

I. INTRODUÇÃO

A automação surgiu como o caminho para a redução da participação da “mão humana” sobre os processos industriais. Partindo desse conceito, podemos dizer que a utilização em larga escala do moinho hidráulico para fornecimento de farinha, no século X, foi uma das primeiras criações humanas com o objetivo de automatizar o trabalho, ainda que de forma arcaica. Esse desenvolvimento da mecanização teria impulsionado mais tarde o surgimento da automação.

A necessidade de alcançar níveis de qualificação e padronização, incentivada por uma economia em constante desenvolvimento, leva diversas empresas dos setores navais a utilizarem a automação em seus portos, navios e estaleiros.

Esta crescente atuação da automação nos setores navais, apesar de algumas desvantagens trouxe alguns benefícios aos marítimos. Para os armadores, ela aumenta lucros e diminui drasticamente os custos, por ser uma opção mais rápida que a habitual, no sentido da permanência das embarcações nos portos.

A automação enriqueceu através do avanço da microeletrônica nos últimos tempos.

O presente trabalho mostra assuntos relacionados à automação, especificamente naqueles que usam os atuadores hidráulicos e pneumáticos, assim como os elementos usados para formar um conjunto de automação: Controladores Lógicos Programáveis, sendo ajudado por elementos de sinal (relés, sensores, pressostatos, termostatos, etc.).

Os sistemas empregados, os pneumáticos e hidráulicos, abordados no presente estudo de forma superficial, estão sendo usados por meio da informática, da eletricidade e da eletrônica como uma espécie de controle, é uma opção consagrada na automação de máquinas, por causa de sua confiabilidade, características dinâmicas e a utilização de recursos computacionais e CLPs.

Além disso, o presente estudo tem o propósito de contribuir para o enriquecimento dos conhecimentos no meio marítimo com relação à automação a bordo de navios mercantes, relevando suas desvantagens e vantagens no setor naval.

II. AUTOMAÇÃO

2.1. Compreendendo a automação

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

Os avanços tecnológicos oferecidos à sociedade moderna indicam para um só caminho, a automação. Tal sociedade é facilitada mais e mais através da automação seja nas mais simples coisas, como por exemplo, quando ao amanhecer uma pessoa é acordada pelo rádio – relógio que automaticamente dispara seu alarme e começa a dar notícias do dia a dia.

Já numa embarcação, um petroleiro, o Sistema de Posicionamento Dinâmico (SDP) é o encarregado em determinar a atual posição do navio, utilizando informações recebidas do Sistema de Referência de Posição e de Sensores Auxiliares; comparar dados que receberam com a posição que se deseja pré-estabelecer; estimar o erro ou discrepância entre essas medidas; e por fim, emitir ordens ao Sistema de Propulsão, comandando a correção necessária à estabelecer o posicionamento que se deseja.

Tudo isso é possível graças a um eficiente componente diretamente ligado a automação conhecido como Controlador Lógico Programável (CLP), que será mostrado posteriormente em um capítulo específico para o mesmo. Tendo em vista isso, fica evidente que a automação já faz parte da vida cotidiana, desde as mais simples situações ate as mais complexas.

Tendo como base a definição de automação, “um conjunto de equipamentos, baseado em maquinas ou aparelhos programáveis, com capacidade de operar independentemente do controle humano, destinados não só a ampliar nossas capacidades físicas como também nosso sistema sensorial, de pensamento e de ação. Enfim, a automação só foi viável graças a nova ciência chamada Cibernética, assim como, relevantes avanços da Eletrônica, especialmente na informática”¹.

Um sistema de automação é constituído por 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. É o caso dos termopares para a medição de temperatura e encoders para medição de velocidade;
- Controle: utiliza a informação dos sensores para regular o acionamento. É o caso do controlador de fluxo, que é utilizado para manter o nível da água num reservatório constante, sendo que esse aparelho vai abrir ou fechar uma válvula de acordo como nível do tanque;
- Comparador ou elemento de decisão: compara os valores medidos com valores preestabelecidos e determina quando atuar no sistema. É o caso dos termostatos e os programas de computador;
- Programas ou *softwares*: contem informações de processo e permitem controlar as interações entre os diversos componentes.

Atualmente na automação, o que existe de mais avançado são os sensores e dispositivos capazes de detectar sinais ou de receber estímulos de natureza física (tais como: calor, fumo, pressão, vibração, velocidade, etc.), utilizados em sistemas de controle, de alarme, de sondagem, entre outros.

Podemos classificar os sensores em:

- Analógicos: fornece um sinal contínuo de saída, que é proporcional à variável que está sendo acompanhada. Este sinal pode ser uma corrente elétrica ou tensão elétrica, fornecendo valores de pressão e temperatura, etc.;
- Digitais: são na realidade contatos que se abrem, quando o contato é do tipo normalmente fechado (normally closed-NC), ou seja, se fecham quando este é do tipo normalmente aberto (normally opened-NO), quando determinada variável atinge uma determinada condição limite; é o caso de pressostato e termostato;
- Intrinsecamente seguro: são instalados em áreas consideradas de risco, cabendo ressaltar que, estes sensores são reconhecidos facilmente, pois são conectados a fios e cabos na cor azul. Por enviarem sinais de baixa energia é necessário que eles sejam amplificados para serem utilizados.

Em relação às aplicações para análise funcional dos sensores e sua adequação, destacam-se:

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

- Controle de temperatura com simulação em aquecimento real;
- Identificação de peças de acordo com a cor do material;
- Controle de pressão;
- Controle analógico usando o conversor frequência/tensão;
- Conversão analógica / digital, etc.

Podemos destacar também o mangote com sensores, conhecido como mangote inteligente. Com ele é possível comprovar a segurança, a resistência em uso com fluidos abrasivos. À medida que o tubo vai se desgastando, o fluido vai atingindo camadas dos sensores sendo assim monitorados pelos mesmos. Isso permite a substituição do mangote. Esse tipo de mangote viabiliza manutenção preventiva, aumenta a vida útil do equipamento, reduz o gasto com estoque, e concomitantemente reduzindo os custos de manutenção e operação.

2.2. Tipos e principais aplicações

Podemos classificar a automação em 3 (três) tipos : automação pneumática, automação hidráulica e automação elétrica. Nos próximos capítulos serão mostrados os tipos de automação supracitados, que mesmo limitadas pelo uso da automação elétrica, em relação ao acionamento de motores elétricos que sejam usados em sistemas automáticos pneumáticos e hidráulicos, são mais usados a bordo de um navio.

No que envolve o uso, o desenvolvimento de elementos sensores esta se tornando uma arma cada vez mais poderosa com o passar do tempo e o baixo custo do *hardware* computacional permite o emprego da automação numa vasta gama de equipamentos e sistemas como:

- Produtos eletroeletrônicos;
- Motores de navios mercantes com sistema de injeção microprocessada, que permite um melhor desempenho e reduz bastante o consumo de combustível;
- Indústrias mecânicas;
- Bancos, no uso de caixas eletrônicos;
- No ramo das comunicações;
- Medicina
- Transportes, no sistema de satélite (Global Positioning System);
- Indústria naval, fazendo com que os estaleiros estejam cada vez mais rápidos e modernos, facilitando a construção de navios com melhor *performance*.

Portanto, percebe-se que a automação é utilizada em diversas áreas no mercado, principalmente nos navios mercantes, o que leva a marinha de comércio a ter uma maior rapidez e tecnologia em seus serviços.

III. A AUTOMAÇÃO

3.1. Razões para o desenvolvimento

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

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

Percebendo a necessidade do mercado, a General Motors (GM), nos Estados Unidos, solicitou à empresa Allen-Bradley que confeccionasse um produto que conferisse versatilidade à produção. A empresa, que já produzia contadores e dispositivos elétricos, desenvolveu, em 1968, o equipamento chamado Controlador Lógico Programável (CLP), que substituiu os antigos relés e permitiu fazer modificações rápidas no processo produtivo. A seguir serão mostrados os principais acontecimentos responsáveis pelo avanço tecnológico.

Inicialmente, na pré - história, o homem buscou mecanizar³ as atividades manuais, surgindo então, invenções como a roda, o moinho de vento ou de força animal e rodas d’aguas, demonstrando a criatividade do homem para poupar esforço.

³ Uma definição importante é quanto ao termo mecanizar que segundo o dicionário Aurélio(1986) significa: “ Prover de maquinas e meios mecânicos : *mecanizar a agricultura*. 2 Organizar mecanicamente. 3 Dispor a organização de mecanismos . 4 Tornar maquinal ou mecânico. “ FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2 .ed. Rio de Janeiro, Nova Fronteira S.A.,1986. P.1.108.

Porém, a automação só ganhou destaque na sociedade quando um sistema de produção agrário e artesanal transformou-se em industrial, a partir da Segunda metade do século XVIII, inicialmente na Inglaterra. Entretanto, os sistemas automáticos surgiram no início do século XX. Além disso, antes desses dispositivos foram inventados dispositivos simples e semi-automáticos.

As inovações tecnológicas podem ser divididas em 3 estágios:

- 1) Mecanização simples - seria aquele em que dispositivos mecânicos simples, tais como alavanca, roldanas, etc. auxiliavam o ser humano em seu esforço físico pela multiplicação de esforços.
- 2) Mecanização propriamente dita – é a substituição do esforço físico do ser humano pela máquina, permanecendo os comandos a cargo do ser humano.

Portanto, os conceitos de integração total do ambiente produtivo com uso dos sistemas de comunicação de dados e novas técnicas de gerenciamento estão se disseminando rapidamente, devido ao uso de importantes recursos oriundos da automação;

- 3) Automação - é aquela em que os esforços físico e mental do ser humano são substituídos pela máquinas. A tomada de dados, análise, decisão e ação são executadas pela máquina, dispensando a presença do ser humano.

O desenvolvimento de um mecanismo de regulação do fluxo de vapor em máquinas, por James Watt em 1788, pode ser considerado um dos primeiros sistemas de controle com realimentação.

O regulador consistia em um eixo vertical com 2 braços próximo do topo, tendo em cada extremidade uma bola pesada. Com isso, a máquina funcionava de modo a se regular sozinha, automaticamente, por meio de um laço de realimentação.

A partir de 1870, também a energia elétrica passou a ser usada e a estimular indústrias como a do aço, a da química e a de máquinas – ferramenta. O setor de transportes progrediu intensamente graças a expansão das estradas de ferro e a indústria naval.

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

No ano de 1946, foi desenvolvido o primeiro computador de grande porte, completamente eletrônico.

O ENIAC, como ficou conhecido, ocupava mais de 180 m² e pesava cerca de 30 toneladas.

Nos anos 50, surge a idéia da computação gráfica interativa, que é a forma de entrada de dados por meio de símbolos gráficos com respostas em tempo real. Tendo isso como base, nasceu a segunda geração de computadores, marcada pelo uso de transistores (1952). Com o desenvolvimento tecnológico, foi possível colocar milhares de transistores numa pastilha de silício de 1 cm^2 , o que resultou no Circuito Integrado.

Já na década de 1980, as pesquisas visaram à integração e automatização dos diversos elementos de projeto e manufatura. O foco foi expandir os sistemas *Computer Aided Drawing / Computer Aided Manufacture (CAD/CAM- Projeto Auxiliado por Computador / Projeto e Manufatura Auxiliado por Computador)*.

IV. AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA / HIDRÁULICA

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 contra explosões.

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 bar), 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 sólidas. 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 passara por um ultimo 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 agua 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 e absorvida por este ar e elimina o elemento.

Já o processo de resfriamento, é feito por meio de um principio, o da diminuição de temperatura ate o ponto de orvalho, sendo que esta ultima 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 forcas, quando da união da hidráulica com a automação.

Um importante exemplo é o posicionamento do leme de uma embarcação marítima, onde o mecanismo elétrico – 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, transferencia 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 substancia 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 liquida 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 elétrico – hidráulicas ou elétrico – pneumáticas, 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 intrinssicamente 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.

No Anexo I é demonstrado a tabela 4.1 com as descrições e símbolos para os tipos de válvulas e controles pneumáticos e hidráulicos.

V. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL – CLP

5.1. O CLP

Os CLPs são dispositivos digitais que permitem controlar o processo fabril graças a uma memória programável que reúne as instruções que devem ser repassadas para as máquinas responsáveis pela produção industrial. À medida que o CLP foi incorporado nas indústrias, evoluiu e adquiriu novas funções e é hoje capaz de executar sequenciamento, temporização, contagem, energização / desenergização e manipulação de dados, regulação PID, lógica fuzzy, entre outras funções. Os CLPs podem ser programados por meio de computadores, são adequados para os ambientes industriais – muitas vezes inóspitos – e possuem linguagem amigável.

O controlador Lógico Programável, ou o CLP, tem revolucionado os comandos e controles industriais desde seu surgimento na década de 70.

Antes do surgimento dos CLPs as tarefas de comando e controle de máquinas industriais eram feitas por relés eletromagnéticos, especialmente projetados para este fim.

O primeiro CLP surgiu na indústria automobilística, ate então um usuário em potencial dos relés utilizados para controlar operações seqüenciais e repetitivas numa linha de montagem. A primeira geração de CLPs utilizou componentes discretos como transistores e CIs com baixa escala de integração. Sendo que este equipamento foi batizado como PLC (Programable Logic Control).

Basicamente um CLP é formado por um Hardware de controle, tem capacidade de operação em ambiente industrial, sinalizadores de estados e módulos tipo plug – in, possibilidade de monitoração do estado e operação do processo, capacidade de alimentar cargas que consomem correntes, conexão com outros CLPs através de uma rede de comunicação.

5.2. Evolução

Desde o seu aparecimento ate hoje, muita coisa evoluiu, evolução esta que esta ligada ao desenvolvimento tecnológico da informática em suas características de software e de hardware.

Outra novidade que esta sendo incorporada pelos CLPs é o fieldbus (barramento de campo), que surge como uma proposta de padronização de sinais no nível de chão-de-fábrica.

Este barramento se propõe a diminuir sensivelmente o numero de condutores usados para interligar os sistemas de controle aos sensores e atuadores, além de propiciar a distribuição da inteligência por todo o processo.

Hoje em dia, os CLPs oferecem um considerável número de benefícios para aplicações indústrias, que podem ressaltar em economia que excede o custo do CLP e devem ser considerados quando da seleção de um dispositivo de controle industrial. As vantagens de sua utilização, se comparando com outros dispositivos de controle industrial incluem menor ocupação de espaço, potência elétrica requerida menor, reutilização, programável (se ocorrerem mudanças de requisitos de controle), confiabilidade maior, manutenção mais fácil, maior flexibilidade, permite a interface e o projeto do sistema mais rápido.

5.3. Principais Equipamentos

O nível 1 da “pirâmide da automação” é o chamado “chão de fábrica”, pois é o nível em que estão as máquinas diretamente responsáveis pela produção. É composto principalmente por relés, sensores digitais e analógicos, inversores de frequência, conversores, sistemas de partida e Centro de Controle de Motores (CCMs).

O nível 2 é responsável pelo controle de todos os equipamentos de automação do nível 1 e engloba os controladores digitais, dinâmicos e lógicos, como os CLPs, e de supervisão associada ao processo fabril. Esses equipamentos também são responsáveis por repassar os comandos dos níveis superiores para as máquinas da planta da fábrica (nível 1). São os CLPs que “delegam” as tarefas para os equipamentos do nível 1.

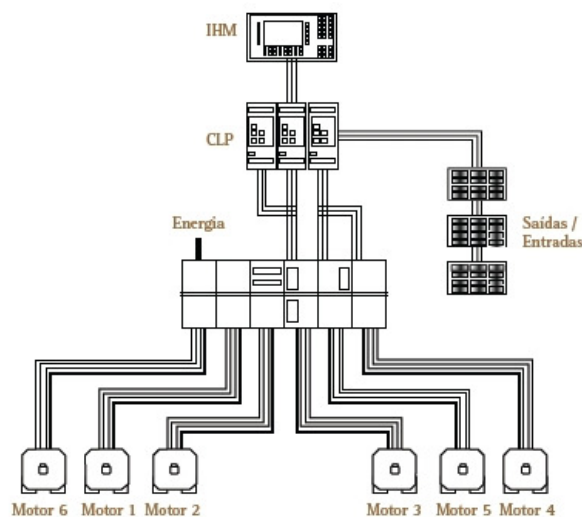


Figura 5.1: Nível 1 e 2 da Automação Industrial

No nível 3 da pirâmide, podem ser encontrados os bancos de dados com informações sobre qualidade da produção, relatórios e estatísticas. Os sistemas supervisórios concentram as

informações passadas pelos equipamentos dos níveis 1 e 2 e as repassam para os níveis administrativos (níveis 4 e 5).

O nível 4 é responsável pelo planejamento e programação da planta fabril, passando as tarefas que devem ser realizadas para o nível 3 que, por sua vez, distribui o trabalho para os níveis inferiores. Também é o nível responsável pelo controle e logística de suprimentos. Já a administração de todos os recursos da empresa estão no nível 5, onde é gerenciado todo o sistema.

Os computadores localizados nos níveis 4 e 5 precisam ser altamente confiáveis e possuir muita memória para o armazenamento de dados e grande capacidade de processamento. Deve contar com redundância de máquina e de disco rígido, além de restrito acesso para garantir a segurança de todo o sistema de automação.

As mais recentes tecnologias para automação do nível 3 são o Manufactory Execution System (MES), sistema de gerenciamento de operações, e o Enterprise Resource Planning (ERP), programa que realiza o planejamento de negócios e logística.

5.4. Aplicações

O CLP existe para automatizar processos industriais sejam de sequenciamento, intertravamento, controle de processos, bateladas, etc.

Este equipamento tem seu uso tanto na área de automação da manufatura, de processos contínuos, elétrica, predial, entre outras.

Praticamente não existem ramos de aplicações industriais onde não se possa aplicar CLPs, entre elas tem-se máquinas industriais, equipamentos industriais para processos, equipamentos para controle de energia, controle de processos com realização de sinalização, aquisição de dados de supervisão em empresas, bancadas de teste automático de componentes industriais e etc..

Com a tendência dos CLPs terem reduzido os custos, muita inteligência e facilidade de uso e massificação das aplicações, a utilização deste equipamento não será apenas nos processos, mas também nos produtos. Poderemos encontrá-lo em produtos eletrodomésticos, eletrônicos, residências, veículos e a bordo de embarcações mercante.

Em embarcações mercantes, por exemplo, em caso de corte inesperado no fornecimento de energia, a automação também pode ser útil. É possível fazer uma programação do CLP (que delega as orientações para os demais equipamentos e consegue diagnosticar problemas mesmo

antes da interrupção da operação) para que cargas vitais continuem a receber alimentação por meio de geradores ou fontes alternativas.

Contudo, os geradores levam até dez segundos para entrar em operação e alguns processos não podem sofrer qualquer interrupção de energia. Nesses casos, a automação supervisiona nobreaks que garantem o funcionamento das cargas até que os geradores entrem em operação. Sistemas como esses foram desenvolvidos para redes de televisão, hospitais, centrais de processamentos de dados, entre outros. Muitos deles trabalham com a possibilidade de falta de energia de um segundo a cada cinco anos na alimentação das cargas consideradas vitais, mas esse critério depende da especificação do projeto.

5.5. Estrutura Básica

O C.L.P. tem sua estrutura baseada no hardware de um computador tendo, portanto, uma unidade central de processamento (UCP), memórias e interfaces de saída e entrada.

As principais diferenças em relação a um computador comum estão relacionadas a qualidade da fonte de alimentação, que possui características ótimas de filtragem e estabilização, interfaces de E/S imune a ruídos e um invólucro específico para aplicações industriais. Tendo ainda um terminal usado para programação do CLP. Abaixo especificaremos os elementos estruturais do C.L.P.

- Unidade Central de Processamento (UCP) - a UCP é responsável pelo processamento do programa, ou seja, coleta dados dos cartões de entrada efetua o processamento segundo o programa do usuário, armazenando na memória, enviando o sinal para cartões de saída como resposta ao processamento;
- Memória – é uma parte de vital importância no processador de um CLP, pois armazena instruções assim como os dados necessários para executá-las;
- Dispositivo de Entrada e de Saída – são circuitos responsáveis pela interação homem e máquina; são os dispositivos por onde o homem e a máquina ou por onde a máquina pode enviar informações ao homem. Como exemplo de dispositivos de entrada, podemos citar: leitores de fitas magnéticas, de discos magnéticos, de cartão perfurado, teclado, painel de chaves, conversor A/D, mouse, scanner, etc.. Estes dispositivos têm como função transformar dados em sinais elétricos codificados para a unidade central de processamento. Como dispositivos de saída podemos citar gravador de fitas magnéticas, gravador de discos magnéticos, perfurador de cartão, impressora, vídeo, conversor D/A,

canal de som, display, etc.. Essa estrutura é encarregada de filtrar os vários sinais recebidos ou enviados para os componentes externos do sistema de controle.

VI. LÓGICA E LINGUAGEM DO CLP

Na engenharia acadêmica, normalmente, o termo “controle” implica em controle analógico ou digital de sistemas dinâmicos que possuem comandos contínuos. Exemplos destes tipos de sistemas incluem controle de voo, controle de posicionamento em máquinas CNC, controle de temperatura, etc. Entretanto, muitas vezes máquinas industriais requerem controle nos quais as entradas e saídas são sinais on / off. Em outras palavras, os estados são modelados como variáveis que apresentam somente dois valores distintos. Embora os sistemas tenham dinâmica, esta é ignorada pelo controlador. O resultado é um desempenho mais limitado, no entanto, com um controle mais simples.

Exemplos do dia a dia destes sistemas são as máquinas de lavar louça, máquinas de lavar roupa, secadoras e elevadores. Nestes sistemas, as saídas podem ser sinais de 120 volts AC que alimentam motores, válvulas solenoides e luzes de indicação; ou então podem ser sinais DC (por ex.: 24 volts) que também podem ser utilizados para acionar válvulas, luzes de indicação, e indiretamente, para acionar motores.

Os sinais de entrada são sinais DC ou AC provenientes de chaves de interface com o usuário (chaves de emergência, de interrupção, etc.), chaves de limites de movimento, sensores de nível de líquido, termostato, pressostato, etc. Outra função principal nestes tipos de controladores é a temporização.

6.1. Relés e a Lógica Ladder

Antes de 1980, controladores deste tipo eram implementados com relés. No relé (figura 1), quando a corrente flui pela bobina, o contato elétrico é fechado, fazendo com que um circuito se feche (relé normalmente aberto - NA), ou seja, interrompido (relé normalmente fechado - NF). Os relés são eletricamente, termicamente e mecanicamente robustos, baratos e capazes de controlar correntes altas em sua saída.

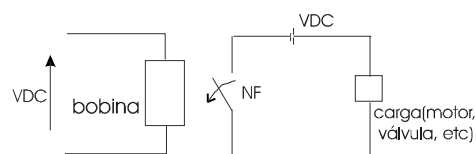


Figura 6.1: Relé

Por exemplo, se dois relés normalmente aberto são ligados em série, conforme ilustrado na figura 5.2, as duas bobinas irão formar as entradas de uma porta AND: quando houver corrente fluindo pelas duas bobinas, as duas chaves irão se fechar e, portanto haverá corrente no circuito de saída.

Devido ao fato da lógica com relés ser implementado com o uso de fios, é difícil alterar tal lógica quando novas funções são requeridas. Um exemplo de aplicação da lógica de relés é na monitoração e controle de máquinas ferramentas, mostrado na figura 3.

A chave de fim de curso, Ch0, se situa no lado positivo do eixo e quando tocada pelo carro da máquina (significa que o fim de curso foi alcançado), esta chave se fecha. Com isso, circulará corrente pela bobina do relé e conseqüentemente a chave c0 se abre interrompendo o circuito de acionamento do motor e também fazendo com que a lâmpada de sinalização se acenda. No caso, o motor é acionado através de um drive, que normalmente possui uma entrada de habilitação. O drive só estará habilitado (e conseqüentemente permitirá que o motor seja acionado) se o sinal que chega nesta entrada estiver de acordo com o esperado. No caso, este sinal deve ser igual a VDC para que o motor gire.

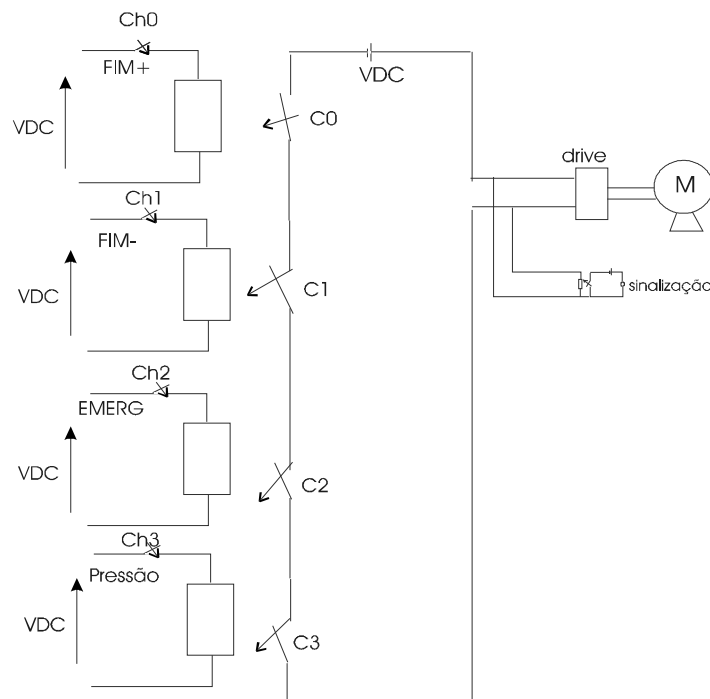


Figura 6.2: Circuito com relé

Ch1 é a chave de fim de curso situada no lado negativo do eixo e quando tocada pelo carro da máquina, esta chave se fecha. A chave Ch2 é acionada manualmente pelo operador em caso de emergência. A chave Ch3 é o sinal de saída do pressostato. Enquanto a pressão for menor que 5 bar, esta chave se manterá aberta, quando a pressão ultrapassar este valor, esta chave se fecha. Basta que uma das quatro chaves se feche para que a alimentação do motor seja interrompida.

6.2. Uso do CLP

Quando os microprocessadores entraram em cena no fim dos anos 70, percebeu-se que eles poderiam fornecer o hardware básico para uma forma mais flexível de controle lógico industrial e desta forma o CLP surgiu. Com o uso do CLP pôde-se dispensar o uso dos relés, pois os mesmos foram substituídos por um software que utiliza a lógica ladder e com isso obteve-se um controlador flexível.

O CLP substitui os relés mostrados na seguinte forma:

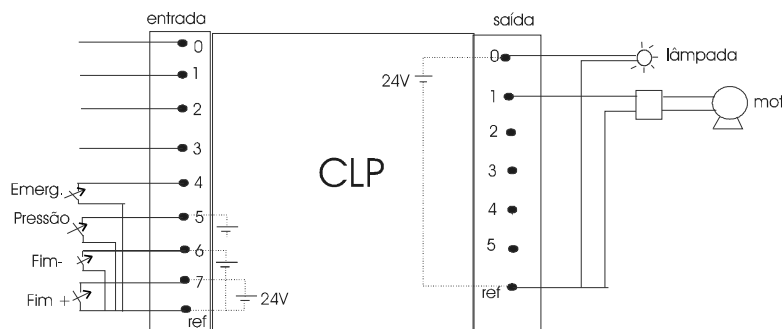


Figura 6.3: Conexões CLP

O CLP disponível possui 8 entradas (I0.0 a I0.7) e 6 saídas (Q0.0 a Q0.5). Cada entrada e saída possui uma fonte de alimentação de 24 volts. Para se implementar o circuito mostrado anteriormente basta ligar as chaves de entrada do circuito anterior (chave de emergência, fim de curso, etc.) nos pinos de entrada. Os pinos de entrada do CLP terão como entrada zero volts quando as chaves estiverem abertas e 24 volts quando as chaves estiverem fechadas. Um programa previamente desenvolvido e gravado na memória do CLP monitora as entradas e envia o comando correto para as saídas.

O Hardware do CLP

O hardware CLP é essencialmente um microcomputador, o qual possui características próprias para o controle industrial:

- Alta tensão e alta corrente presente nos sinais de entrada e saída (I/O);
- Deve possuir memória não volátil para armazenamento de programas e parâmetros;
- Deve ser robusto fisicamente para altas temperaturas e manuseamento;
- Deve ter flexibilidade para configurar e expandir o módulo I/O.

O Software do CLP

A linguagem de programação utilizada é conhecida como lógica ladder e o programa é carregado na memória do CLP através da porta de comunicação serial RS-232. Após carregar o programa (download) na memória do CLP, pode-se desconectá-lo do microcomputador e o CLP estará apto a realizar a tarefa programada.

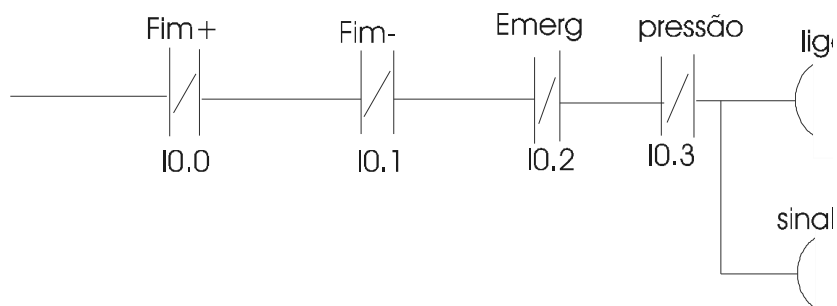


Figura 6.4: Lógica ladder para o controle com relés

No caso do controle da máquina ferramenta, durante o funcionamento normal, todas as chaves estarão fechadas e, portanto o motor poderá ser ligado. Quando uma das chaves for acionada o circuito é interrompido e, portanto o motor é desligado e a lâmpada sinaliza a ocorrência.

VII. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA AUTOMAÇÃO

7.1. Aos Trabalhadores

Apesar dos benefícios que a automação traz para o mundo moderno, ela vem causando também sérios problemas aos trabalhadores, como o aumento do nível de desemprego, muitos empregos que eram importantes estão se extinguindo (praça de máquinas desguarnecidas), aumento das ausências no trabalho, falta de coleguismo, alcoolismo ou consumo de drogas. Esses problemas, no entanto, podem ser solucionados com programas de aprendizagem e reciclagem de trabalhadores para novas funções.

7.2. Na Construção Naval

Na construção naval, a automação tem sido exclusivamente aplicada no corte e soldagem de metal utilizando ferramentas CAD/CAE e novas tecnologia *laser*, permitindo um flexibilidade operacional e autonomia de execução, com isso a mão de obra humana é apenas usada para planejamento e supervisão.

7.3. Na Navegação

Quando aplicada ao monitoramento do casco, a automação com sensores de fibra óptica, permite evitar grande parte dos acidentes marítimos causados por elevada fadiga e conseqüente quebra do casco.

7.4. Na Operação com Cargas

Em um sistema de controle e monitoramento de carga, tem-se a automatização do carregamento e do descarregamento de produtos dos tanques dos navios, que utiliza sistemas de radar altamente precisos para medir os níveis do produto nos tanques.

7.5. Na Geração de Energia

No sistema de geração de energia e de potência de um navio, tem-se o controle dos geradores de eletricidade e dos gastos do navio ligados ao sistema centralizado de alarmes, o controle automático dos níveis de tensão e de frequência.

7.6. No Sistema D.P.

Por fim tem-se o Sistema de Posicionamento Dinâmico, que através de um sistema de controle por *joystick*, ao invés de um comando mecânico, com ligação ao piloto automático e planejamento de trajetórias que possibilita uma alta precisão no posicionamento da embarcação.

Portanto, a automação traz uma infinidade de vantagens à marinha mercante, e sua utilização no setor naval é de grande relevância, como resultado tem-se navios cada vez mais rápidos, com uma alta logística e uma altíssima *performance*.

VIII. CONCLUSÃO

A substituição do ser humano pelo computador, de forma parcial ou total, deu origem a esta grande área de conhecimento denominada automação. Tal área é multidisciplinar e possui um tripé baseado em mecânica, eletrônica e informática.

Desenha-se, ainda, no início do século XXI, o advento de uma economia baseada em conhecimentos, onde, para ser competitiva, a nação devera ser capaz de gerar seus próprios conhecimentos, a sua própria tecnologia.

No caso da automação em navios mercantes, pode-se dizer que é a implantação de computadores em máquinas e sistemas navais, de forma que os mesmos possam trabalhar com o mínimo de intervenção humana, como ligar e desligar motores elétricos, controlar velocidades, abrir e fechar válvulas, controlar temperaturas, vazão, níveis entre outras.

Olhando pelo lado do armador, é obvio que a automação é um bom investimento, pois pode aumentar os lucros e traz grandes facilidades aos tripulantes a bordo de uma embarcação.

Concomitantemente, no sentido contrario, tomando-se um tripulante, que utiliza a automação, pode-se encontrar casos negativos onde ocorreu demissão. Entretanto, os que ficaram encontraram um ambiente de trabalho com melhores condições de trabalho e um grau de satisfação devido a sua responsabilidade pela supervisão dos sistemas automatizados.




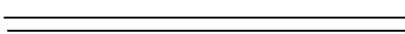

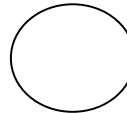


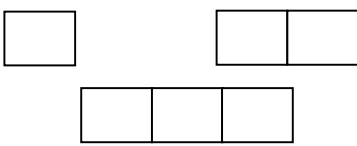
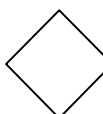
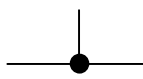



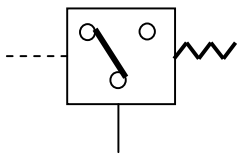
Entretanto, nota-se, que quando um sistema automatizado apresenta algum problema é o ser humano que é responsável pela manutenção e solução do problema.

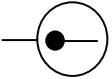
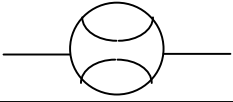
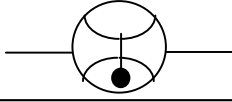
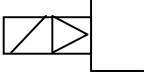
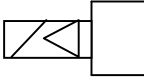
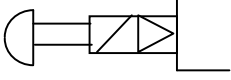
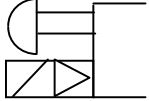
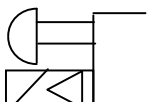
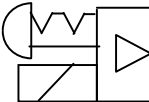
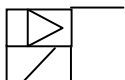


Portanto, a automação esta no centro do processo de modernização da economia brasileira no setor naval, sendo constituída de uma área multidisciplinar que abrange todas as atividades e todas as modalidades tecnológicas, por isso, não é de responsabilidade de uma formação técnica especifica e sim de todas. Conclui-se que todos devem e/ou conhecer de automação, pois diz respeito a todos do meio técnico - científico.

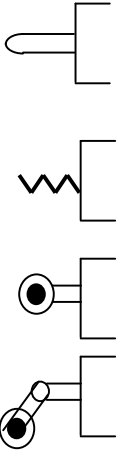
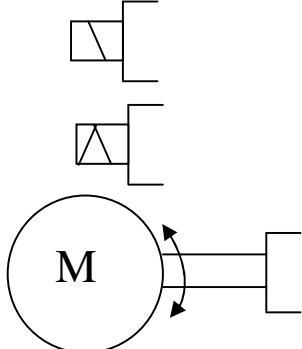
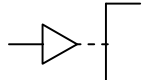
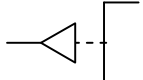
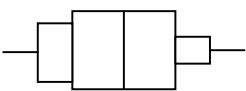
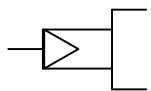
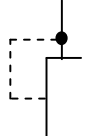
IX. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA


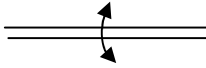
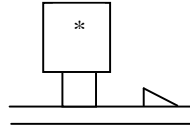

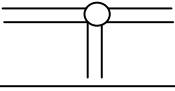
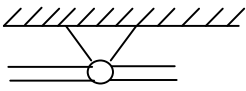

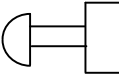
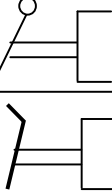
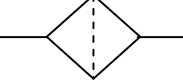
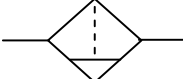
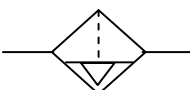
- VALÉRIO MIORIM, MARCO - APOSTILA DE SISTEMAS DE CONTROLE - Sétima Edição Revisada – Nov.;
- MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE CONTROLES DE SISTEMA TERMO-HIDRÁULICO, E INTERFACES PARA A AQUISIÇÃO E CONTROLE DE DADOS - MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO – 2006;
- FESTO. **Introdução à Pneumática**. Livro diático. Festo Didactic. KG, D-7300 Esslingen 1, 1987;
- FESTO. **Introdução á Hidráulica**. Basic Level TP101. Textbook. Festo Didactic Brasil. Prepress Editorial, 1998.
- <http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/343-xxxx.html>, acesso em 22 de abril de 2012;
- <http://pt.scribd.com/doc/52762876/Simbologia-pneumatica>, acesso em 07 de maio de 2012;

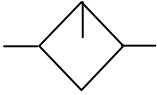
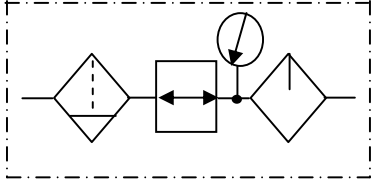
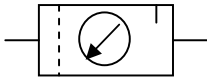
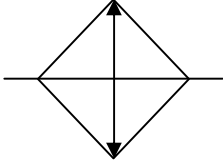
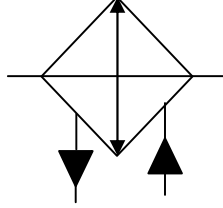
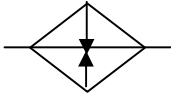
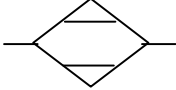
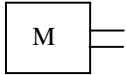

ANEXOS



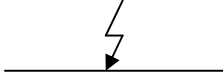
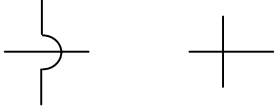
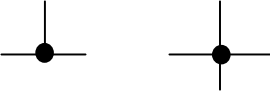


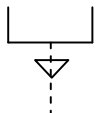
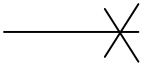

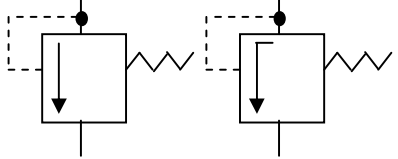
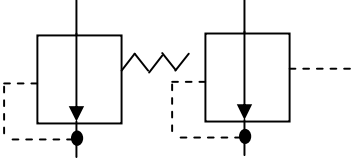
Denominação	Equipamento	Símbolo
Linhas contínuas	Linhas de fluxo	
Interrompida longa		
Interrompida curta		
Dupla	Interligações mecânicas Hastes, alavancas, etc.	
Traço ponto	Linha de contorno de diversos componentes reunidos em um bloco	
Círculos e semicírculos	Unidade principal de transformação de energia motores, compressores etc	
	Instrumento de medição	
	Motor oscilante (atuador rotativo)	
Quadrado e retângulo	Válvulas direcionais, válvulas de regulação	
Losango	Equipamentos de condicionamento secador, resfriador, filtro	
Símbolos miscelâneos	Conexões em linhas de fluxo	
	Mola (retorno, regulação)	
	Restrição - controle	
Medição de pressão manômetro e vacuômetro	A posição da conexão em relação ao círculo é indiferente	
Pressostato	Converte um sinal pneumático em elétrico	

Denominação	Equipamento	Símbolo
Medição de temperatura termômetro	Idem	
Medidor de fluxo Rotâmetro		
		
Acionamentos combinados por solenóide e piloto positivo	O piloto da válvula direcional é interno. Quando o solenóide é ativado a válvula direcional é acionada por servocomando	
Por piloto negativo	Piloto despressurizado	
Por botão e piloto positivo		
Por solenóide e piloto positivo ou botão	Com a falta de energia elétrica o acionamento pode ser feito por botão	
Por solenóide e piloto negativo ou botão	Idem	
Por solenóide e piloto ou botão trava	Idem	
Por solenóide ou pressão piloto	Pode ser acionada independente por qualquer um dos acionamentos	
Centralização por ar comprimido	Mantém a válvula em sua posição neutra após a ação dos acionamentos ser eliminada	
Centralização por mola		

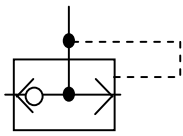
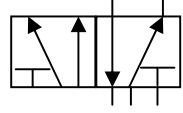
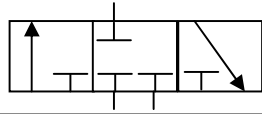
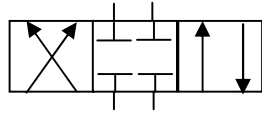
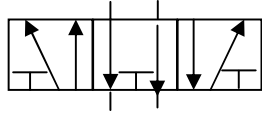
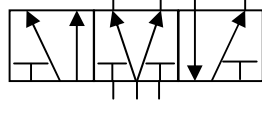
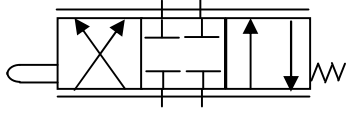
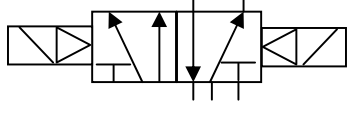
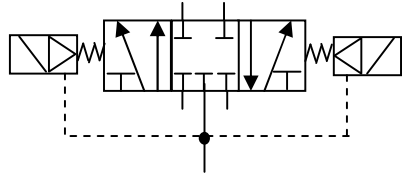
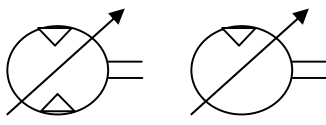
Denominação	Equipamento	Símbolo
Acionamentos mecânicos Por cames apalpador ou pinos	Cames Mola Rolete Gatilho	
Acionamento elétrico Por solenóide Por motor elétrico	Com uma bobina Com duas bobinas Por motor elétrico	
Acionamento pneumático por aplicação ou alívio de pressão	Pressão piloto positivo	
	Por alívio de pressão piloto negativo (despressurização)	
Por diferencial de áreas	No retângulo maior representa o sinal prioritário	
Acionamento indireto		
Parte de controle interno	As passagens de comando estão situadas no interior da válvula	

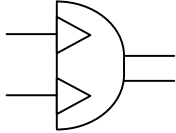
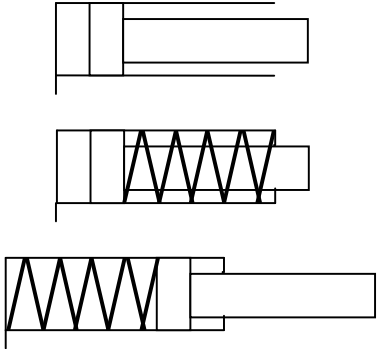
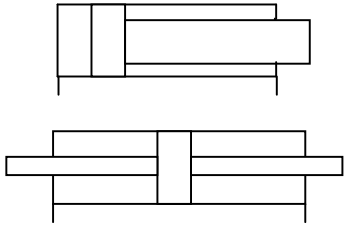
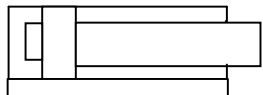
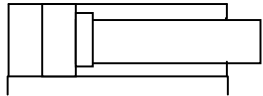
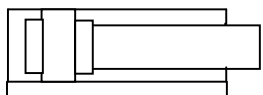
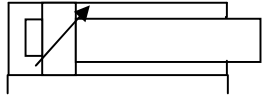
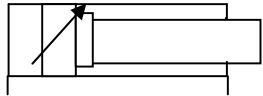
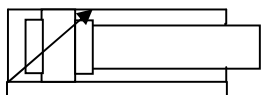
Denominação	Equipamento	Símbolo
Mecanismo de controle mecânico		
Eixo rotativo em uma direção.	A seta simboliza a direção de rotação	
Em varias direções		
Dispositivo de trava	Colocado quando um aparelho é bloqueado em uma posição e sentido determinados	
Mecanismo de articulação		
Simple		
Com alavanca transversal		
Com fulcro fixo		
Acionamentos manuais Controles musculares	Por botão	
	Por alavanca	
	Por pedal	
Filtro	Elimina as impurezas e auxilia na remoção da umidade	
Condensador com dreno manual		
Condensador com dreno automático		

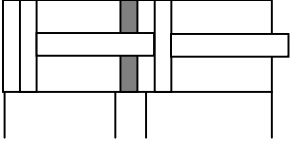
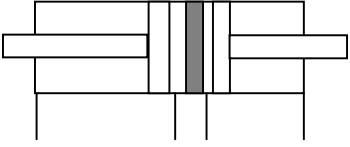
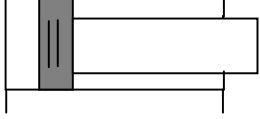
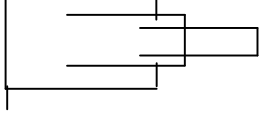
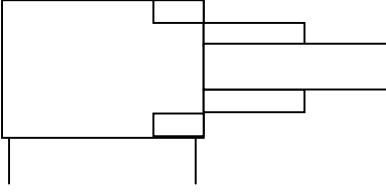
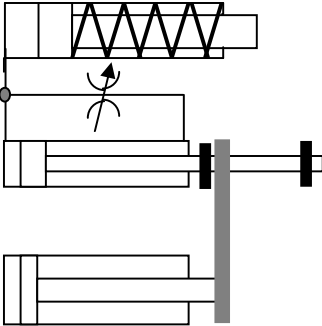
Denominação	Equipamento	Símbolo
Lubrificador	Pequenas quantidades de óleo é adicionado ao ar quando este passa pelo lubrificador evita o desgaste dos componentes	
Unidade de conservação ou condicionamento	Consiste em filtro, válvula reguladora de pressão, com manômetro e lubrificador. É a última estação de preparação do ar, antes de realizar o trabalho	<p>Símbolo detalhado</p> 
		<p>Símbolo simplificado</p> 
Trocador de Calor Resfriador	Aparelho que controla a temperatura do fluído mantendo - o entre dois valores predeterminados. As setas indicam a introdução ou dissipação do calor.	
	Com representação das linhas de fluído refrigerante	
Aquecedor	As setas indicam simbolicamente, a introdução do calor	
Secador de ar	Seca o ar comprimido por refrigeração, absorção ou adsorsão.	
Motor térmico		
Linha de trabalho de retorno de alimentação		

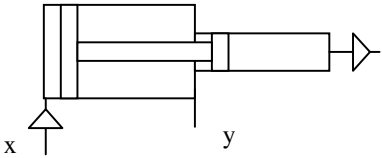
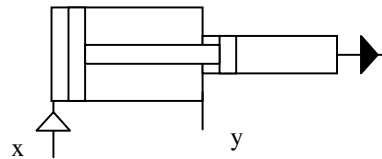
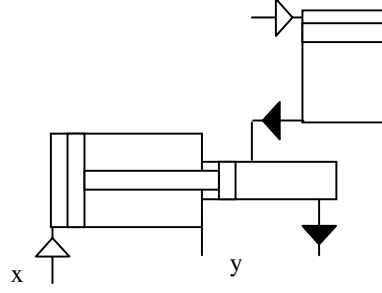
Denominação	Equipamento	Símbolo
Linha de pilotagem, dreno ou escape		
Linha flexível		
Linha elétrica		
Cruzamento de linha	Não conectado	
Junção de linhas	Conectado	
Sangria de ar		
Orifício de escape ou exaustão	Escape não canalizado	
	Escape canalizado	
Tomada de potencial	Os tubos de conexões são representados na posição central	
Com conexão	Sobre equipamentos ou linhas para tomada de medição	
Válvula de seqüência	Quando a pressão de entrada a força da mola, abre uma passagem dirigindo o fluxo para a saída (utilização)	
Válvula reguladora ou redutora de pressão	O valor da pressão de saída está em função da pressão piloto	

Denominação	Equipamento	Símbolo
Válvula reguladora de pressão com escape	A pressão de saída está em função da pressão de controle pilotada	
Válvula de fechamento ou robinet de isolamento		
Fonte de energia	Fonte de pressão e alimentação	
	Fonte de pressão hidráulica	
	Fonte de pressão pneumática	
Controle de fluxo	Com controle manual	
	Controle mecânico e retorno por mola	
	Controle unidirecional	
Válvula de bloqueio	Permite o fluxo num sentido e bloqueia no sentido oposto	
	Permite o fluxo em um sentido desde que a pressão seja maior que a resistência da mola	
	Com controle por piloto é possível prever o fechamento e abertura da válvula	
Válvula de isolamento de isolamento, elemento (ou)	Comunica 2 pressões emitidas separadamente a um ponto comum	
Válvula de simultaneidade	Permite o sinal de saída quando existem dois sinais de entrada	

Denominação	Equipamento	Símbolo
Válvula de escape rápido	A conexão de entrada, imediatamente liberada para escape permitindo a saída rápida do ar utilizado	
V.C.D 5 / 2	Válvula de controle direcional de 5 vias 2 posições	
V.C.D 3 / 3 C.F.	Válvula direcional de 3 vias 3 posições, centro fechado	
V.C.D 4 / 3 CF	Válvula de controle direcional de 4 vias, 3 posições . centro fechado.	
V.C.D 5/3 C.F	Válvula de controle direcional de 5 vias 3 posições . centro fechado	
V.C.D5/3 C.N.	Válvula de controle direcional de 5vias 3 posições centro aberto positivo	
Válvula de controle direcional com estrangulação	Operada por apalpador (pino) com retorno por mola	
V.C.D 5/3 servocomandada	Válvula de controle direcional de 5 vias 2 posições, com operação indireta por piloto	
V.C.D 5/3C.F servocomandada	Válvula de controle direcional de 5/vias, 3 posições centro fechado com operação indireta por piloto pneumático e uma terceira centrada por mola .	
Motor pneumático com deslocamento variável		

Denominação	Equipamento	Símbolo
Motor oscilante		
Cilindro de simples efeito ou ação. Cilindro no qual o fluído pressurizado atua sempre em um único sentido do seu movimento (avanço ou retorno)	<p data-bbox="628 577 900 607">Retorno por força externa</p> <p data-bbox="628 696 815 725">Retorno por mola</p> <p data-bbox="628 815 815 844">Avanço por mola</p>	
Cilindro de duplo efeito no qual o fluído pressurizado opera alternadamente em ambos os sentidos (avanço e retorno).	<p data-bbox="628 987 836 1016">Cilindro diferencial</p> <p data-bbox="628 1106 903 1135">Cilindro de haste passante</p>	
Cilindro com amortecimento de curso. Existem dois tipos de amortecimento: amortecimento fixo e amortecimento variável	Amortecimento no retorno do movimento da haste	
	Amortecimento no avanço do movimento da haste	
	Amortecimento no avanço e no retorno da haste	
	A seta indica que o avanço pode ser regulado	
		
		

Denominação	Equipamento	Símbolo
Cilindros derivados Dúplex, contínuo ou tandem	Permite transmitir maiores intensidade de força.	
Dúplex geminado ou múltiplas posições	Em combinação com os cursos e entradas de ar, 3 ou mais posições distintas são obtidas	
Cilindro de impacto	Desenvolve impacto através de energia cinética	
Cilindro telescópico	Utilizado em locais que necessitam cursos longos	
	Cilindro telescópico de duplo efeito.	
Conversor hidráulico de velocidade (hydro-check)	Controla uniformemente as velocidades de um cilindro pneumático a ele ligado.	

Denominação	Equipamento	Símbolo
Intensificador de pressão Para um tipo de fluido	A pressão pneumática X é transformada em alta pressão Y	
Para dois tipos de fluídos com volume fixo	Pressão pneumática X transformada em alta pressão hidráulica Y.	
Para dois tipos de fluídos com volume variável	A pressão pneumática reduzida produz uma pressão hidráulica reduzida, com a entrada do Intensificador a pressão hidráulica é aumentada.	
Conversor hidropneumático (atuador Ar - Óleo)	Transformação de pressão pneumática em pressão hidráulica teoricamente iguais	