

## Parte 02 – O Controlador Lógico Programável

### 2.0 Introdução:

Para controlar uma planta industrial, seja a mais simples ou complexa, necessitamos de um sistema de controle, obviamente que quanto mais complexa mais se exige deste controle. Porém, a idéia do sistema de controle é bastante simples e pode ser dividida em três partes:

- ◇ **Entradas**, que são responsáveis pela coleta de informações;
- ◇ **Dispositivo controlador**, que manipula as informações através de um software previamente embutido; e
- ◇ **Saídas** que são responsáveis pela ação.

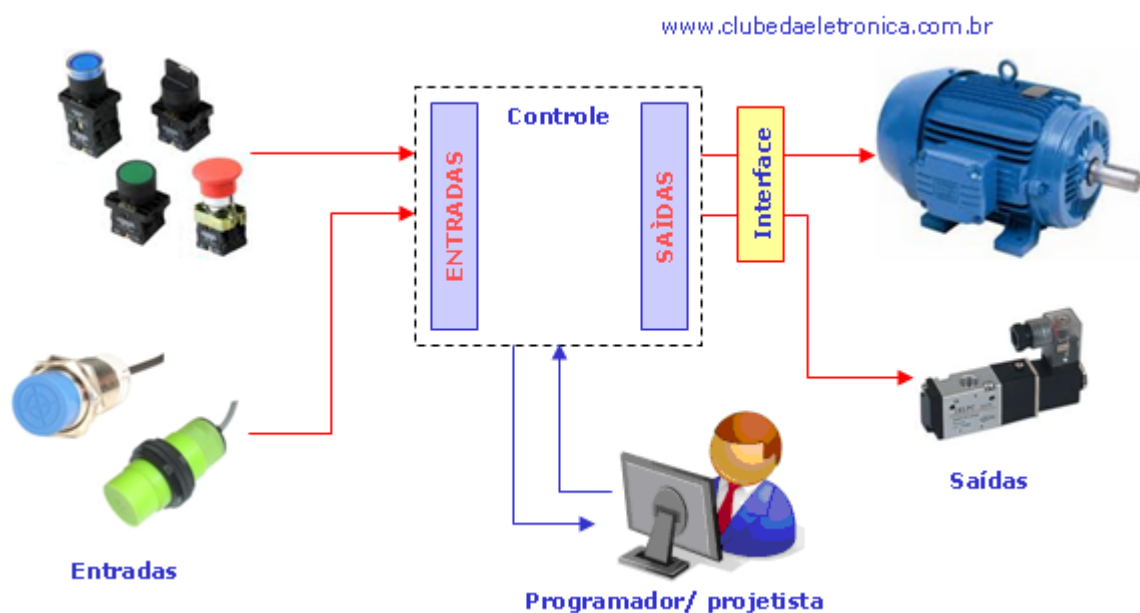


Figura 2.1 - Sistema de controle

#### Descrição de cada bloco:

- ◇ **Entradas:** São os sensores analógicos ou digitais. São os responsáveis por alimentar o controle com as informações externas.
- ◇ Os sensores digitais captam e enviam aos controladores variáveis discretas, tais como ligado/desligado ou alto/baixo, enquanto os analógicos captam e enviam aos controladores variáveis com uma faixa contínua, tais como pressão, temperatura, vazão ou nível.
- ◇ **Controlador:** Recebe informações do estado o estado real da planta através de uma rede de sensores ligados a ele, então ele compara com um algoritmo de controle, previamente embutido no controlador, que atualiza suas saídas.
- ◇ **Saídas:** São os atuadores, dispositivos com finalidade de provocar uma ação. Os atuadores mais comuns são as válvulas e os motores.

O operador através de um sistema de supervisão interage com o controlador e conseqüentemente com a planta através dos parâmetros de controle. O sistema de supervisão monitora todo o processo gerando relatórios e gráficos de tendência extremamente úteis para melhorias do processo industrial.

### 2.1 Controlador lógico programável

É o controlador mais utilizado em sistemas de controle e, portanto, na automação além de ser a ideia central deste trabalho. Também conhecido como CLP (**C**ontrolador **L**ógico **P**rogramável) ou PLC (**P**rogrammable **L**ogic **C**ontroller). Sua função como o próprio nome diz é controlar a planta ou processo através de um algoritmo lógico programado. Desse modo, sinais de entrada provenientes de sensores são logicamente combinados gerando sinais de saída para os atuadores. De maneira simplificada, podemos dizer que o CLP é o cérebro da automação e controle.

Antes, quando um operário novo era contratado para uma linha de montagem, alguém que já conhecia o serviço o instruía, ou seja, dizia a ele tudo o que ele devia fazer, ele armazenava as informações e realizava o trabalho facilmente. Hoje, não é diferente, porém, o “operário” é uma máquina automatizada e quem tem que dizer à ela o que fazer é o programador. No âmbito industrial, quem recebe as instruções é o CLP, e este, assim como o operário se não for bem instruído, não executará bem sua função.

### 2.2 Definições de CLP

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) define o CLP como:

*“Um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais”*

A NEMA (National Electrical Manufacturers Association), diz que:

*“É um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica seqüencial, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos”.*

### 2.3 Breve histórico

No passado, mudar uma linha de montagem demorava muito tempo, e tempo é dinheiro. A necessidade de mudança constante em linhas de produção obrigou a indústria, em especial a automobilística a procurar uma solução viável para este problema.

Foi em 1969, que sob a liderança do engenheiro Richard Morley, foi introduzido na linha de montagem da General Motor nos EUA um dispositivo capaz de sequenciar estados.

Na década de 70, graças a evolução da eletrônica digital, o CLP ganhou alguns blocos com funções prontas, como temporizadores, contadores, movimentação de dados, controle de PID entre outros, o que facilitou bastante sua programação.

Nascia assim, um equipamento bastante versátil e de fácil utilização, que vem se aprimorando constantemente, diversificando e modernizando cada vez mais os processos industriais.

## 2.4 Princípio de funcionamento

O CLP funciona de forma sequencial, ou seja, faz um ciclo de varredura em seus estados (chamasse de estado as etapas do processo). É importante observar que quando cada estado do ciclo é executado, os outros ficam inativos. O tempo total para realizar o ciclo é denominado clock. Isso justifica a exigência de processadores com velocidades cada vez mais altas. O diagrama de blocos abaixo ilustra de forma simplificada o funcionamento do CLP.

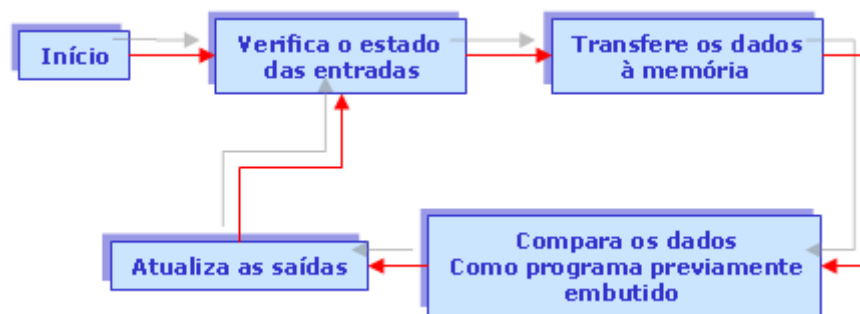


Figura 2.2 – Princípio de funcionamento do CLP

### Descrição de cada bloco:

- ◇ **Início:** Verifica o funcionamento do controlador CPU, memórias, circuitos auxiliares, estado das chaves, existência de um programa de usuário e emite aviso de erro em caso de falha. Desativa todas as saídas.
- ◇ **Verifica o estado das entradas:** Lê cada uma das entradas, verificando se houve acionamento. O processo é chamado de ciclo de varredura.
- ◇ **Compara com o programa do usuário:** Compara as entradas com um algoritmo embutido e envia as informações às saídas.
- ◇ **Atualiza as saídas:** As saídas são acionadas ou desativadas conforme a determinação do programa do usuário. Um novo ciclo é iniciado.

## 2.5 Principais características do CLP

Os controladores lógicos programáveis vieram para ficar, sua vantagem em relação aos outros controladores no ambiente industrial é inegável, e as razões para este sucesso são inúmeras, citaremos algumas:

- ◇ São robustos, construído para operar no chão de fábrica, área extremamente susceptível a interferências, local onde microcontroladores não são muito bem vistos.
- ◇ Linguagem de programação gráfica, de alto nível, de fácil compreensão principalmente por conhecedores de esquemas elétricos.
- ◇ Reduz significativamente a fiação utilizada na instalação elétrica, barateando o custo de instalação.
- ◇ Modificações rápidas minimizam a possibilidade de erros, pois se muda a lógica, sem mudar a instalação o que muito útil devido à flexibilidade da indústria moderna.
- ◇ Possui uma infinidade de blocos prontos para o uso, evitando que o programador tenha de desenvolver algoritmos para funções como: temporizar, contar, calcular etc.
- ◇ Fácil comunicação permite, através de interfaces de operação que controladores e computadores troquem informações.

## 2.6 Arquitetura dos controladores lógicos programáveis

Os controladores lógicos são constituídos por fisicamente por entradas, processamento e saídas. Vejamos, a função de cada uma delas.

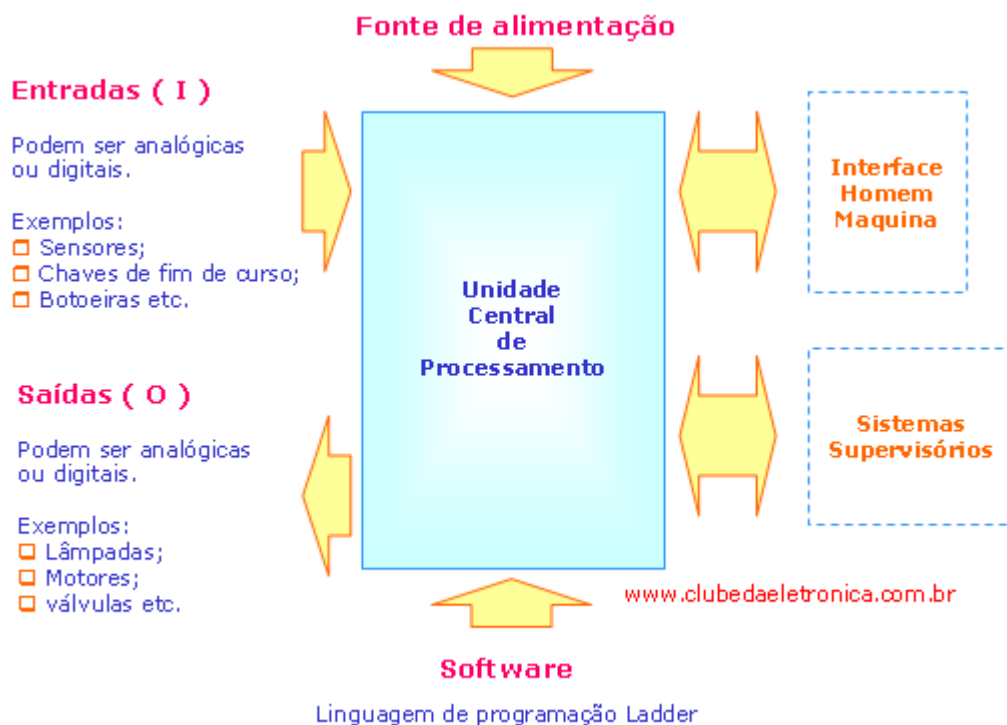


Figura 2.3 – Arquitetura básica do CLP

- ◇ **Entradas (I)** ⇒ Os controladores lógicos programáveis, assim como o cérebro humano, necessita receber informações de um determinado ambiente. Para receber estas informações estes equipamentos são dotados de entradas físicas que podem ser analógicas e/ou digitais.

- ◇ **Processamento** ⇒ Uma vez coletado os dados, estes devem ser processados a fim de que realizem uma determinada operação. Na unidade de processamento está gravado o firmware, que é o software do proprietário e controla diretamente o hardware.
- ◇ **Saídas (O)** ⇒ Uma vez que as informações foram coletadas e processadas, uma atitude deve ser tomada, ou seja, um sinal elétrico que pode ser analógico ou digital será enviado a saída.

Outros itens podem ser incorporados agregando valor ao sistema de controle são eles:

- **Interface Homem Máquina (IHM)** ⇒ É o elo de ligação entre o operador e a máquina, é a parte mais amigável, ou seja, de fácil uso permitido ao operador alterar entradas e/ou saídas do sistema ela ser local ou remota dependendo da necessidade.
- **Sistemas supervisórios** ⇒ É uma interface gráfica que permite ao usuário o coletar, monitorar e interagir com seu sistema em tempo real. É usado onde há necessidade contínua de:
  - Verificação do estado operacional da máquina;
  - Coletar valores de variáveis de processo;
  - Gerar relatórios e gráficos de tendência, etc.

Em tempo, vale lembrar que, definir bem o que são entradas e saídas é crucial para poder programar o CLP.

## 2.7 – Dispositivos de máquina

O CLP sozinho não faz nada, ele deve estar ligado a outros dispositivos capazes de coletar informações (sensores) e dispositivos capazes de atuar (atuadores) só assim sistema será completo.

### 2.7.1 – Dispositivos de entrada – Sensores

Hoje, dispositivos de alta tecnologia são capazes de substituir os sentidos humanos como, visão, audição, tato, olfato e paladar. Quanto maior a capacidade de sentir da automação, maior sua inteligência com isso mais independente do homem.

Alimentar as entradas do CLP com as informações coletadas pelos sensores e transdutores no ambiente é crucial, só assim o mesmo poderá processá-las. Os sensores analógicos ou digitais são sem dúvida o braço direito da automação, estes dispositivos que podem ser desde uma simples chave ao mais sofisticado sensor são ligados às entradas do CLP.

### 2.7.1.1- Entradas discretas e analógicas

Como o próprio nome diz é um controle digital, ou seja, controla eventos discretos, porém, se adicionados a ele conversores A/D e D/A, ele se torna um equipamento completo capaz de controlar tanto variáveis discretas como analógicas.

- ◇ **Discretas:** São entradas que recebem informações em forma de pulsos elétricos “0” ou “1” não há um valor intermediário. Os sensores mais usados para esse fim são os:
  - **Mecânicos:** São sensores que operam de forma mecânica, ou seja, necessita contato. Não importa o material.
  - **Magnéticos:** São sensores que operam com campo magnético, detectam apenas magnetos.
  - **Indutivos:** São sensores que operam com campo eletro-magnético, portanto detectam apenas materiais ferromagnéticos.
  - **Capacitivos:** São sensores que operam com o princípio de capacitância, detectam todos os tipos de materiais.
  - **Ópticos:** São sensores que operam com emissão de luz, estes detectam todos os tipos de materiais.
  - **Ultra-sônicos:** São sensores que operam com emissão e reflexão de um feixe de ondas acústicas. A saída comuta quando este feixe é refletido ou interrompido pelo material a ser detectado.
  - **Pneumáticos:** São sensores que se baseiam no desequilíbrio da pressão em uma determinada conexão do sensor. A saída comuta quando um jato de ar através do mesmo é alterado pela presença de um objeto.
  
- ◇ **Analógicas:** Recebem informações de forma contínua, estas são convertidas em digitais para fins de processamento e enviadas às saídas. Os elementos responsáveis pelo envio desta informação ao CLP são dispositivos transdutores, ou seja, dispositivos que tem a finalidade de converter grandezas físicas em sinais elétricos. A maioria dos casos os sensores analógicos fornecem sinais de 0 a 10V, 0 a 5V ou 4 a 20mA, sendo o último o mais utilizado na automação. Assim, as maiorias dos controladores estão preparados para receber este tipo de sinal. Entre muitos transdutores, podemos citar:
  - **Strain gauge:** É um transdutor capaz de medir deformações de corpos. Quando um material é deformado sua resistência elétrica é alterada, a fração de mudança na resistência é proporcional a fração de mudança no comprimento do material.
  - **Termopar:** Possui uma junção de dois fios metálicos com coeficientes térmicos diferentes unidos. A tensão gerada é proporcional à diferença na temperatura entre estas junções.

### 2.7.2 - Dispositivo de Saída – Atuadores

É essencial em qualquer sistema, sua função é agir diretamente no processo, de acordo com sinais recebidos do controlador. A correta escolha do atuador depende do tipo de ação necessária, vejamos alguns atuadores:

- ◇ **Pneumáticos:** Um sistema pneumático é utilizado quando se precisa de força. Este tipo é normalmente empregado em sistemas onde se requer altas velocidades nos movimentos, com pouco controle sobre o posicionamento final, em aplicações onde o torque exigido é relativamente baixo. O acionamento é feito por intermédio de eletroválvulas que regulam o fluxo de ar no sistema. Em alguns processos contínuos, a válvula é capaz de regular a vazão do fluido (líquido, gás ou vapor) que passa pela tubulação.
- ◇ **Hidráulicos:** São utilizados em sistemas onde há a necessidade de maior torque, como é o caso de máquinas de grande porte, na forma de pistões ou motores hidráulicos. Apresentam alto desempenho e baixa manutenção. Assim como no caso dos pneumáticos, é comandado por eletroválvulas que controlam o fluxo de óleo do sistema.
- ◇ **Elétricos:** São largamente utilizados em aplicações industriais, como bombas, válvulas de controle, eixos de máquina-ferramenta, articulações de robôs, esteiras, entre outros. Como atuadores deste tipo estão os motores elétricos.
  - Um motor elétrico é um dispositivo que transforma energia elétrica em energia mecânica, em geral energia cinética, ou seja, a simples energia elétrica, seja contínua ou alternada, garante movimento em um eixo, que pode ser aproveitado de diversas maneiras dependendo da aplicação do motor. Entre os tipos de motor, destaca-se:
    - a) **Motor de passo** – Utilizado em máquinas que necessitam de precisão nos movimentos. O motor de passo se comporta diferente de outros motores DC. Primeiramente ele não pode girar livremente quando alimentado, mas o faz em passos discretos. Para isto há a necessidade de um circuito lógico responsável em converter sinais de passo e de direção em comandos para os enrolamentos do motor.
    - b) **Motor de corrente contínua** – É utilizado em máquinas que necessitam de velocidade e precisão, substituindo em muitos casos o motor de passo. Apresenta baixa relação peso/potência e baixo nível de ruído.
    - c) **Motor de corrente alternada** – É utilizado onde se requer velocidade fixa e em altas potências, sua grande vantagem é que não necessita de drivers, adapta-se facilmente a qualquer máquina, além de baixo custo.

Os controladores lógicos são essenciais a lógica de controle, ele será o cérebro do sistema automatizado enquanto que as entradas serão seus sentidos e a saídas suas ações.

Em tempo, devemos lembrar que as entradas e saídas físicas do CLP não devem estar ligadas diretamente aos dispositivos de máquina, elas devem ser isoladas, ou seja, há necessidade de interfaces adequadas, para que não danifique o CLP, em caso de possíveis anomalias.

Uma vez conhecida a estrutura do CLP, deve-se conhecer a linguagens de programação, estas são normalizadas e são descritas em seguida.

A ação nem sempre traz felicidade, mas não há felicidade sem ação.

Benjamin Disraeli

[www.clubedaeletronica.com.br](http://www.clubedaeletronica.com.br)

### Referências bibliográficas:

---

- ❑ [http://www.plcopen.org/pages/tc1\\_standards/iec\\_1131\\_or\\_61131/](http://www.plcopen.org/pages/tc1_standards/iec_1131_or_61131/)
- ❑ <http://www.cpdee.ufmg.br/~carmela/NORMA%20IEC%201131.doc>
- ❑ <http://www.software.rockwell.com/corporate/reference/iec1131/>
- ❑ <http://www.plcopen.org/>
- ❑ <http://www.lme.usp.br/~fonseca/psi2562%20aula%206%20IHM.pdf>
- ❑ <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-11072002-085859/>
- ❑ [http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080108\\_144615\\_INDU-058.pdf](http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080108_144615_INDU-058.pdf)
- ❑ <http://www.corradi.junior.nom.br/modCLP.pdf>
- ❑ <http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/Paginall/Download/DownloadFiles/>