos ao topo, tendo em cada extremidade um contrapeso. Com isso, a máquina funcionava de modo a se regular sozinha, automaticamente, por meio de um laço de realimentação. Hoje em dia usa-se a válvula reguladora de vapor na admissão, que é um regulador de velocidade inspirado no mecanismo criado por Watt.

Figura 1 - Regulador de Fluxo de vapor de Watt



Fonte: Site Estudio 01 DA UFSM

Os sistemas inteiramente automáticos surgiram durante o século XX, antes havia sistemas simples os semiautomáticos. A tecnologia da automação começou a utilizar de computadores, servomecanismos e controladores programáveis para automatizar os processos. Os computadores são o pilar de toda a tecnologia da automação da atualidade.

A próxima invenção notável foi a régua de cálculo e depois a máquina aritmética, que fazia somas e subtrações por transmissões de engrenagens. A álgebra booleana foi criada por George Boole e contém os princípios binários que tem grande importância nas operações internas de computadores. Herman Hollerith criou um novo método em 1880 que se baseia na utilização de cartões perfurados para automatizar algumas tarefas de tabulação do censo norte-americano. Os resultados do censo foram obtidos em apenas seis semanas, antes demoravam mais de dez anos. O sucesso intensificou o uso da máquina que, por sua vez,

norteou a criação da máquina IBM, bastante parecida com o computador.

Após a segunda guerra mundial, em 1946, foi criado o primeiro computador de grande porte, inteiramente eletrônico. O ENIAC ocupava mais de 180 metros quadrados e pesava 30 toneladas. Ele realizava cerca de 5.000 cálculos aritméticos por segundo, para isso, tinha válvulas e relês que consumiam 150.000 watts de potência. Cunhou-se o que seria a primeira geração de computadores, que utilizava válvulas eletrônicas. Por causa da invenção do transistor, veio a segunda geração de computadores. Eles consomem menos energia e são mais confiáveis, além de não precisarem se aquecer para funcionar. Seu tamanho era cem vezes menor que o de uma válvula, permitindo que os computadores ocupassem muito menos espaço.

A quarta geração de computadores iniciou com o surgimento, em 1975, dos Circuitos Integrados em Escala Muito Grande (VLSI). Foram então criados os computadores pessoais, de tamanho reduzido e baixo custo de fabricação, dando início a um novo mercado que, atualmente é um dos maiores do mundo.

Hoje, os conceitos de integração total do ambiente produtivo com o uso dos sistemas de comunicação de dados e novas técnicas de gerenciamento estão se disseminando rapidamente. O CIM (Manufatura Integrada por Computador) já é uma realidade.

Os robôs substituíram a mão-de-obra no transporte de materiais e em atividades perigosas. O robô programável foi projetado em 1954 pelo americano George Devol, que mais tarde fundou a fábrica de robôs Unimation. Poucos anos depois, a GM instalou robôs em sua linha de produção para soldagem de carrocerias. Costuma-se comparar as operações desses robôs com as apresentadas por um ser humano. Portanto, pensando-se dessa forma, a automação seria o primeiro passo de uma longa caminhada, com o objetivo de chegar até a automatização das praças de máquinas dos navios modernos.

## 2.1 INÍCIO DA AUTOMAÇÃO BRASILEIRA

Os navios construídos no Brasil no início da década de 60 eram navios desprovidos de automação, portanto a vida dos tripulantes era mais difícil e a tripulação era bem maior. Já existiam navios construídos nos Estados Unidos e Canadá na frota brasileira nesse período, e que possuíam máquinas providas de automação, como diesel – geradores de emergência de funcionamento automático, caldeira auxiliar automatizada, caldeira de propulsão com queimadores automáticos, sistemas de alarmes centralizados e sistemas remoto de medição de nível de tanques.

No início da década de 70, aproveitando a necessidade de uma ampliação da frota brasileira, foram contratados 24 navios em estaleiros brasileiros que acompanhavam a tendência encontrada no exterior, incorporavam equipamentos com elevado grau de automação e que se utilizava do computador para supervisão da instalação de propulsão. Esses navios conhecidos como LINERS, representaram um marco histórico na construção naval no Brasil.

Os principais sistemas utilizados pela nova frota mercante brasileira foram os sistema de supervisão de dados baseados em computador, Sistema automático de geração de energia, caldeiras automáticas, Sistema de Ar comprimido de funcionamento automático, Alarmes centralizados, Comando e medição centralizados em console em sala especial, controle automático de temperatura, e transferência automática das bombas em caso de defeito, porém os resultados obtidos não surtiram o efeito o planejado: o sistema de supervisão, baseado em computador de segunda geração, demonstrou baixa confiabilidade e os custos de manutenção se tornaram elevados.

Alguns dos aspectos negativos em relação ao pessoal para a automação a bordo foi o vedetismo no pessoal, ou seja, só os indicados podiam ter acesso aos equipamentos, e o afastamento do homem da máquina. Por causa desses fatores, os Armadores passaram a considerar a automação como algo indesejável. Assim, nos contratos seguintes, a Automação foi reduzida a um mínimo, e quando possível eliminada. Ao longo dos anos, os Armadores voltaram a se interessar pela automatização dos navios após uma fase de total descrédito. Porém, não há uma política uniforme por parte dos Armadores Brasileiros. O grau de automatização a ser adquirido, tem sido mais pelas necessidades determinadas pelo mercado e pelas leis do que por vontade própria. Com a evolução da tecnologia, os sistemas ligados a automação tornaram-se progressivamente menores, mais leves, mais econômicos, mais confiáveis e tremendamente poderosos. A crescente complexidade dos navios, a disponibilidade de equipamentos e a busca de maior eficiência na operação das frotas levou os Armadores estrangeiros ao uso Intensivo da automação. Com isso, os Armadores brasileiros têm sido obrigados ao uso da automação por causa da competição com os Armadores Estrangeiros, por força de convenções internacionais, bem como pelas crescentes exigências com a segurança dos navios, tripulantes, meio ambiente e cargas e pelas características operacionais de portos no exterior.

### 3 A AUTOMAÇÃO

Os avanços tecnológicos oferecidos à sociedade moderna apontam para um só caminho, a automação. Tal sociedade é facilitada mais e mais através da automação, por exemplo, quando pela manhã uma pessoa é acordada pelo rádio relógio que automaticamente dispara seu alarme e começa a dar as notícias do dia.

Também, quando a casa ao ser aquecida pela incidência de raios solares, recebe ar frio insuflado do aparelho de ar-condicionado, mantendo a temperatura agradável.

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

Todas essas facilidades são possíveis devido a um eficiente componente da automação, chamado Controlador Lógico Programável (C.L.P.), que será mostrado em um capítulo posterior. Esses fatos evidenciam como a automação faz parte da vida cotidiana das mais variadas situações, desde as simples às mais complexas.

No que tange o sistema de automação, este é constituído de cinco elementos fundamentais:

- Acionador: provê o sistema de energia para atingir determinado objetivo. É o caso dos motores elétricos, pistão hidráulico, etc;

- Sensor: mede o desempenho do sistema de automação ou uma propriedade particular de algum de seus componentes. Exemplos: termopares para medição de temperatura e encoders para medição de velocidade. Posteriormente, os sensores serão tratados com maior enfoque, tendo em vista sua importância para automação;

- Controle: utiliza a informação dos sensores para regular o acionamento. Por exemplo, para manter o nível da água num reservatório constante, utiliza-se um controlador de fluxo que abrirá ou fechará uma válvula, de acordo com o nível no tanque;

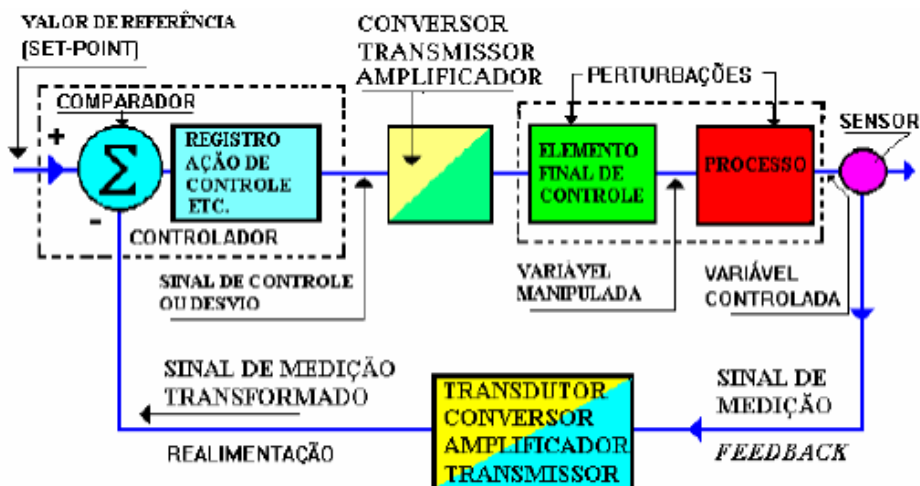
- comparador ou elemento de decisão: compara os valores medidos com valores preestabelecidos e determina quando atuar no sistema. Como exemplos, podem-se citar os termostatos e os programas de computadores; e

- Programas ou softwares: contêm informações de processo e permitem controlar as interações entre os diversos componentes.

A figura abaixo, mostra de forma simplificada a atuação destes elementos que compõem a automação:



Figura 2 - Diagrama de blocos com os elementos da automação



Fonte: OLIVEIRA (1999)

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, trabalhando com uma eficiência ótima.

Quanto à classificação, os sensores podem ser:

- 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;

- 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

- 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.

No que se refere às aplicações desenvolvidas para análise funcional dos sensores e principalmente sua adequação, destacam-se:

- controle de nível/volume de reservatórios por sensor analógico de volume;
- controle de velocidade e posição em deslocamentos linear e angular por encoder digital;

- controle de temperatura com simulação em planta de aquecimento real;
- identificação de distância e posição;
- proteção e segurança;
- identificação de peças de acordo com material e cor;
- controle de pressão;
- controle analógico utilizando conversor frequência/tensão;
- conversão analógica/digital; etc.

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

Posteriormente, a automação será discutida de forma mais detalhada, com o intuito de fornecer maiores esclarecimentos ao leitor quanto aos seus tipos, suas principais aplicações e assim, sua importância e necessidade para a vida humana.

## 4 TIPOS DE AUTOMAÇÃO

### 4.1 A PNEUMÁTICA

Embora a base da pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade, foi preciso aguardar o século XIX para que o estudo do seu comportamento e propriedades se tornasse sistemático. Porém, pode-se dizer que somente após o ano de 1950 é que ela foi realmente introduzida no meio industrial.

Antes, porém, já existiam alguns campos de aplicação e aproveitamento da pneumática, como por exemplo, a indústria de mineração, a construção civil, o meio marítimo e a indústria ferroviária, por meio do freio a ar comprimido.

Hoje, o ar comprimido tornou-se indispensável, e nos mais diferentes ramos industriais instalam-se equipamentos pneumáticos.

#### 4.1.1 Propriedades do Ar Comprimido

##### A) Vantagens do Ar Comprimido

**Quantidade:** O ar, para ser comprimido, se encontra em quantidades ilimitadas praticamente em todos os lugares.

**Transporte:** O ar comprimido pode ser facilmente transportável por tubulações, mesmo para distâncias consideravelmente grandes.

**Armazenamento:** no estabelecimento não é necessário que o compressor esteja em funcionamento contínuo. O ar pode ser sempre armazenado em um reservatório e, posteriormente, tirado de lá, podendo ser transportado em reservatórios.

**Temperatura:** O trabalho com o ar comprimido é insensível às oscilações de temperatura.

**Segurança:** não existe o perigo de explosão. Portanto, não são necessárias custosas proteções contraexplosões.

**Limpeza:** O ar comprimido é limpo, mesmo que vaze de tubulações ou elementos indevidamente vedados, não polui o ambiente, sendo essa limpeza exigência em vários ramos da indústria.

**Construção dos Elementos:** os elementos têm sua construção simples e com isso baixo custo

**Velocidade:** A velocidade de trabalho do ar comprimido dos cilindros pneumáticos, os usados a bordo de navios mercantes, oscila entre 1-2 m/s.

**Regulagem:** as velocidades e forças de trabalho dos elementos a ar comprimido são reguláveis sem escala.

Proteção contra Sobrecarga: os elementos e ferramentas a ar comprimido são recarregáveis até a parada total, com isso sendo totalmente seguros contra sobrecarga.

#### B) Limitações do Ar Comprimido

Preparação: O ar comprimido requer uma boa preparação. Impureza e umidade devem ser evitadas, pois provocam desgastes nos elementos pneumáticos.

Compressibilidade: não é possível manter constante e uniforme as velocidades dos cilindros e motores pneumáticos mediante ar comprimido.

Forças: O ar comprimido é econômico somente até uma determinada força, limitado pela pressão normal de trabalho de 700 kPa (7 bares), e também pelo curso e velocidade. O limite está fixado entre 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kPa).

Escape de Ar: O escape de ar é ruidoso, porém, hoje em dia já existem silenciadores, que altamente desenvolvidos este problema está solucionado.

#### 4.1.2 Sistema de Preparação do ar

O sistema de preparação do ar é formado pelos seguintes componentes: compressor, resfriador, separador, reservatório e secador. Sendo que antes dos utilizadores e após o secador são usados os reguladores de pressão, filtros e lubrificadores.

O ar a ser tratado é admitido no compressor, passando antes por um filtro onde são retidas as partículas solidas. Logo em seguida, aparece o resfriador, que é um trocador de calor, o ar aquecido pela compressão é resfriado pelo fluxo de água, e também elimina grande parte da umidade por meio da condensação.

Sendo assim, ao sair do resfriador passa pelo separador, formado por defletores, fazendo-o percorrer por um caminho sinuoso, eliminando a umidade que vai ficando retida no separador, caindo para uma câmara inferior de onde é drenada.

Logo após o separador, o ar é encaminhado para o reservatório, que armazena e faz com que o compressor tenha um funcionamento intermitente, sendo que este ainda compensa as flutuações de pressão e elimina a pulsação que seria produzida caso o compressor descarregasse diretamente na rede.

Finalizando, o ar passará por um último componente, o secador, que por sua vez retira a umidade presente no ar. O processo de secagem pode ser de 3 tipos: absorção, adsorção e resfriamento.

A secagem por absorção consiste em um processo puramente químico onde o ar passa por uma camada solta de um elemento secador, onde toda a água ou vapor que entra em contato com esse elemento, combina-se quimicamente com ele e se dilui formando uma combinação elemento secador – água.

A secagem por adsorção está baseada em um processo físico, onde o elemento secador é um material granulado com arestas ou em forma de pérolas, sendo que esse elemento é formado por quase 100 % de dióxido de silício, também conhecido como sílica gel. Cada vez que o elemento secador estiver saturado, ele pode ser regenerado fazendo-se fluir ar quente pelo interior da câmara saturada, assim sendo a umidade é absorvida por este ar e elimina o elemento.

Já o processo de resfriamento, é feito por meio de um princípio, o da diminuição de temperatura até o ponto de orvalho, sendo que esta última temperatura, é a temperatura a qual um gás deve ser esfriado para se obter a condensação do vapor de água nele contido. O ar a ser tratado entra no secador, passando pelo trocador calor.

## 4.2 A HIDRÁULICA

A automação hidráulica é muito utilizada nas embarcações devido a sua grande importância no fator de multiplicar forças, quando da união da hidráulica com a automação.

Um importante exemplo é o posicionamento do leme de uma embarcação marítima, onde o mecanismo eletro – hidráulico de acionamento do leme é composto de uma servoválvula com vias e de cilindros hidráulicos.

Então um cilindro hidráulico pode ser citado como um sistema energético, pois sua operação se baseia na conversão, transferência e controle de energia hidráulica.

Um sistema hidráulico, então 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.

Vale lembrar que, sendo o fluido uma substância que deforma continuamente sob tensão de cisalhamento, não importando quão pequena seja essa tensão, de acordo com os estados físicos da matéria, estes compreendem as fases líquida e gasosa.

É importante enfatizar a existência de dois tipos de sistemas que operam com fluidos: os sistemas de potência empregando fluidos (fluid power systems) e os sistemas de transportes de fluidos (fluid transport systems).

Na primeira categoria, inserem-se os sistemas hidráulicos e pneumáticos, desenvolvido com o objetivo de realizar trabalho. O trabalho é obtido por meio de um fluido sob pressão agindo sobre o cilindro ou motor, o qual produz a ação mecânica desejada.

Os sistemas de transportes de fluidos têm como objetivo a transferência de

um fluido de um local para o outro, visando alcançar uma determinada finalidade prática. Exemplos incluem estações de bombeamento de água / óleo na praça de máquinas, redes de distribuição de gás e processamentos químicos envolvendo a combinação de vários fluidos.

Assim, com a automação hidráulica é possível realizar tarefas complexas e impossíveis de serem realizadas pela força humana, como por exemplo, fazer o deslocamento do leme de uma embarcação.

### 4.3 A PNEUMÁTICA E A HIDRÁULICA

Pelo exposto acima, verifica-se que a hidráulica e a pneumática são tecnologia associadas com a geração, controle e transmissão de potência empregando fluidos pressurizados.

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, os quais embasam o desenvolvimento de componentes e circuitos.

Tomando-se o fluido utilizado, diferencia-se a hidráulica, quando o fluido é líquido, a pneumática quando o fluido é gasoso. Por outro lado, os conceitos de automação e controle estão intimamente relacionados com a hidráulica e a pneumática, pois esta área da tecnologia possui dispositivos para atuação mecânica para uma vasta gama de forças, torques, velocidades e rotações.

Do conjunto de princípios de atuadores apresentados (hidráulicos e pneumáticos), com os meios mecânicos encontra-se mais dificuldade em se atuar conjuntamente com sinais elétricos de comando. Com motores e acionamentos elétricos é evidente a facilidade de recepção de sinais elétricos.

No entanto, os atuadores hidráulicos e pneumáticos são comandados por meio de válvulas que podem ser eletro – hidráulicas ou eletropneumáticas, possibilitando a correlação com sinais elétricos vindos de botões ou mesmo de CLPs.

Tomando-se o que foi descrito acima, podem ser notadas duas importantes vantagens quanto ao emprego das automações hidráulica e pneumática: os sinais pneumático e hidráulico são intrinsecamente seguros quando utilizados em ambientes com a presença de gases ou vapores inflamáveis; e ainda, estes sinais podem ser utilizados diretamente para acionar válvulas de controle ou outros servomecanismos, utilizados como elementos finais de controle.

Portanto, os sistemas de automação com comandos pneumáticos e hidráulicos necessitam que ocorram estímulos, internos ou externos, para que

possam ser empregados de forma adequada nas mais diversas áreas, principalmente na praça de máquinas de uma embarcação mercante.

#### 4.4 AUTOMAÇÃO ELETROMECHANICA

A automação baseada na eletromecânica opera com equipamentos cujo comando vem embutido na máquina. A eletrônica de comando exige componentes com partes mecânicas móveis, para realizar a interface entre a elétrica e o mundo físico. Este tipo de automação compõe uma série de desvantagens por conta de suas partes que sofrem desgaste com o uso e, portanto possuem vida útil limitada; podem ficar emperradas e, portanto são pouco confiáveis; são relativamente lentas comparadas com as operações puramente eletrônicas; podem apresentar sujeira e umidade que atrapalham o seu funcionamento; quebram mais facilmente, por causa da fadiga e desgaste; seu funcionamento pode ser perturbado por vibração e choque mecânico; produzem barulho quando mudam o estado.

Os principais componentes eletromecânicos são:

- Chave liga-desliga (togue): possui uma haste ou alavanca que se move através de um pequeno arco fazendo os contatos de um circuito abrirem ou fecharem repentinamente;
  - Chave botoeira (push button): é projetada para abrir ou fechar um circuito quando acionada e retornar à sua posição normal, quando desativada;
  - Chave seletora: fecha e abre circuitos quando é girada entre posições;
  - Chave automática: é acionada por variável de processo (termostato, pressostato, nível, vazão, posição);
  - Relé: é uma chave comandada por uma bobina, eles controlam a corrente elétrica por meio de contatos que podem ser abertos ou fechados;
  - Válvula solenoide: dispositivo usado para transladar sinais elétricos ON/OFF em movimentos mecânicos ON/OFF;
  - Disjuntor: equipamento de proteção que abre um circuito quando este é submetido a uma sobrecarga; e
  - Fusível: é um equipamento de proteção que também abre um circuito quando há uma sobrecarga, porém, neste caso o fusível se destrói.
  - DR (Dispositivo Diferencial Residual): impede que correntes elevadas se estabeleçam em uma instalação e ofereçam perigo de eletrocussão para pessoas e animais domésticos.
  - Reed Switch ou interruptor simples de lâminas: é um interruptor ou chave que pode ser acionado pelo campo magnético de uma bobina ou de um ímã.

Considerando a importância dos relés eletromecânicos para a automação, citaremos mais algumas de suas características:

O relé eletromecânico combina os princípios de chaveamento mecânico com a atuação de solenoide elétrica. Quando o solenoide é energizado ou desenergizado, ele move uma haste em uma direção e a pressão de uma mola move a haste em direção contrária. A haste, por sua vez, abre e fecha contatos. Ele apresenta algumas vantagens como: baixa resistência e, portanto, baixa queda de tensão quando fechados e alta resistência quando abertos, manipulação de altas tensões, correntes em larga faixa de frequências, operação em condições ambientais adversas, tamanho pequeno, baixo custo, simplicidade e memória funcional que não é perdida pela ausência da alimentação. Porém, os relés eletromecânicos são lentos, sensíveis às vibrações e volumosos e seus contatos desgastam.



## 5 SISTEMAS DE CONTROLE

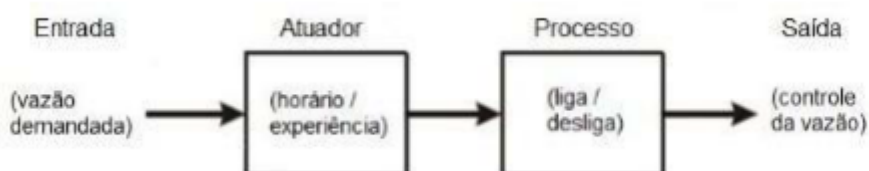
O sistema a ser controlado é, em geral, chamado de processo ou planta. O processo é um sistema dinâmico, ou seja, seu comportamento é descrito matematicamente por um conjunto de equações diferenciais. A entrada do processo é chamada de variável de controle ou variável manipulada (MV) e a saída do processo é chamada de variável controlada ou variável de processo (PV). A filosofia básica de um sistema de controle consiste em aplicar sinais adequados na entrada do processo com o intuito de fazer com que o sinal de saída satisfaça certas especificações e/ou apresente um comportamento particular.

### 5.1 CONTROLE EM MALHA ABERTA

O controle em malha aberta consiste em aplicar um sinal de controle pré-determinado, esperando-se que ao final de um determinado tempo a variável controlada atinja um determinado valor ou apresente um determinado comportamento. Neste tipo de sistema de controle não são utilizadas informações sobre a evolução do processo para determinar o sinal de controle a ser aplicado em um determinado instante. Mais especificamente, o sinal de controle não é calculado a partir de uma medição do sinal de saída.

As características básicas de um sistema de controle que opera em malha aberta são imprecisão, nenhuma adaptação a perturbações, dependência do julgamento e da estimativa humana. A vantagem desse tipo de sistema, é que em geral, são simples e baratos, pois não envolvem equipamentos sofisticados para a medição e/ou determinação do sinal de controle.

Figura 3 - Controle em malha aberta



Fonte: <http://www.ebah.com.br/>

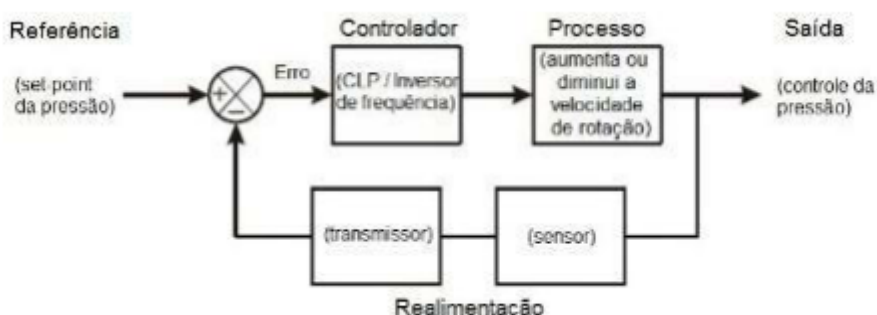
### 5.2 CONTROLE EM MALHA FECHADA

No controle em malha fechada, informações sobre como a saída do processo

está evoluindo são utilizadas para determinar o sinal de controle que deve ser aplicado ao processo em um instante específico. Isto é feito a partir de uma realimentação da saída para a entrada, normalmente negativa. Em geral, a fim de tornar o sistema mais preciso e de fazer com que ele reaja a perturbações externas, o sinal de saída é comparado com um sinal de referência (set-point) e o desvio (erro) entre estes dois sinais é utilizado para determinar o sinal de controle que deve efetivamente ser aplicado ao processo. Assim, o sinal de controle é determinado de forma a corrigir este desvio entre a saída e o sinal de referência. O dispositivo que utiliza o sinal de erro para determinar ou calcular o sinal de controle a ser aplicado à planta é chamado de controlador ou compensador, sendo o mais utilizado hoje o controle PID (proporcional, integrador e diferenciador).

As características de um sistema de controle em malha fechada são a elevada precisão do sistema, adaptação ao efeito de perturbações e melhora da dinâmica do sistema.

Figura 4 - Controle em malha fechada



Fonte: <http://www.ebah.com.br/>

### 5.3 ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLE

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

-Elementos primários são dispositivos com os quais se consegue medir alterações nas variáveis de processo. Exemplo: Sensores de pressão, indicadores de temperatura.

-Elementos secundários são dispositivos que tratam e recebem o sinal do elemento primário. Exemplo: transmissores, controladores.

-Os elementos finais de controle atuam na variável manipulada em função de um sinal de controle recebido. Geralmente é uma válvula comandada eletricamente na maioria dos processos industriais.

## 5.4 SENSORES

Sensores são dispositivos que correspondem a um estímulo físico ou químico de maneira específica e mensurável analogicamente e detectam o valor da variável a ser controlada. São dispositivos eletroeletrônicos que tem a propriedade de transformar em sinal elétrico a transformação de uma grandeza física que está relacionada a uma ou mais propriedades do material de que é feito o sensor. São compostos por um transdutor e uma parte que converte a energia resultante em sinal elétrico e podem ser de indicação direta ou em conjunto com um indicador que torne legível o valor detectado para o homem. A informação é enviada ao comparador do controlador e o sinal emitido, às vezes, precisa ser amplificado ou convertido.

Podem ter duas classificações distintas:

1) Analógicos: Fornecem um sinal de saída contínuo, que é proporcional à variável que está sendo acompanhada. Este sinal pode ser dado em forma de variação de tensão ou corrente elétrica. São termômetros, manômetros etc.

2) Digitais: São contatos ou similares que se abrem, quando são normalmente fechados (normally closed-NC), ou se fecham quando é do tipo normalmente aberto (normally open-NO), quando determinada variável atinge uma determinada condição limite. São pressostatos e termostatos.

Quanto à construção, podem ser normais ou intrinsecamente seguros, que são instalados em áreas consideradas de risco. Esses sensores são reconhecidos facilmente, pois estão conectados a fios de cor azul. Como enviam sinais de baixa energia é necessário que, já na área considerada de segurança, eles sejam amplificados, para sua posterior utilização.

Existem sensores para medir diversas variáveis, com diferentes princípios de funcionamento a fim de melhorar a precisão e exatidão do valor da variável que se deseja medir. Podemos citar alguns diferentes tipos de sensores:

A) Sensores de temperatura: É possível a medição da temperatura de muitas formas diferentes que variam em custo do modelo do equipamento e precisão. Os mais comuns são os termopares, RTD e termistores.

O princípio das termoresistências explora a mudança de resistência elétrica de certos tipos de materiais com a variação da temperatura. O dispositivo sensível a mudança de temperatura é colocada em contato com o ambiente. Assim, a medida da sua resistência indica a temperatura do material e conseqüentemente, do ambiente. Há dois tipos de termoresistências: os termistores e o detector RTD.

Os RTD's são termoresistências de metal com coeficiente de resistividade positivo, ou seja, a resistência elétrica aumenta com o aumento de temperatura. O

metal mais usado é a platina, pois possui uma ampla faixa fixa de temperatura. A termoresistência pt-100 significa que ela é feita de platina e que possui uma resistência de 100 ohms a 0C°, com uma resposta linear a variação de temperatura.

Figura 5 - Termoresistência pt100



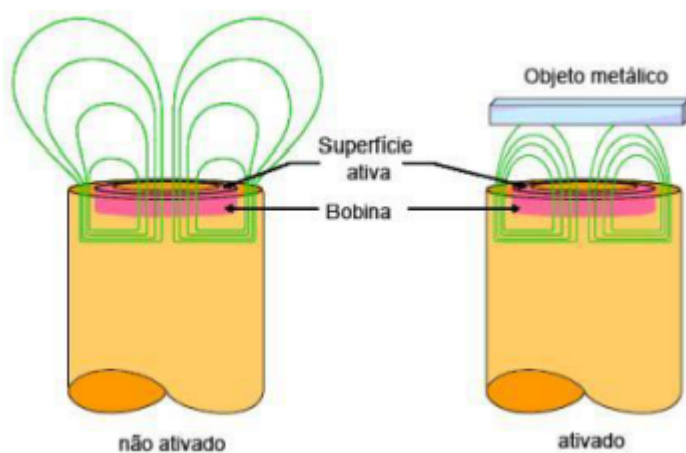
Fonte: [www.ecr-sc.com.br](http://www.ecr-sc.com.br)

Os termistores são termoresistências de material semicondutor com coeficiente de resistividade negativo, ou seja, a resistência elétrica diminui com o aumento de temperatura. Os termistores tem como vantagem a ausência de desgastes mecânicos e maior velocidade de resposta a variações de temperatura, e apresentam como desvantagens a falta de acompanhamento contínuo do processo de aquecimento.

B) Sensores indutivos: Estes dispositivos exploram o princípio de variação da impedância de uma bobina, que ao ser percorrida por uma corrente alternada tem esta alterada quando um objeto metálico (ou uma corrente elétrica) é posicionado dentro do fluxo do campo magnético radiante.

Possuem grande utilização na automação industrial, sendo utilizados em máquinas para cortar peças, medir velocidade e detectar materiais de baixa resistência mecânica.

Figura 6 - Funcionamento de um sensor indutivo



Fonte: <http://www.ebah.com.br/>

C) Sensores fotoelétricos: A finalidade do sensor fotoelétrico é converter um sinal luminoso (luz ou sombra) num sinal elétrico que possa ser processado por um circuito eletrônico. Podem ser do tipo foto resistores, fotocélulas, fotodiodos, etc.

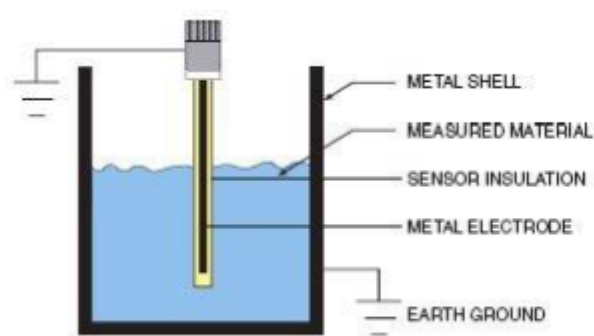
Figura 7 - Sensor fotoelétrico



Fonte: <http://www.intereng.com.br>

D) Sensores capacitivos: Dispositivo eletrônico para controle de nível de líquidos, massas ou granulados. O sensor capacitivo opera detectando a variação da capacitância do meio, logo à frente da sua face.

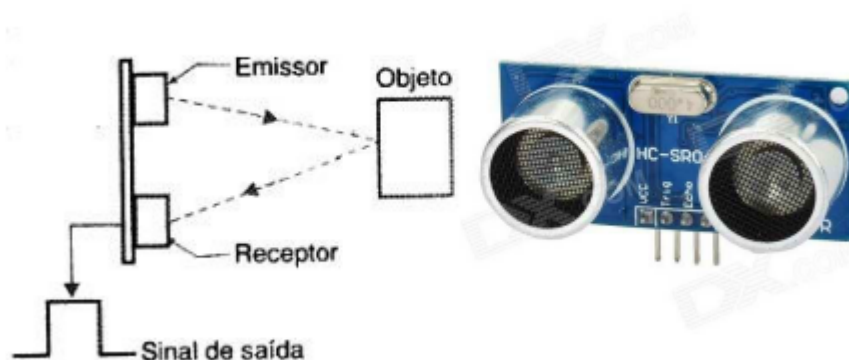
Figura 8 - Sensor capacitivo

Figure 1- Capacitive Measurement  
In Non-Conductive Media

Fonte: <http://www.medicioni2007.blogspot.com>

E) Sensores ultrassônicos: São dispositivos de detecção sem contato utilizados em muitas áreas da automação. São precisos e flexíveis e podem medir nível, vazão, separações, diâmetros de bobinas e para contagem de objetos materiais transparentes. Os sensores emitem pulsos ultrassônicos ciclicamente, o objeto reflete estes pulsos e o eco resultado é recebido. O intervalo entre os pulsos emitidos e o eco são medidos e convertidos em um sinal elétrico.

Figura 9 - Funcionamento de um sensor ultrassônico e sensor ultrassônico



Fonte: <http://decom.ufop.br>

## 5.5 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.

## 5.6 TRANSDUTORES

Instrumento que recebe informações na forma de uma ou mais grandezas físicas, modifica essas informações, caso necessário, e fornece um sinal de saída resultante, geralmente elétrico. O transdutor pode ser um elemento primário, um transmissor ou outro dispositivo.

## 5.7 COMPARADORES E CONTROLADORES

A função de um comparador 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).

Controladores - 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.

## 5.8 TRANSMISSORES DE SINAL

Em muitos casos os sensores e transdutores de medida estão afastados dos elementos de controle. A solução habitual consiste na concentração de elementos de controle (controladores ou computadores) ou de leitura de registro numa única sala (sala de controle). É então necessário transmitir sinais analógicos e, em certos casos, digitais representativos dos valores das grandezas medidas. É necessário então fazer esta transmissão com instrumentos designados como transmissores, que medem uma variável do processo e a transmitem, à distância, a um instrumento receptor, indicador, registrador, controlador ou uma combinação desses.

### A) transmissores pneumáticos

Neste tipo de transmissores, é utilizado o ar comprimido cuja pressão é alterada conforme o valor que se deseja representar. Neste caso a variação de pressão do ar é linearmente manipulada em uma faixa específica de 3 a 15 psi (libras força por polegada ao quadrado), padronizada internacionalmente para representar a variação da grandeza medida entre o seu valor mínimo e o seu valor máximo. A grande vantagem em utilizar os transmissores pneumáticos está no fato de poder opera-los com segurança em áreas em que existe risco de explosão. A

desvantagem do uso da instrumentação pneumática é a necessidade de uma tubulação de ar comprimido para seu suprimento e funcionamento; necessita de equipamentos auxiliares como compressores, filtros, desumidificadores etc. para fornecer aos instrumentos ar seco, sem partículas sólidas. Normalmente a transmissão é limitada a 100 metros.

#### B) Transmissores eletrônicos

O sinal de saída pneumático (3 a 15 psi) dos transmissores, não pode ser transmitido a distâncias muito grandes, pois podem ocorrer atrasos na transmissão. Para transmissão a longas distâncias, são recomendados os transmissores eletrônicos, que geram sinais, normalmente entre 4 a 20 mA e 1 a 5V, que estão na mesma relação do sinal. Pneumático de 3 a 15 psi. O sinal eletrônico permite transmissão para longas distâncias, sem perdas, e que o mesmo sinal seja reconhecido por mais de um instrumento. Porém exige utilização de instrumentos e cuidados especiais em áreas de risco, além de cuidados especiais na escolha do encaminhamento de cabos ou fios de sinais.

#### C) Transmissores hidráulicos

O transmissor hidráulico utiliza a pressão exercida por óleos hidráulicos para transmissão de sinal. É especialmente utilizado em aplicações onde o torque elevado é necessário ou quando o processo envolve pressões elevadas. A pressão de trabalho desses equipamentos é na faixa de 150 a 210 bar de pressão, podendo o óleo gerar grandes forças para acionar equipamentos de grande peso e dimensão, com uma resposta rápida. No entanto, é necessárias tubulações de óleo para suprimento e transmissão, inspeção periódica do nível de óleo assim como sua troca e necessita de equipamentos auxiliares, tais como reservatórios, filtros, bombas, etc.

### 5.9 AMPLIFICADORES DE SINAL

O amplificador de sinal tem a função de amplificar o sinal do sensor ou do controlador, quando o sinal está enfraquecido devido à necessidade de dividi-los por diversos pontos, garantindo uma informação precisa. Podem ser pneumáticos, elétricos e eletrônicos.

### 5.10 INVERSORES DE FREQUÊNCIA

São dispositivos eletrônicos que convertem a tensão da rede alternada senoidal, em tensão contínua de amplitude e frequência constantes e depois, em tensão de amplitude e frequência variáveis. Os inversores de frequência têm como principal função, alterar a frequência da rede que alimenta o motor, fazendo com que



o motor siga frequências diferentes das fornecidas pela rede, que é sempre constante. O uso do inversor de frequência é responsável por uma série de vantagens, como a capacidade de controlar a velocidade do motor, proporcionando além da flexibilidade de controle sem perda de torque, aceleração suave, frenagem direta do motor sem a necessidade de freios mecânicos, tudo com excelente precisão de movimentos. O inversor é composto por um bloco retificador e um circuito intermediário, composto por um banco de capacitores eletrolíticos, circuitos de filtragem de alta frequência e o bloco inversor.

## 6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

### 6.1 HISTÓRICO

Um dos principais componentes que abrangem a automação é o então falado C.L.P. Ele surgiu na indústria automobilística, na General Motors em 1968, devido à dificuldade de transformar a lógica de controle de painéis de comando na linha de montagem, o que resultava prejuízos em dinheiro e tempo para a empresa.

Este fato trouxe como consequência a invenção de um equipamento versátil e de fácil utilização, que vem se modernizando cada vez mais, diversificando também os setores navais com suas aplicações.

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

- Primeira Geração: tem como característica por possuírem sua programação ligada ao hardware do equipamento. A linguagem usada era o Assembly, que variava de acordo com o processador utilizado no projeto do C.L.P., ou seja, para poder programar fazia-se necessário conhecer a eletrônica de seu projeto. Com isso, a tarefa de programação era feita por uma equipe técnica qualificada, gravando-se o programa em memória Erasable Programmable Read-Only Memory (EPROM), sendo feita normalmente no laboratório junto com a construção do C.L.P.;

- Segunda Geração: surgem as linguagens de programação sem dependência do hardware do equipamento, possíveis pela inclusão de seu programa monitor no C.L.P., que converte as instruções do programa, verifica o estado das entradas, compara com as instruções do programa do usuário e altera os estados das saídas. Os terminais de programação eram verdadeiros programadores de memória EPROM. As memórias após serem programadas eram colocadas no C.L.P. para que o programa do usuário fosse realizado;

- Terceira Geração: eles passam a ter uma entrada de programação, no qual um teclado ou qualquer elemento programador portátil é conectado, podendo apagar, alterar, gravar o programa do usuário, além de realizar testes no equipamento e no programa. A estrutura física também sofreu mudanças, sendo a tendência para os sistemas modulares com bastidores;

- Quarta Geração: através do surgimento dos microcomputadores, os C.L.P.s passaram a colocar uma entrada para comunicação serial. Com a ajuda dos microcomputadores a tarefa de programação passou a ser feita neles. As vantagens foram a utilização de várias representações das linguagens, possibilidades de simulações e testes, treinamento e ajuda por parte do software de programação,

possibilidade de armazenamento de vários programas no micro, etc.;

- Quinta Geração: protocolos de comunicação existem para os C.L.P.s. Estes proporcionam ao equipamento de um fornecedor a compatibilidade com o equipamento de outro fornecedor. Outros protocolos como: de sistemas supervisórios, de redes internas de comunicação, de controladores de processos permitem uma integração a fim de ajudar a automação, gerenciamento e desenvolvimento de sistemas mais flexíveis e normalizados, fruto advindo da globalização. Existe uma organização mundial para estabelecer as normas e protocolos de comunicação, que estabelece o protocolo eletrônico/elétrico de 4-20 mA e o protocolo pneumático de 3 – 15 psi.

## 6.2 O QUE É O C.L.P.

O C.L.P. É entendido como um dispositivo eletrônico-digital que controla máquinas usando uma memória programável para guardar determinadas instruções. Seu interior é composto por um programa monitor, uma memória de dados, um sistema microprocessado, uma memória de programa, uma ou mais interfaces de entrada e saída e circuitos auxiliares, que serão demonstrados futuramente.

Para alimentar o C.L.P., utiliza-se uma fonte de alimentação que transforma a tensão elétrica (127 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), mantendo a carga da bateria nos sistemas que usam relógio em tempo real e memória do tipo Random Access Memory (RAM).

No mais, tal fonte fornece tensão para alimentação das entradas e saídas (12 ou 24 VCC). A bateria comentada também tem a importante função de deter parâmetros ou programas, mesmo que falte energia e guardar configurações dos 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 módulo único (C.P.U./C.L.P.).

O programa monitor responsável pelo funcionamento do C.L.P. está ligado à C.P.U. Funcionando de forma similar ao sistema operacional dos microcomputadores, a unidade permite a transferência de programas entre um terminal de programação e o C.L.P., gerencia o estado da bateria, controla os diversos opcionais, etc.

O programa da aplicação desenvolvida pelo usuário é armazenado utilizando-se a memória do usuário (R.A.M.), que pode ser modificada por ele mesmo, permitindo uma programação flexível.

Diferente desta é a memória de dados, que são partes da memória R.A.M. do C.L.P., destinada a guardar as informações do programa do usuário. Estas informações são valores de temporizadores, valores de contadores, códigos de erro, senha de acesso, que serão acessados e/ou modificados durante a execução do programa do usuário.

Logo, quando a C.P.U. Executa um ciclo de leitura das entradas ou executa uma mudança nas saídas, ela armazena os estados de cada uma das entradas ou saídas em uma determinada parte da memória chamada de memória imagem das entradas/saídas. Nessa parte, a C.P.U. vai conseguir informações das entradas ou saídas para tomar determinadas decisões durante o processamento do programa do usuário.

Com isso, os circuitos auxiliares passarão a atuar em casos de falha do C.L.P., mantendo seu circuito em funcionamento perfeito.

Por fim, é notado que o C.L.P. é composto por vários elementos fundamentais para seu funcionamento.

### 6.3 SEU FUNCIONAMENTO

Falando-se em funcionamento, as seguintes fases são notadas: inicialização, verificar os estados das entradas, transferir para a memória o ciclo de varredura, comparar com o programa do usuário e atualizar as saídas.

Na fase de inicialização, quando o C.L.P. é ligado, este executa uma série de operações pré-programadas, gravadas em seu programa monitor, verificando tais itens:

- 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 sinal de erro caso algum dos itens anteriores falhe.

Na fase seguinte, o C.L.P. Lê os estados de cada uma das entradas, verificando se alguma foi acionada. O processo de leitura é chamado de cliço de varredura e normalmente é de alguns microssegundos.

O dispositivo armazena, logo após o ciclo de varredura, os resultados conseguidos 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. ao longo do processamento do programa.

O C.L.P., após verificar a memória imagem das entradas e executar o

programa do usuário, atualiza o estado da memória imagem das saídas, em acordo com as instruções definidas pelo usuário.

Por fim, o C.L.P. Escreve, na última etapa, o valor existente na memória das saídas, atualizando as interfaces de saída. Um novo ciclo de varredura, então, é começado.

#### 6.4 VANTAGENS DO C.L.P.

Em relação ao que foi mostrado, é cabível ressaltar que, com a redução dos gastos com desenvolvimento e produção e a polarização dos micro controladores, houve um vasto uso dos C.L.P.s nos mais variados setores navais, pois tal componente mostra diversas vantagens como: requer menor potência elétrica, é programável, oferece maior flexibilidade, ocupa menor espaço, apresenta maior confiabilidade, apresenta interface de comunicação com os outros C.L.P.s e computadores de controle, pode ser reutilizado, manutenção mais fácil e rápida, e no mais, permite também uma rapidez maior no feitiço do projeto do sistema.

## 7 APLICAÇÕES A BORDO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## 8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AUTOMAÇÃO

### 8.1 VANTAGENS

A automação nos navios trouxe uma série de benefícios, como a melhora da qualidade de vida, aumento da segurança e confiança, redução de custos, aumento da produtividade e dos lucros.

É fundamental ter o conhecimento de como funcionam os processos a bordo para se projetar um bom sistema de controle e desta forma obter as vantagens da automação e delegar o nível de conhecimento para os operadores nas novas funções, pois será inevitável o surgimento de novos postos de serviço.

Sistemas de controle bem projetados, que operem em automático, trazem grandes vantagens para plantas industriais e também para bordo, tais como: aumento de segurança, evitando situações indesejadas, como pressões ou temperaturas elevadas; aumento da confiabilidade, através da redução da variabilidade, que permite que a unidade opere na maior parte do tempo, em uma região ótima, onde não ocorre um desgaste acentuado dos equipamentos e aumento da rentabilidade, através da própria otimização da unidade, ou viabilizando a implantação de programas de otimização em tempo real. A programação e a interligação entre os equipamentos fazem com que o navio opere de forma muito eficiente. Um exemplo de otimização a bordo é o uso do sistema de posicionamento dinâmico ou DP (Dynamics Position), muito vantajoso para a embarcação e muito utilizado nos dias atuais, com um controle por joystick, com ligação ao piloto automático e planejamento de trajetórias que possibilita uma alta precisão no posicionamento da embarcação.

### 8.2 DESVANTAGENS

O aumento da automação também vem causando sérios problemas para alguns trabalhadores, principalmente em áreas onde atuam trabalhadores de baixo nível de qualificação: como a extinção de diversos cargos; a experiência de um trabalhador torna-se rapidamente obsoleta; um aumento no nível de desemprego. Problemas como estes, podem ser facilmente solucionados com programas contínuos de aprendizagem e reciclagem de trabalhadores para novas funções.

Quanto a sua utilização no meio marítimo, a automação também apresenta algumas desvantagens: ambiente hostil aos componentes elétricos, que pode causar a corrosão dos equipamentos por infiltrações de água e pelo salitre; vibrações

elevadas que podem ser causadas pelos motores de grande porte; fontes de energia limitadas, que tornam necessária a gestão de energia e a procura por fontes de energia alternativas; a necessidade das interfaces com o utilizador serem o mais simplificado possível, sendo por isso usados CLP's; e as particularidades exigidas por cada navio produzido, que implicam em baixa repetibilidade na produção de peças.

### 8.3 AS VANTAGENS PREVALECEM

#### 8.3.1 Melhoria da qualidade de vida

Com o uso da automação o tripulante deixou de executar tarefas demoradas e perigosas, com isso ganhou muito mais tempo para se dedicar as tarefas pessoais, podendo frequentar a academia de musculação, o salão de jogos, pode entrar em contato com a família e amigos por meio da internet ou telefone e tudo isso com mais calma e estando o trabalhador descansado, pois o trabalho não é pesado graças à automação.

Com o aumento do lucro e alta exigência técnica os salários aumentaram, podendo o trabalhador gozar de uma condição de vida melhor, possibilitando oferecer acesso a uma melhor educação, saúde, alimentação e lazer para sua família. E isso porque a automação valorizou as funções de todos os tripulantes de bordo.

#### 8.3.2 Melhoria da segurança e da confiança

No que se refere à segurança, a automação proporciona segurança para o trabalhador, para meio ambiente e para os bens materiais do navio. E no que se refere a confiança, a interferência é na mente do operador, pois o tripulante tem sua tarefa facilitada pela automação, muitas vezes, ele apenas precisa apertar um botão para a automação executar trabalhos complexos.

O aumento da segurança se faz com o controle e supervisão de variáveis como a pressão e a temperatura, evitando que alcancem valores indesejados ou de risco. Diversos sensores são dispostos em todas as áreas do navio e nos equipamentos, informando qualquer anormalidade que possa ocorrer ao sistema, que por sua vez irá acionar os dispositivos necessários para solucionar o problema.

A redução na variabilidade permite que a unidade opere em uma faixa ideal de funcionamento durante a maior parte do tempo. Por meio da otimização da

unidade ou da implantação de programas de otimização em tempo real, evita-se que ocorram desgastes acentuados nos equipamentos e aumenta-se sua rentabilidade. Houve eliminação de trabalhos monótonos ou que exigissem atenção controlada, como o trabalho que o tripulante em um navio ou operário em uma fábrica tinha em tomar nota de medidas como temperatura, pressão e nível, pois toda a praça de máquinas está sensoreada e esses dados podem ser acessados pelo computador do CCM quando for preciso. Quando algo não está de acordo com o seu funcionamento normal, dependendo do grau da irregularidade, alarmes ou desarmes são executados devido à automação.

Em relação ao meio ambiente, a automação possibilita a prevenção contra incidentes à natureza, como vazamentos de óleo ou até mesmo a mistura de água e óleo que é jogada no mar. Essa mistura não é lançada enquanto o sensor não encontra o valor desejado permanecendo, assim, no separador água/óleo.

É fato que as máquinas possuem dispositivos automáticos que evitam danos em suas peças. Existem sensores que acompanham as temperaturas de cada mancal de apoio do eixo de manivelas do motor de combustão principal (MCP). Esse sensor pode acionar um alarme, reduzir a velocidade do motor ou até desligá-lo, tudo automaticamente. Assim os mancais ficam protegidos contra superaquecimento, protegendo, o patrimônio do navio.

No navio encontra-se também o centro integrado de monitoração e supervisão que contribui grandemente para a segurança de uma embarcação. Este sistema possui a finalidade de avisar o pessoal de bordo quando de distúrbios nas instalações de máquinas e indicá-los ótica e acusticamente ao setor responsável. A detenção deve-se binária e analógica.

### **8.3.3 Alta logística e desempenho**

Houve o desenvolvimento e o crescimento de todo o setor marítimo. Os estaleiros têm se tornado cada vez mais modernos, produzindo navios em altíssima velocidade quando comparado ao passado. As operações de carga e descarga também ficaram mais ágeis em portos com um bom nível de automação. Este aumento na logística acaba por gerar um lucro muito maior, que pode ser empregado em novas técnicas, aperfeiçoando continuamente os navios e portos.

Na construção naval, o emprego da automação no corte e soldagem de metal utilizando ferramentas como “Computer Aided Drawing/Computer Aided Engineer” (CAD/CAE), além de novas tecnologias “laser”, possibilita uma flexibilidade operacional e autonomia de execução. Tendo em vista a tendência em se construir navios com a técnica de montagem por blocos, a precisão nos cortes e soldas

proporcionados por estas ferramentas facilitam muito o emprego desta técnica. Assim pode-se construir navios de alta velocidade que realizarão viagens em curto tempo e estarão mais adequados aos portos, podendo assim, executar suas manobras de carregamento e descarregamento em pouco tempo. O controle e monitoramento da carga utilizam sistemas de radar precisos para medir os níveis do produto nos tanques durante as manobras no porto.

#### **8.3.4 Aumento da produtividade e dos lucros**

É muito vantajoso se usar da automação para controlar equipamentos e monitorar certas partes do navio, como o casco, evitando dano a essa estrutura, pois há um sistema composto por fibra ótica que analisa os esforços no casco, possibilitando correções no posicionamento do navio. Pode-se observar como é benéfico usar o controle automático a bordo através de alguns exemplos.

O controle dos motores de propulsão pode ser feito tanto do CCM como do passadiço. Com esse sistema é possível o comando preciso da velocidade dos motores, alterações nos sistemas de ignição, arranque e parada e, nos mecanismos de inversão de marcha dos motores.

Tornou-se bem vantajosa a automação no controle de carga em tanque, pois com as operações envolvendo cargas líquidas a granel, podem-se obter todas as informações dos tanques e realizar manobras com a carga do CCM ou do passadiço. Esse sistema é composto de sensores, válvulas, bombas e unidades de processamento.

Os navios utilizam gerenciadores automáticos de energia e de potência através de um sistema de controle, o qual controla os geradores de eletricidade, níveis de tensão e de frequência e todos os gastos do navio, garantindo o mínimo de desperdício.

As máquinas auxiliares proporcionam grandes benefícios para o navio através da automação, num sistema de controle automático de bombas, compressores e circuitos de controle de temperatura para o meio de operação, como: água de refrigeração, óleo lubrificante, etc.

As instalações de caldeiras são dominadas somente por meio de sistemas automáticos de comando e regulação proporcionando segurança para o operador e para a instalação, seja em uma planta industrial ou a bordo de uma embarcação. Os principais circuitos de regulação de caldeira que formam a automação de vapor a bordo são: regulação de carga, regulação da pressão do combustível, regulação do nível de água, regulação da temperatura do combustível e regulação da viscosidade do combustível.

Nos navios para transporte de gás natural de petróleo parte do gás evaporado da carga é utilizado como combustível nas caldeiras e, o vapor gerado é para ser usado na propulsão e geração de energia elétrica. Tem-se ainda na área de “offshore” que continuam com as instalações na praça de máquinas contendo sua planta de vapor em operação para o bombeio da carga e geração de energia.

Os diversos tipos de navios utilizam uma instalação de pequena caldeira auxiliar fornecendo vapor para serviços gerais e para o aquecimento e purificação do óleo combustível pesado.

À medida que a automação é evoluída, as vantagens de seu uso a bordo de embarcações aumentam. O lucro do armador cresce muito com a aplicação correta e uso intenso da automação.

## 9 CONCLUSÃO

É impossível negar o quanto a automação foi desenvolvida com o avanço da tecnologia, reduzindo gastos, aumentando lucros e a produtividade. A automação foi essencial também para redução dos esforços humanos na produção, além disso, proporcionou maior confiabilidade, segurança e redução de erros no processo final com o auxílio de diversos equipamentos criados e desenvolvidos para este fim. É de grande receio que o futuro da automação esteja representado por maquinários de ponta capazes de substituir totalmente o lugar do homem no processo de industrialização no mundo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, Controle e Automação de Processos**. 2. ed. LTC, 2010.
- ARRUDA, José Jobson de A; PILLETI, Nelson. **Toda a História: História Geral e História do Brasil**. São Paulo: Ática, 1994.
- AZEVEDO, Milton Antonio de. **Aplicação de Automação e Sistemas de Alarmes a Bordo dos Navios**. Rio de Janeiro: CIAGA, 1987.
- BEGA, Egídio Alberto. **Instrumentação Industrial** . 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
- BEZERRA, Rossini Antonio Monteiro. **Automação Industrial** . Rio de Janeiro.
- FERDINANDO, Natale. **Automação Industrial**. Érica. ed. São Paulo, 2000.
- OLIVEIRA, Francisco Diocélio Alencar de . **Automação de Processos Industriais**. Rio de Janeiro: CIAGA, 1999. 53 p.
- OLIVEIRA, Júlio César Peixoto de. **Controlador Programável**. São Paulo: Makron Books, 1993.
- SIMÕES, Fabio Manoel Sá. **Princípios Gerais de Automação Hidráulica e Pneumática**. Disponível em: <<http://www.materialdidatico.pro.br/fabio/ucg-automacao.htm>>. Acesso em: 1 jul. 2018.