



FELIPE SOUZA GARCIA

**AUTOMAÇÃO:**  
CLP (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL)

---

Osasco  
2020

FELIPE SOUZA GARCIA

**AUTOMAÇÃO:**

CLP (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Instituição Faculdade Anhanguera de Osasco, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica.

Orientador: Patrich Magro

FELIPE SOUZA GARCIA

## **AUTOMAÇÃO:**

**CLP (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Instituição Faculdade Anhanguera de Osasco, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof(o). Mateus Botani de Souza Dias

---

Prof(a). Rafaela Filomena Alves Guimarães

---

Prof(o). José Francisco Toledo Melara

Osasco, 08 de Dezembro de 2020

Dedico este trabalho...

Primeiramente a Deus, autor do meu destino, companheiro de todos os momentos. Aos meus pais, minha irmã e minha esposa Tatiana, que sempre estiveram ao meu lado oferecendo força, apoio e motivação em toda minha trajetória acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por permitir que tudo isso acontecesse, não somente nestes cinco anos como universitário, mas em todos os momentos da minha vida, ele é o maior mestre que alguém pode ter.

Aos meus pais Marcos e Regina, que sempre me encorajaram nos estudos e acreditaram no meu potencial. A minha irmã Fernanda que me apoiou de diversas maneiras nessa etapa tão importante da minha vida. A minha esposa Tatiana, que sempre foi uma grande companheira e que teve papel fundamental para que esse projeto fosse concluído.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento, não somente racional, mas a manifestação de caráter e afetividade, agradeço por todo incentivo durante os anos de graduação. Agradeço ao meu orientador Patrich Magro por sempre me fazer pensar e questionar sobre o meu trabalho de pesquisa. E por fim mas não menos importante agradeço aos funcionários da Universidade Anhanguera que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho.

*“Se você quer ser bem sucedido, precisa ter dedicação total, buscar seu último limite e dar o melhor de si.”*

*(Ayrton Senna)*

GARCIA, Felipe Souza. **Automação:** CLP (Controlador Lógico Programável). 2020. Número total de folhas 31. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade Anhanguera, Osasco, 2020.

## RESUMO

Frente ao mundo que está em constante evolução em todos os sentidos imagináveis, não seria diferente com as indústrias, agregando em seu cotidiano a tecnologia como forma de aprimorar várias áreas da organização e assim ganhar espaço no mercado tão competitivo. Devido a isso o objetivo dessa pesquisa é justamente evidenciar como a evolução dos sistemas de automação e controle na indústrias, na qual as mesmas utilizam-se da engenharia cada vez mais para automatizarem seus processos gerando assim agilidade na produção sem perder a qualidade do produto, além da engenharia ajudar os colaboradores em tarefas que muitas das vezes colocavam em risco a sua integridade física. Portanto essa revisão bibliográfica, metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa, aborda subtemas como; sistemas de controle e automação industrial, controlador lógico programável e os reais benefícios da automatização, afim de demonstrar que a tecnologia proporcionada pela engenharia teve várias evoluções durante as décadas e pode-se dizer que continua em uma evolução constante pela busca da melhoria de processos dentro de variados segmentos industriais para que possa beneficiar não somente a indústria, mas também os colaboradores e clientes finais. Para a presente pesquisa utilizou-se livros de grandes escritores publicados nos últimos vinte e cinco anos, e assim sendo possível visualizar a evolução existente na engenharia de controle e automação. E perceber a força que o assunto ganhou através dos anos e sua aceitação, após o entendimento que a engenharia não veio como forma de erradicar a mão de obra e sim colaborar para que seja um processo de maior eficiência e benéfico a todos os envolvidos.

**Palavras-chave:** Automação Industrial. Controlador Lógico Programável. Tecnologia. Revolução Industrial.

Garcia, Felipe Souza. Automation: PLC (Programmable Logic Controller). 2020. Total number of sheets 31. Graduation Course in (Electrical Engineering) – College Anhanguera, Osasco, 2020.

### **ABSTRACT**

In the face of a world that is constantly evolving in every imaginable way, it would be no different with industries, adding technology to their daily lives as a way to improve various areas of the organization and thus gain space in such a competitive market. Considering that the objective of this research is just to show how the evolution of automation and control systems in industries, and how to use engineering more and more to automate their processes generating agility in production without losing product quality, in addition to engineering, helps employees in tasks that often put their physical integrity at risk. Therefore, this bibliographic review, the methodology used for the elaboration of the research, addresses the sub-themes as; industrial automation and control systems, programmable logic controller, benefits of automation, demonstrating that a technology provided by engineering has undergone several evolutions during the decades and it can be said that it continues in a constant evolution in search of process improvement within industrial variables so that they can benefit not only in the sector, but also employees and end customers. For the present study, use books by great writers published in the last twenty-five years and, therefore, it is possible to visualize a historical evolution of control and automation engineering. And realize the strength that the subject has gained over the years and its acceptance, after understanding the engineering that did not occur as a way to eradicate labor, but rather collaboration for those who are a process of greater savings and benefit for all involved.

**Keywords:** Industrial automation. Programmable logic controller. Technology. Industrial Revolution.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> – Diagrama de blocos do CLP..... | 18 |
| <b>Figura 2</b> – Pirâmide - CIM.....            | 20 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |   |
|-------|---|
| ABNT  | Associação Brasileira de Normas Técnicas  |
| CLP   | Controlador Lógico Programável            |
| CPU   | Unidade Central de Processamento          |
| IEC   | International Electrotechnical Commission |
| GM    | General Motor                             |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition  |
| VCC   | Tensão em corrente contínua               |
| VCA   | Tensão em corrente alternada              |
| PID   | Proporcional, Integral e Derivado         |
| RAM   | Random Access Memory                      |
| ROM   | Read-only memory                          |
| SDCD  | Sistema Digital de Controle Distribuído   |
| NPN   | Negativo Positivo Negativo                |
| PNP   | Positivo Negativo Positivo                |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>14</b> |
| <b>2. ORIGEM HISTÓRICA DO EQUIPAMENTO .....</b>               | <b>16</b> |
| <b>3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FUNCIONAIS .....</b>          | <b>20</b> |
| <b>4. A TECNOLOGIA APLICADA EM SISTEMAS INDUSTRIAIS .....</b> | <b>25</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                          | <b>29</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS .....</b>                                   | <b>30</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa retratou o tema automação com ênfase em CLP (controladores lógicos programáveis). Visto que em uma realidade cada vez mais estimulada pela tecnologia, as repartições industriais são as que mais se favorecem com as inovações, transformando suas atividades mais eficientes e produtivas. Além de um processo produtivo mais efetivo, um sistema automatizado proporciona menos erros humanos, mais segurança no chão de fábrica e flexibilidade de manufatura.

Este tema foi escolhido, pois no que se diz respeito à automação industrial o CLP (Controlador Lógico Programável) é o “cérebro” por trás dos dispositivos mecânicos, elétricos e eletrônicos que constitui uma máquina, um equipamento ou até mesmo uma linha de produção inteira. É ele quem desempenha a função de controlar os periféricos de todo o conjunto baseado nas informações recebidas. Essa dinâmica de recebimento de informações, processamento de dados e tomada de decisão em frações de segundos é de suma importância para otimização de tempo na produção de qualquer item. Além da rapidez de funcionamento, sua capacidade de realizar funções repetitivas com confiabilidade é incomparável em relação ao processo manual.

Com isso, o problema desta pesquisa consistiu em: Quais foram os aspectos e como o desenvolvimento tecnológico do CLP e da automação favoreceu os processos produtivos industriais e quais as tendências desta área na engenharia?

E para responder à problemática, esta pesquisa tem como objetivo geral complementar informações sobre o assunto em questão, abordando o progresso tecnológico dos controles industriais que fizeram uso da automação, salientando proveitos oferecidos. E para tal abordou-se como objetivos específicos: conceituar automação industrial expondo seu progresso no decorrer dos anos, contextualizar os elementos físicos principais que compõe um controlador lógico programável, identificar vantagens com sua aplicação em sistemas industriais e referenciar as principais tendências deste segmento nas indústrias.

A metodologia desta pesquisa caracterizou-se em uma revisão literária através de pesquisa bibliográfica, baseado em livros de diferentes autores do período de 2004 a 2015, como FRANCHI e CAMARGO (2008), FIALHO (2004), PAREDE e GOMES (2011), LAMB (2015), PESSÔA e SPINOLA (2014), entre outros. Os locais de pesquisas foram bibliotecas públicas, Portal Capes, Portal

Scielo, Google Acadêmico, com a utilização dos seus respectivos literatos: Controladores Lógicos programáveis, sistemas discretos, automação pneumática, automação industrial na prática e automação para cursos de engenharia e gestão.

## 2. ORIGEM HISTÓRICA DO EQUIPAMENTO

Segundo Pessoa e Spinola (2014), antes da revolução industrial, produtos eram produzidos por artesãos de distintas especializações através de instrumentos manuais e com baixa seqüência produtiva, cada qual com um realce mais singular em determinado campo de execução. Após a revolução industrial produtos eram fabricados em maior escala e em menos tempo, conforme a tecnologia avançava novos equipamentos e acessórios surgiam para contribuir com os sistemas de produção, onde a chegada do CLP assumiu papel primordial e decisivo para a automação industrial.

Para Lamb (2015, p. 72) “Antes do avanço dos sistemas de computadores, a lógica era desenhada manualmente, com as mesmas técnicas utilizadas no desenvolvimento de sistemas de controle de relés físicos”. O controle automático utilizando o CLP proporcionou meios para maximizar o desempenho de sistemas dinâmicos, melhoria de produtividade e alívio no trabalho de operações manuais.

De acordo com Franchi e Camargo (2008), um Controlador Lógico Programável é definido pelo IEC (International Electrotechnical Commission) – Comissão Eletrotécnica Internacional como: sistema eletrônico operado digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário implementar funções específicas, tais como lógica, seqüencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos.

Os primeiros sistemas de controle foram desenvolvidos durante a Revolução Industrial, no final do século XIX. As funções de controle eram implementadas por engenhosos dispositivos mecânicos, os quais automatizavam algumas tarefas críticas e repetitivas das linhas de montagem da época. Os dispositivos tinham de ser desenvolvidos para cada tarefa e devido à natureza mecânica, eles tinham uma pequena vida útil. O Programmable Logic Controller (PLC) ou Controlador Lógico Programável (CLP) foi desenvolvido a partir de uma demanda existente na indústria automobilística norte-americana. Suas primeiras aplicações foram na Hydronic Division da General Motors, em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle de painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. (FRANCHI; CAMARGO, 2008, P. 21).

Para Franchi e Camargo (2008, p. 24) “Controlador lógico programável pode ser visto como um equipamento eletrônico de processamento que possui uma interface amigável com o usuário que tem como função executar controle de vários

tipos”. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas.

Para a WEG (2020), elaborado para intertravamento, temporização, contagem e operações matemáticas em alta velocidade, os controladores lógicos programáveis substituem com vantagem contadores auxiliares, temporizadores e contadores eletromecânicos, otimizando espaços e facilitando significativamente as atividades de manutenção.

De acordo com Lamb (2015), desenvolvido a partir de necessidades da indústria automobilística, com o objetivo de substituir os painéis de controle a relés, o controlador lógico programável se tornou um dos equipamentos mais utilizados na implementação de sistemas automatizados, um equipamento versátil e de fácil utilização, diversificando cada vez mais os setores industriais e suas aplicações.

Para Silveira e Santos (1999), o CLP (Controlador Lógico Programável) foi elaborado com o intuito de suceder os painéis de relés de controles baseados em lógicas seqüenciais. Os relés eletromecânicos desenvolviam problemas em seus contatos, muita deterioração devido à atuação sucessiva dos contatos, muito trabalho na modificação da lógica de controle e manutenção constante.

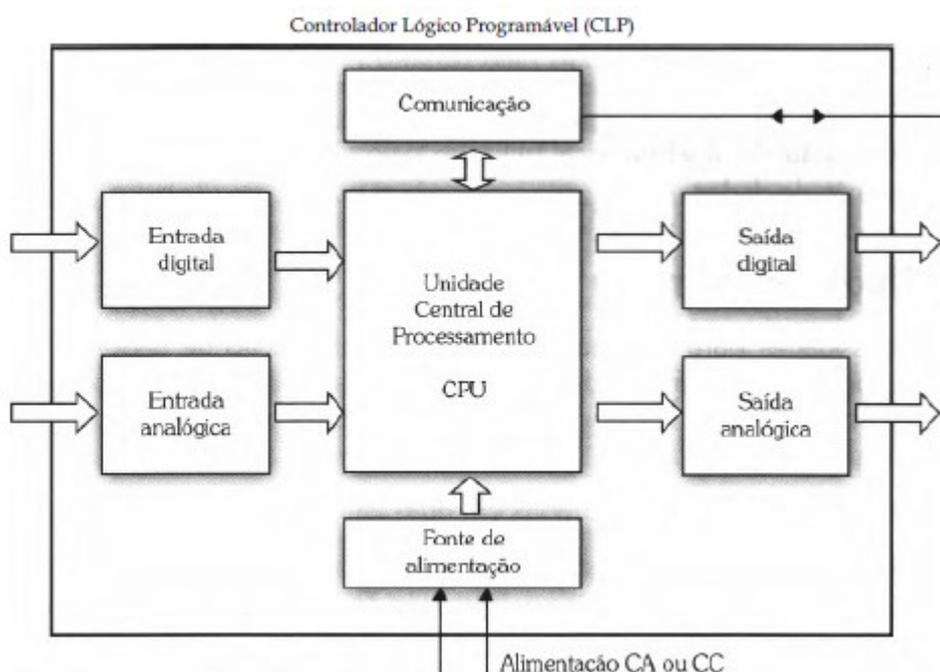
As indústrias que recorriam a essa forma de trabalho tinham dificuldade em remodelar seus sistemas automáticos, dado que sempre que alterava um produto ou método de produção, os técnicos enfrentavam horas e até mesmo dias realizando modificações em painéis de controle, algo que oferecia às empresas paradas indesejadas e enorme inatividade. Assim, foi mencionado que “quando surgiram os Controladores Programáveis, na década de 1980, os painéis a relés deixaram de existir” (PESSÔA; SPINOLA, 2014, P. 245).

Diante dessas dificuldades, e com o avanço tecnológico dos processadores, a empresa GM (General Motor) formulou o primeiro projeto de CLP para automatizar de forma eficaz sua linha de montagem. Com o início dessa idéia, outras indústrias abraçaram a iniciativa e adotaram CLP's em seus processos produtivos. Nos anos seguintes, com a intensificação de novos projetos e avanço na eletrônica, os controladores lógicos programáveis foram cada vez mais utilizados. A premissa do CLP foi de um dispositivo que facilitasse a sua programação em caso de alteração de lógica funcional, fácil manutenção, alta confiabilidade em seu funcionamento, dimensões compactas em relação aos relés, custo atraente e possibilidade para

expansão de módulos. Conforme mencionado “Os CLPs permitiram reduzir os custos de materiais, mão-de-obra, instalação e localização de falhas ao reduzir a necessidade de fiação e os erros associados” (FIALHO, 2004, P. 205).

Quanto à arquitetura do CLP e seu princípio de funcionamento, de acordo com Franchi; Camargo (2008, p. 31) “Um CLP pode ser dividido em cinco partes: Fonte de alimentação, entradas (analógicas e/ou digitais), saídas (analógicas e/ou digitais), unidade central de processamento (CPU) e unidade de comunicação.” Na figura 1, pode-se notar o diagrama de blocos simplificado de um CLP, juntamente com a interface de comunicação e os módulos de entradas e saídas, além da unidade e central de processamento e fonte de alimentação.

**Figura 1:** Diagrama de blocos do CLP



**Fonte:** Franchi e Camargo (2008)

Segundo Romano (2002), fonte de alimentação: é responsável pelo fornecimento de energia necessária para alimentação da CPU e módulos de entradas e saídas. Entradas e saídas (analógicas e/ou digitais): são módulos responsáveis pelo interfaceamento da CPU com periféricos externos. Unidade Central de Processamento (CPU): é a unidade responsável pela execução do programa e pelo gerenciamento do processo.

Para Nise (2017), unidade de comunicação: Interface de comunicação que são inseridos os programas que serão executados pela CPU. É também através dessa interface que é possível coletar dados do processo e transferir para um sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – Controle de supervisão e aquisição de dados).

Os CLPs podem ser utilizados em toda e qualquer indústria que precise realizar automação de máquinas ou processos e que não dispense confiabilidade para operar em ambientes agressivos. Assim mencionado que “Eles são muito utilizados para controlar os sistemas de automação de chão de fábrica. Eles são, essencialmente, computadores digitais que servem para controlar processos eletromecânicos” (LAMB, 2015, P. 71).

Devido as suas características especiais de projeto o CLP tem um campo de aplicação muito vasto. A constante evolução do hardware e do software é uma necessidade para que o CLP possa atender as demandas dos processos. E utilizado fundamentalmente nas instalações em que é necessário um processo de manobra, controle e supervisão. Desta forma, sua aplicação abrange desde processos de fabricação industrial até qualquer processo que envolva transformação de matéria-prima. As dimensões reduzidas, extrema facilidade de montagem, possibilidade de armazenar os programas que descrevem o processo tornam o CLP ideal para aplicações em processos industriais (FRANCHI; CAMARGO, 2008, P. 28).

Conforme Parede e Gomes (2015), sua aplicação também pode ser utilizada na automação de prédios e residências com diversos intuitos, como controlar bombas de água, iluminação programada, automatizar sistema de proteção de incêndio, controle de acesso, e até mesmo gerenciamento de energia. Assim mencionado que “os CLPs possuem funções específicas de controle e canais de comunicação que permitem interligá-los entre si e a computadores em rede, formando um sistema integrado” (PAREDE; GOMES, 2011, P. 15).

### 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FUNCIONAIS

Segundo Pessoa e Spinola (2014), conforme Parede e Gomes (2015), sua aplicação também pode ser utilizada na automação de prédios e residências com diversos intuitos, como controlar bombas de água,

Para Lamb (2015), no momento em que é ligado o CLP executa uma série de operações pré-programadas, gravadas em seu Programa Monitor:

- Verifica o funcionamento eletrônico da CPU, memórias e circuitos auxiliares;
- Verifica a configuração interna e compara com os circuitos instalados;
- Verifica o estado das chaves principais (RUN / STOP, PROG, etc.);
- Desativa todas as saídas;
- Verifica a existência de um programa de usuário;
- Emite um aviso de erro, caso algum dos itens acima falhe.

De acordo com Franchi e Camargo (2008), Verificar estado das entradas: o CLP lê o estado de cada uma das entradas, verificando se alguma foi acionada. O processo de leitura recebe o nome de Ciclo de Varredura (Scan) e normalmente é de alguns micro-segundos.

Conforme Lamb (2015), transferir para memória: após o Ciclo de Varredura, o CLP armazena os resultados obtidos em uma região de memória chamada de Memória Imagem das Entradas e Saídas. Ela recebe esse nome por ser um espelho do estado das entradas e saídas. Essa memória será consultada pelo CLP no decorrer do processamento do programa do usuário.

Para Franchi e Camargo (2008), comparar com o programa do usuário o CLP ao executar o programa do usuário, após consultar a Memória Imagem das Entradas, atualiza o estado da Memória Imagem das Saídas, de acordo com as instruções definidas pelo usuário em seu programa.

Segundo Nise (2017), atualizar o estado das saídas o CLP escreve o valor contido na Memória das Saídas, atualizando as interfaces ou módulos de saída. Inicia-se, então, um novo ciclo de varredura.

Conforme Romano (2002), a estrutura interna do CLP é um sistema microprocessado, ou seja, constitui-se de um microprocessador (ou microcontrolador), um Programa Monitor, uma Memória de Programa, uma Memória de Dados, uma ou mais Interfaces de Entrada, uma ou mais Interfaces de Saída e Circuitos Auxiliares.

Para Santos (2012), fonte de alimentação tem normalmente as seguintes funções básicas :

- Converter a tensão da rede elétrica (110 ou 220 VCA) para a tensão de alimentação dos circuitos eletrônicos, (+ 5VCC para o microprocessador, memórias e circuitos auxiliares e +/- 12 VCC para a comunicação com o programador ou computador);
- Manter a carga da bateria, nos sistemas que utilizam relógio em tempo real e Memória do tipo R.A.M.;
- Fornecer tensão para alimentação das entradas e saídas (12 ou 24 VCC).

Conforme Lofuto (2019), unidade de processamento também chamada de C.P.U. é responsável pelo funcionamento lógico de todos os circuitos. nos CLPs modulares a CPU está em uma placa (ou módulo) separada das demais, podendo-se achar combinações de CPU e Fonte de Alimentação.

Para Silveira e Santos (1999), nos CLPs de menor porte a CPU e os demais circuitos estão todos em único módulo. As características mais comuns são:

- Microprocessadores ou Microcontroladores de 8 ou 16 bits;
- Endereçamento de memória de até 1 Mega Byte;
- Velocidades de CLOCK variando de 4 a 30 MHz;
- Manipulação de dados decimais, octais e hexadecimais.

Segundo Romano (2002), baterias são usadas nos CLPs para manter o circuito do Relógio em Tempo Real, reter parâmetros ou programas (em memórias do tipo RAM), mesmo em caso de corte de energia, guardar configurações de equipamentos, etc. Normalmente são utilizadas baterias recarregáveis do tipo Ni-Ca ou Li. Nesses casos, incorporam-se circuitos carregadores.

Conforme Filho (2000), memória do programa monitor é o responsável pelo funcionamento geral do CLP. Ele é o responsável pelo gerenciamento de todas as atividades do CLP. Não pode ser alterado pelo usuário e fica armazenado em memórias do tipo PROM, EPROM ou EEPROM . Ele funciona de maneira similar ao Sistema Operacional dos microcomputadores. É o Programa Monitor que permite a transferência de programas entre um microcomputador ou Terminal de Programação e o CLP, gerenciar o estado da bateria do sistema, controlar os diversos opcionais, etc.

Para Rosario (2005), memória do usuário é onde se armazena o programa da aplicação desenvolvido pelo usuário. Pode ser alterada pelo usuário, já que uma das

vantagens do uso de CLPs é a flexibilidade de programação. Inicialmente era constituída de memórias do tipo EPROM, utilizadas memórias do tipo RAM (cujo programa é mantido pelo uso de baterias), EEPROM e FLASH-EPROM, sendo também comum o uso de cartuchos de memória, que permite a troca do programa com a troca do cartucho de memória. A capacidade dessa memória varia de acordo com o marca/modelo do CLP, sendo normalmente dimensionadas em Passos de Programa.

De acordo com Lofuto (2019) memória de dados é a região de memória destinada a armazenar os dados do programa do usuário. Esses dados são valores de temporizadores, valores de contadores, códigos de erro, senhas de acesso, etc. São normalmente partes da memória RAM do CLP. São valores armazenados que serão consultados ou alterados durante a execução do programa do usuário. Em alguns CLPs, utiliza-se a bateria para reter os valores dessa memória no caso de uma queda de energia.

Segundo Nise (2017), memória imagem das entradas / saídas sempre que a CPU executa um ciclo de leitura das entradas ou executa uma modificação nas saídas, ela armazena o estado da cada uma das entradas ou saídas em uma região de memória denominada Memória Imagem das Entradas / Saídas. Essa região de memória funciona como uma espécie de “tabela”, onde a CPU irá obter informações das entradas ou saídas para tomar as decisões durante o processamento do programa do usuário.

De acordo com Souza (2019) circuitos auxiliares são circuitos responsáveis para atuar em casos de falha do CLP. Alguns deles são: power on reset, quando se energiza um equipamento eletrônico digital, não é possível prever o estado lógico dos circuitos internos. Para que não ocorra um acionamento indevido de uma saída, o que pode causar um acidente, existe um circuito encarregado de desligar as saídas no instante em que se energiza o equipamento.

Para Machado (2011), watch-dog-timer é utilizado para garantir no caso de falha do microprocessador, o programa não entre em loop, o que seria um desastre, existe um circuito denominado “Cão de Guarda”, que deve ser acionado em intervalos de tempo pré-determinados. Caso não seja acionado, ele assume o controle do circuito sinalizando um falha geral. Assim que o microprocessador assume o controle do equipamento esse circuito é desabilitado.

Conforme Lamb (2015), Power - down ocorre quando um equipamento é subitamente desenergizado. O conteúdo das memórias pode ser perdido. Existe um circuito responsável por monitorar a tensão de alimentação, e em caso do valor dessa cair abaixo de um limite pré-determinado, o circuito é acionado interrompendo o processamento para avisar o microprocessador e armazenar o conteúdo das memórias em tempo hábil.

Segundo Silveira e Santos (1999) módulos ou interfaces de entrada são circuitos utilizados para adequar eletricamente os sinais de entrada para que possa ser processado pela CPU (ou microprocessador) do CLP os tipos básicos de entradas as digitais e as analógicas.

De acordo com Filho (2000), entradas digitais são aquelas que possuem apenas dois estados possíveis, ligado ou desligado, e alguns dos exemplos de dispositivos que podem ser ligados a elas são:

- Botoeiras;
- Chaves (ou micro) fim de curso;
- Sensores de proximidade indutivos ou capacitivos;
- Chaves comutadoras;
- Termostatos;
- Pressostatos;
- Controle de nível (bóia);
- etc.

Para Lofuto (2019), as entradas digitais podem ser construídas para operar em corrente contínua (24 VCC) ou em corrente alternada (110 ou 220 VCA). Podem ser também do tipo N (NPN) ou do tipo P (PNP). No caso do tipo N, é necessário fornecer o potencial negativo (terra ou neutro) da fonte de alimentação ao borne de entrada para que a mesma seja ativada. No caso do tipo P é necessário fornecer o potencial positivo (fase) ao borne de entrada. Em qualquer dos tipos é de praxe existir um isolamento galvânico entre o circuito de entrada e a CPU. Esse isolamento é feito normalmente através de optoacopladores. As entradas de 24 VCC são utilizadas quando a distância entre os dispositivos de entrada e o CLP não excedam 50 m. Caso contrário, o nível de ruído pode provocar disparos acidentais.

Conforme Souza (2019), entradas analógica permitem que o CLP possa manipular grandezas analógicas, enviadas normalmente por sensores eletrônicos. As grandezas analógicas elétricas tratadas por esses módulos são normalmente

tensão e corrente. No caso de tensão, as faixas de utilização são: 0 á 10 VCC, 0 á 5 VCC, 1 á 5 VCC, -5 á +5 VCC, -10 á +10 VCC (no caso, as interfaces que permitem entradas positivas e negativas são chamadas de Entradas Diferenciais), e, no caso de corrente, as faixas utilizadas são: 0 a 20mA, 4 a 20 mA.

Para Rosario (2005) os principais dispositivos utilizados com as entradas analógicas são:

- Sensores de pressão manométrica;
- Sensores de pressão mecânica (strain gauges utilizados em células de carga);
- Taco — geradores para medição rotação de eixos;
- Transmissores de temperatura;
- Transmissores de umidade relativa.

Segundo Nise (2017) nano e micro CLPs são CLPs de pouca capacidade de E/S (máximo 16 Entradas e 16 Saídas), normalmente só digitais, compostos de um só módulo (ou placa), baixo custo e reduzida capacidade de memória (máximo 512 passos).

De acordo com Machado (2011), CLPs de Médio Porte: são CLPs com uma capacidade de Entrada e Saída de até 256 pontos, digitais e analógicas, podendo ser formado, por um módulo básico, que pode ser expandido. Costumam permitir até 2048 passos de memória, que podem ser interna ou externa (Módulos em Cassetes de Estado - Sólido, Soquetes de Memória, etc.), ou podem ser totalmente modulares.

Para a Weg (2020) CLPs de Grande Porte: os CLPs de grande porte se caracterizam por uma construção modular, constituída por uma Fonte de alimentação, CPU principal, CPUs auxiliares, CPUs Dedicadas, Módulos de E/S digitais e Analógicos, Módulos de E/S especializados, Módulos de Redes Locais ou Remotas, etc., que são agrupados de acordo com a necessidade e complexidade da automação.

#### 4. A TECNOLOGIA APLICADA EM SISTEMAS INDUSTRIAIS

Conforme Parede e Gomes (2015), a automação industrial no Brasil ocupa lugar de destaque pelas suas implicações sócio-econômicas no que diz respeito ao conjunto da sociedade brasileira. A imperiosa necessidade de as indústrias modernizarem-se, visando atender à crescente competitividade gerada pela globalização da economia, tem exercido forte pressão sobre os demais setores econômicos.

Para Lamb (2015), a clara consciência de que modernizar-se é condição vital para a permanência das empresas no mercado. Essa modernização é caracterizada pela adoção de novas formas de gestão e de produção, com a finalidade de reduzir custos, melhorar a qualidade e aumentar a satisfação dos clientes.

De acordo com Franchi e Camargo (2008), a automação industrial é responsável pela disseminação de modernas técnicas de gestão e produção, uma vez que elas contribuem para a diminuição de custos, prazos de entrega, perdas de insumos, estoques intermediários e downtime.

Para Franchi e Camargo (2008), além disso, contribuem ainda para o aumento da qualificação da mão-de-obra, da qualidade do produto e de seu nível tecnológico, da adequação do fornecedor a novas especificações, da capacidade de produção, da flexibilidade do processo e da disponibilidade de informações.

Para a WEG (2020), o novo cenário econômico refletiu-se diretamente na manufatura. Modelos de produção baseados nos ganhos de escala e padronização são questionados e suplantados; o setor industrial é levado a um novo patamar de complexidade, dado a gama bem mais ampla de produtos que o mercado passa a demandar.

Já para a Master Tecnologia Industrial (2020), a gestão da manufatura é desafiada ao desenvolvimento de um novo modelo, que leva ao surgimento de novas filosofias de gestão de manufatura e a um enorme aprimoramento do conhecimento já existente. A função “Produção”, como definido na escola estruturalista de Administração, passa a ser reconhecida como tendo um papel fundamental no sucesso das corporações, passando a ser mais bem designada como função “Manufatura”.

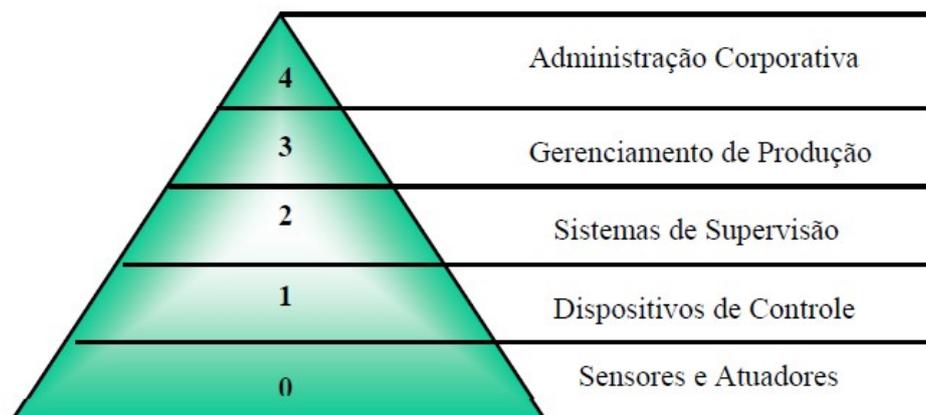
Para a Umove.Me (2020), Desde a primeira aplicação de sistemas de computação na manufatura, vários caminhos têm sido experimentados para capturar

e converter dados em informações para seus usuários. Há dois fatores que tornam esta necessidade importante. O primeiro é a necessidade de integração dos vários sistemas de chão de fábrica com as informações gerenciais chaves de modo a desenvolver um caminho que automática e eficientemente facilitará a extração das informações de produção importantes que servirão para a tomada de decisão da corporação.

Segundo Bayer,Eckharte Machado (2011), a automação está intimamente ligada aos sistemas de qualidade, pois ela garante a manutenção de uma produção sempre com as mesmas características e com alta produtividade, visando atender num menor prazo, com preço competitivo e com um produto de qualidade. Pensando no meio ambiente, também que a automação pode garantir o cumprimento das normas ambientais através de sistemas de controle de efluentes (líquidos que sobram são rejeitados através de um processo industrial), emissão de gases, reciclagem, etc.

Brasil Logic Sistemas (2020) diz que o controle automático tem desempenhado um papel vital no avanço da engenharia e da ciência. Tornou-se uma parte importante e integrante dos processos industriais e de manufatura modernos. É essencial no comando numérico de máquinas-ferramentas, no projeto de sistemas de pilotagem automática e no projeto de automóveis e caminhões.

Segundo Filho (2000), o sistema de automação tem como principal objetivo a comunicação de dados, ou seja, dar suporte a integração de informações entre os diversos elementos que compõem este sistema. Tomando como base a pirâmide CIM – Computer Integrated Manufacturing (Figura 2), pode-se identificar cinco níveis de dispositivos e equipamentos característicos de um sistema de automação:

**Figura 2: Pirâmide - CIM**

**Fonte:** Franchi e Camargo (2008)

Para Franchi e Camargo os níveis se dão da seguinte forma:

Nível 0: possui baixos volumes de dados com constantes de tempo da ordem de milissegundos (tempos de resposta muito curtos). Orientado a dispositivos, tais como sensores e atuadores, que interagem diretamente com o processo.

Nível 1: possui volumes moderados de dados com constantes de tempo da ordem de grandeza de centenas de milissegundos. É onde encontram-se as unidades de controle com estruturas de dados mais complexas e grande interação entre dispositivos orientado para integração entre unidades inteligentes, de naturezas diversas.

Nível 2: composto por equipamentos de supervisão, onde predominam maiores concentrações de dados intercambiáveis com base eventual ou cíclica.

Nível 3: formado por sistemas de gestão da produção com grandes quantidades de dados transferidos em tempo significativo.

Nível 4: caracterizado por sistemas corporativos com volumes maciços de dados intercambiáveis através de recursos de multimídia com constantes de tempo da ordem de grandeza de segundos em tempo significativo, essencialmente de domínio da informática.

A Brasil Logic Sistemas (2020) diz que a automação industrial é um dos mais conhecidos e utilizados no dia a dia, trata-se do conjunto de sistemas que vão alinhar as carências existentes na produção. A automação industrial é tão importante no terceiro setor se teve início na década de 50 quando o quando a evolução eletrônica estava em intenso crescimento e em seguida a informática foi-se

adquirindo seu espaço e a indústria viu-se na necessidade de adaptar-se às tecnologias.

Já para a Master Tecnologia Industrial (2020) um apoio complementar significativo dos sistemas de Automação Industrial é a conexão do sistema de supervisão e controle com sistemas corporativos da administração das organizações. Esta conectividade permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, fornecendo uma maior agilidade para o processo decisório e maior confiabilidade dos dados que sustentam as decisões dentro da empresa.

Souza, (2019) diz ainda sobre a característica principal deste novo modelo de indústria é a interconectividade de toda a execução, isto é, os equipamentos se comunicam entre si, estabelecendo que haja uma alta capacidade e velocidade nas transações de informações. Para que uma indústria seja ágil, é necessário que ela utilize diversas tecnologias ao seu favor.

Segundo Bayer, Eckharte Machado (2011) o sistema de controle pode ser definido como um conjunto de equipamentos e dispositivos que administram a conduta de máquinas ou outros sistemas físicos. Para isso, é essencial elaborar a modelagem matemática da planta, seguida do projeto do controlador. As indústrias devem desenvolver dispositivos para mapear a infraestrutura da indústria, possibilitando assim a realização de soluções tecnológicas, permitindo as operações e manutenção tenham um maior desempenho.

De acordo com Brasil Logic Sistemas (2020) toda planta industrial necessita de algum tipo de controlador para garantir uma operação segura e economicamente viável. Desde o nível mais simples, em que pode ser utilizado para controlar o motor elétrico de um ventilador para regular a temperatura de uma sala, até um grau de complexidade elevado, controlando a planta de um reator nuclear para produção de energia elétrica.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a sua origem, o progresso na tecnologia dos controladores lógicos foi demasiado, como a diversidade de tipos de entradas e saídas, o aumento da velocidade de processamento, a integração de blocos lógicos complexos para tratamento das entradas e saídas e principalmente o modo de programação e a troca de informações com o usuário. A utilização de dispositivos e a aplicação de resoluções concebidas em automação industrial têm grande repercussão, sobretudo no setor industrial. A aplicabilidade do CLP não se resume na substituição do trabalho humano, tarefas exaustivas, monótonas e perigosas; elas trazem melhoria na qualidade de processos, otimização dos espaços, redução no tempo de produção e custos.

Com a engenharia os sistemas de automação e controle se solidificaram com suas tecnologias junto às indústrias, sejam elas automobilísticas, celulosas, mineradoras ou químicas, o fato é que uma indústria que não está disposta a se integrar nessa revolução tecnológica dificilmente irá conseguir ingressar no mercado. A automatização de processos está ligada a robotização, no entanto não é limitada a isso como muitos imaginam, com inúmeros dispositivos que colaboram com a indústria fazendo que ganhe qualidade e agilidade em vários processos dentro na produção, foram criados programas como CLP, SDSC, Sensores de todos os tipos e utilidades.

O principal ganho para a indústria com a automação está sem dúvida na redução de custo e no aumento de produtividade sem a perda da qualidade final do produto. É de ciência de todos que a tecnologia se transforma em tal velocidade que muitas das vezes é difícil acompanhar os novos produtos disponibilizados aos consumidores, a automação auxilia a indústria justamente a não perder tempo nessa troca de tecnologia, podendo utilizar o mesmo software e máquinas para produzir diversos produtos em tempo limitados, bastando apenas a troca de configuração dos mesmo.

## 6. REFERÊNCIAS

BAYER, Fernando; ECKHART, Moacir; MACHADO, Renato. **Automação de Sistemas**. 4ed. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/Apostila%202.pdf>> Acessado em: (22.out.2019).

BRASIL LOGIC SISTEMAS. **Quais as ferramentas que a automação industrial oferece para a manutenção?** 2020. Disponível em: <<http://www.blsistemas.com.br/quais-as-ferramentas-que-a-automacao-industrial-oferece-para-a-manutencao/>> Acessado em: (05.abr.2020).

FIALHO, Arivelto. **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. São Paulo: Editora Érica, 2004.

FILHO, Constantino Seixas, A automação nos anos 2000: **Uma Análise das Novas Fronteiras da Automação**, p.1, 2000. Disponível: <<https://www.quimica.com.br/category/automacao-industrial/page/2/#feed>> (Acessado em 28.set.2019).

FRANCHI, Claiton; CAMARGO, Valter. **Controladores Lógicos Programáveis: sistemas discretos**. São Paulo: Editora Érica, 2008.

LAMB, Frank. **Automação Industrial na Prática**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2015.

LOTUFO, Larissa. **Robotização dos Serviços**. 2019. Disponível em <<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/robotizacao-dos-servicos-impactos/>> Acesso em: (19.set.2019).

MASTER TECNOLOGIA INDUSTRIAL. **Tudo Sobre Automação Industrial**, 2020. Disponível em: <<https://www.mtibrasil.com.br/tudo-sobre-automacao-industrial.php>> Acessado em: (29.Set.2020).

NISE, Norman S. **Engenharia de Sistemas de Controle**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2017.

PAREDE, Ismael; GOMES, Luiz. **Eletrônica: Automação Industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.

PESSÔA, Marcelo; SPINOLA, Mauro. **Introdução à Automação para Cursos de Engenharia e Gestão**. São Paulo: Elsevier Editora, 2014.

ROMANO, Vitor Ferreira. **Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

ROSÁRIO, João Mauricio. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

SANTOS, Guilherme. **Controle de Processos**, 2012. Disponível em <<https://www.automacaoindustrial.info/a-piramide-da-automacao-industrial/>> Acesso em: (15.fev.2020).

SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Érica, 1999.

SOUZA, Gabriel. **O que é Automação Industrial? Qual o seu Impacto nas Indústrias?** 2020. Disponível em: <<https://blog.acoplastbrasil.com.br/automacao-industrial/>> Acessado em: (19.out.2020).

UMOVE.ME. **5 Exemplos de Automação de Processos com Tecnologia**. 2020. Disponível em: <<https://www.umov.me/automacao-de-processos/>> Acessado em: (29.Mai.2020).

WEG. **Controladores lógicos programáveis**; Disponível: <<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controle-de-Processos/Controladores> > (Acessado em 15.Mai.2020).