

Programa o de CLPs

Aula 01 - Introdu o aos Controladores Lógicos Programáveis

Apresentação

Nesta aula será abordado o surgimento do Controlador Lógico Programável (CLP), suas características, importância, quais os benefícios na sua implantação em processos de automação industrial e quais os avanços no mercado atual relacionados a fabricantes e tecnologias.

Objetivos

- Conhecer o Controlador Lógico Programável e suas aplicações.
- Reconhecer o hardware de um Controlador Lógico Programável.
- Apresentar a arquitetura interna de um Controlador Lógico Programável.
- Identificar as necessidades de implantação de processos automatizados.

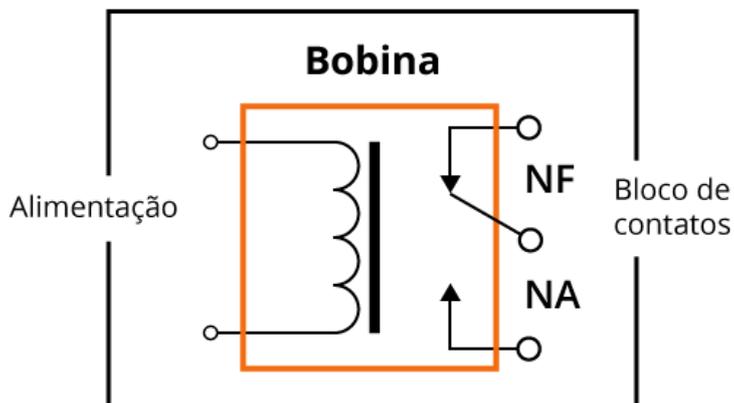
Introdução

Desde o início da Revolução Industrial o homem vem sendo forçado a conviver em meio à automação e à robótica, vendo seus postos de trabalho serem substituídos por máquinas, as quais executam suas tarefas de forma mais precisa, mais econômica e com muito mais rapidez. Desta forma o homem hoje se insere em um contexto de interação e manipulação, pois é ele quem vai lapidar as funcionalidades das máquinas, através de mecanismos eletromecânicos. E um componente que tem um papel de destaque é o Controlador Lógico Programável, o CLP.

Introdução aos Controladores Lógicos Programáveis (CLP)

Antigamente os acionamentos eletrônicos das máquinas industriais eram todos feitos utilizando-se **relés**, um dispositivo eletromecânico formado por uma bobina e um bloco de contatos, conforme mostram as figuras 1 e 2. Esses dispositivos faziam toda a lógica de funcionamento da máquina em processos automatizados.

Figura 01 - Composição do relé.



Fonte: <http://www.indicefloripa.com.br/electronica/>>. Acesso em: 21 out. 2015.

Figura 02 - Relé de 11 pinos, com 3 blocos de contatos.



Fonte: <http://www.metaltex.com.br/produto/t/t-rele-industrial/>>. Acesso em: 21 out. 2015.

Os relés são muito úteis ainda hoje, porém àquela época existiam alguns inconvenientes: primeiro, o espaço físico ocupado por essa lógica de acionamento dentro de um quadro elétrico, uma vez que os quadros eram muito grandes (conforme a figura 3); segundo, quando existia necessidade de mudança na linha de produção da fábrica, isso demandava tempo e dinheiro para que essas mudanças fossem implementadas (troca de fiação, novo comando de acionamento); terceiro, como eles contêm partes mecânicas, se desgastam e precisam ser substituídos periodicamente.

Figura 03 - Detalhe de um quadro a relé.



Fonte: <http://www.titaniumautomacao.com.br/paineiseletricos.html>>. Acesso em: 21 out. 2015.

Com a evolução tecnológica da eletrônica na década de 70 surgiu o **microprocessador**, circuito integrado capaz de executar instruções fornecidas por um programador permitindo, então, que pesquisadores da indústria automobilística desenvolvessem um dispositivo que unissem as características do microprocessador, com a versatilidade do relé, e compactasse isso num invólucro (embalagem), que é o que chamamos comumente de CLP (Controlador lógico programável ou ainda PLC Programmable logic controller - sigla em inglês), conforme mostram as figuras 4 e 5 (a e b). A principal justificativa para a invenção do **CLP** foi de substituir os sistemas que tivessem controle à relé.

Figura 04 - Detalhe do CLP Siemens Simatic S7.



Figura 5 – (a) CLP da Schneider (zelio). (b) CLP da weg (clic 02);

Fontes: (a) http://uk.rs-online.com/web/p/logic-modules/4684438/?origin=PSF_421313|alt
Acesso: 19 out. 2015.

(b) <http://www.andrekristiano.esy.es/clp-weg-clic-022/> Acesso: 19 out. 2015.

O primeiro CLP foi instalado na General Motors, pela MODICON (Modular Digital Controller), uma empresa cujo fundador, Dick Morley (Figura 6), foi o precursor do primeiro PC (Programmable controller), que mais tarde viria a ser o CLP ou o PLC.

Figura 06 - Dick Morley com o primeiro CLP.



Fonte: <http://theplctutor.com/history.html> Acesso em: 19 out. 2015.

Portanto, dos anos 1970 para cá muitas características foram incorporadas pelos CLP's: incremento de temporizadores, contadores, portas de comunicação com computadores, etc. Este último viabilizou a introdução de linguagens de programação, as quais são regidas de acordo com a norma IEC 61131, criada na década de 90, ela é dividida em 8 partes, sendo a parte 3 que trata sobre "linguagens de programação", são elas: Diagrama de blocos, Lista de instruções, Linguagem Ladder, Sequenciamento Gráfico de Funções e Texto Estruturado. Essas linguagens serão mais detalhadas na próxima aula, bem como suas características.

Atualmente, os CLP's estão dotados de funções de controle cada vez mais específicas que permitem a ligação entre si e a computadores em rede, formando sistemas integrados. Portanto, para quem trabalha com automação de máquinas, entender como funciona o controlador lógico programável é fundamental de modo a utilizá-los e programá-los de forma correta.

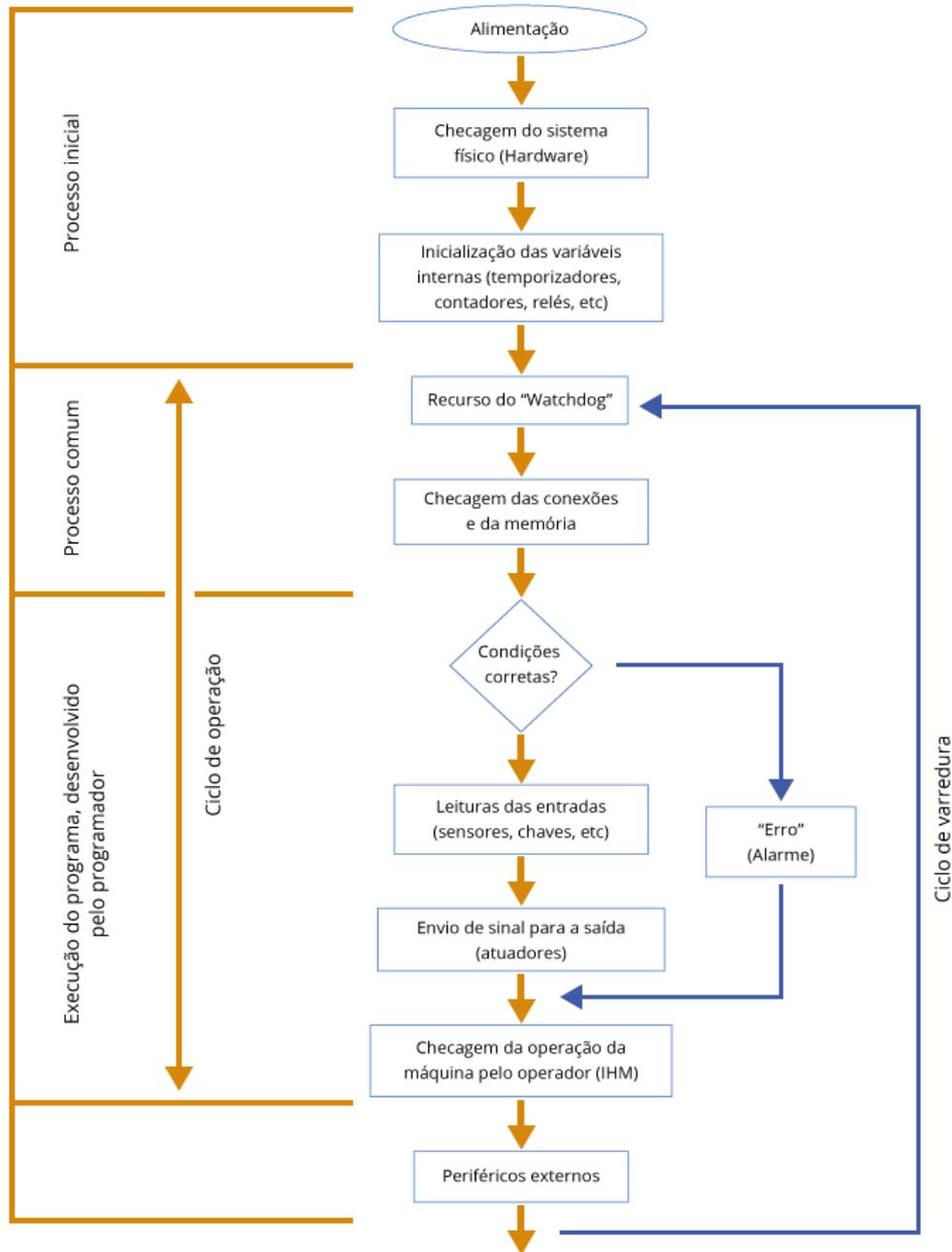
Princípio de funcionamento de um CLP

Como todo equipamento eletrônico, os CLPs têm algumas funções básicas de funcionamento. A seguir vejamos algumas delas:

- **Detecção:** Leitura dos sinais dos sensores, das chaves, distribuídas pelo sistema da máquina;
- **Execução:** Elabora e envia as ações para a máquina mediante os atuadores;
- **Diálogo homem máquina:** Mantém uma comunicação com o operador de produção obedecendo às suas instruções e relatórios de estado do processo;
- **Programação:** Para introduzir, desenvolver e alterar o programa de aplicação do CLP. A rotina de programação deverá permitir até mesmo modificar o programa, e com isso o CLP controlar a máquina.
- **Ciclo de varredura:** É a rotina de checagens passo a passo que o CLP faz durante a sua operação.
- **Rede de comunicação:** Permite que o CLP se comunique com outros equipamentos. São as chamadas redes industriais que permitem a comunicação e a troca de dados entre equipamentos em tempo real e remotamente.
- **Sistemas de supervisão:** O CLP permite, também, a comunicação com computadores e programas de supervisão, são os chamados supervisórios. Pode ser tanto local, através de Interface Homem Máquina (IHM's), quanto remoto em um computador.

Para entendermos melhor como funciona o CLP, observe a figura 7 a seguir:

Figura 07 - Detalhe do modo de operação do CLP.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

No processo industrial, antes de entrar no ciclo de operação, o CLP realiza uma série de checagens, que tratam basicamente de checar o hardware (o estado do CLP) que está incluído dentro da rotina do CLP (é uma espécie de programa exclusivo do fabricante do CLP instalado na "memória ROM"). Caso alguma avaria venha a surgir então é gerada uma indicação de "Erro"; caso contrário, se não transcorrer nenhum problema, o CLP entra no **ciclo de operação**, que se divide em **processo comum**, **execução do programa e serviço a periféricos externos**.

Acerca do ciclo de operação existem duas possibilidades: quando o CLP está em modo RUN e quando está em modo STOP. E em cada um dos casos o CLP se comporta de maneira diferente:

No modo RUN a CPU executa o tratamento interno, as confirmações das entradas e a atualização das saídas, ou seja, o CLP começa a desempenhar seu papel (operar e controlar a máquina ou o processo). Já no modo STOP o programa não executa nenhuma ação interna bem como não atualiza as entradas e as saídas. Na maioria dos CLP's existe um indicador no qual mostra em que modo está.

Isto parece ser simples, mas dentro da CPU do CLP é feito com diferentes entradas, diferentes saídas e ainda combinado com vários relés, temporizadores e contadores. O tempo de varredura é o tempo que leva para percorrer os três passos básicos. Esse tempo afeta diretamente a rapidez com que as entradas são lidas.

Outro indicador existente no CLP é o de falha, que mostra quando encontra um erro na etapa de autodiagnóstico ou de ciclo de varredura, e neste caso a CPU para automaticamente a execução do programa. Ao final da sequência do ciclo, ele regressa ao topo e começa novamente. Chamamos isso de ciclo de varredura.

O sistema de programação permite, mediante as instruções de funcionamento da máquina, confeccionar seu programa de operação (programa de usuário). Programar significa organizar, de acordo com uma determinada sequência, um conjunto de instruções, numa linguagem que o CLP entenda - que seja interpretada sem ambiguidades - para que, passo a passo, essas instruções possam ser tratadas pela CPU.

De maneira geral, o programa do CLP é um conjunto de expressões booleanas onde tratam as informações presentes nas entradas (fornecidas pelos sensores e chaves) e fornecem ordens às saídas (comando dos pré-atuadores), ou seja, o programa, que é armazenado na memória de programa do CLP, estabelece a forma como as saídas serão atuadas em função das informações presentes nas entradas.

O programa também pode ser transferido salvo em um cartão de memória que o CLP suporte, que ficará armazenado e mantido e, quando solicitado, basta carregá-lo e colocá-lo em modo RUN para que o CLP execute as suas tarefas.

O programa do usuário pode ser feito de várias maneiras, porém duas se destacam: A linguagem em diagramas de blocos e em Ladder, sendo esta última a linguagem universal para programação de CLP's.

Observações

1. Para que o CLP tenha funcionalidade é necessário conter um programa que condiz com o funcionamento desejado;
2. Quando compramos um CLP o mesmo vem "virgem", ou seja, sem programação nenhuma;
3. Hoje em dia, com a corrida pelos ganhos de produção, quando se compra uma máquina de produção industrial qualquer, a mesma já vem com o CLP;
4. O sistema de varredura das linhas de programação é cíclico e sequencial.
5. A velocidade com que se pode escrever e ler os estados das entradas e saídas é importante na velocidade e operação do CLP;

Principais Componentes de um CLP

Os CLPs são compostos por alguns componentes básicos que servem para ativar seu funcionamento básico:

- **Unidade central de processamento (CPU).** Realiza todas as operações lógicas da automação a ser executada, é o cérebro do CLP, e tem como tarefas principais:
 - Executar o programa desenvolvido pelo usuário;

- Administrar a comunicação dos dispositivos de programação e a memória, entre o processador e as conexões de entradas e saídas;
- Executar os programas de autodiagnósticos.
- **Memórias.** É o local onde o CLP armazena tudo que necessita para manejar e executar suas tarefas de controle, tais como:
 - Dados do processo;
 - Sinais de entrada e saídas;
 - Variáveis internas;
 - Dados alfanuméricos, constantes;
 - Dados de controle;
 - O programa de usuário;
 - Configuração do CLP (números de entradas e saídas, modo de funcionamento, etc.).

Existem vários tipos de memórias:

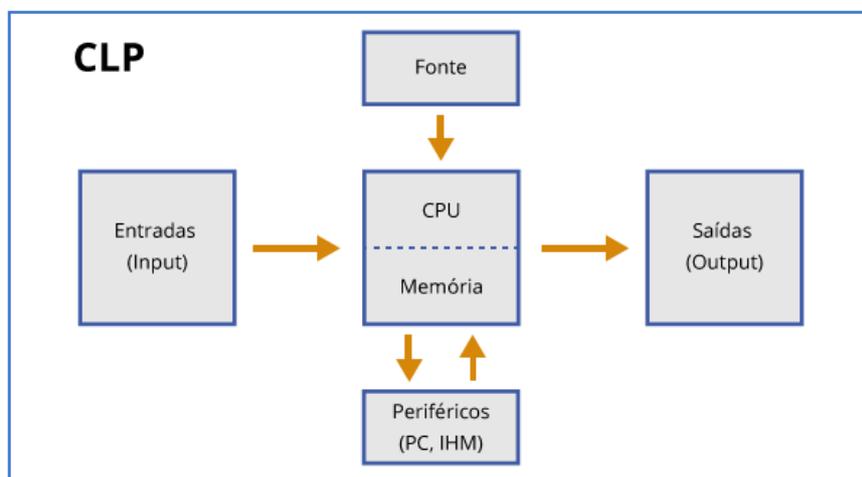
- **RAM.** É uma memória de leitura e escrita sendo volátil, ou seja, podem perder os dados quando se desliga o CLP, por exemplo. É utilizada principalmente como memória interna e como memória onde se armazena os dados operacionais das entradas e saídas, etc.
- **ROM.** É uma memória apenas de leitura. É utilizada para armazenar o “sistema operacional” do CLP bem como da CPU.
- **EPROM.** É uma memória só de leitura. Caracteriza-se por manter os dados mesmo após a energia ser desligada, não sendo, assim, volátil. Pode ser utilizada para armazenar o programa do usuário uma vez que tenha sido feita uma depuração de erros (inconsistências na execução do programa).

Uma vez programada a memória, ela só poderá ser apagada por exposição à luz ultravioleta.

- **EEPROM.** Também é uma memória só de leitura, porém podem ser programadas através de sinais elétricos. É usado principalmente para armazenar programas, mas hoje é cada vez mais comum o uso de memória flash.
- **FLASH.** Assim como a memória RAM, são de leitura e escrita. É bastante utilizada para salvar programas de usuário. Ela conserva seu conteúdo sem a necessidade de baterias.
- **Entradas (Input's).** Recebem, adaptam e codificam sinais dos dispositivos tais como sensores, chave fim de curso, botoeiras, de forma que a CPU entenda e faça o processamento do sinal;
- **Saídas (Output's).** Trabalham de forma inversa às entradas, ou seja, decodificam os sinais oriundos da CPU e enviam informações para os atuadores. Podem ser analógicas ou digitais.
- **Alimentação.** O CLP precisa de uma fonte confiável que forneça as tensões a níveis tolerados de ruído e oscilação;
- **Porta de periféricos.** É responsável pela comunicação com PC, terminais, Interface Homem Máquina (IHM), etc.

Para ajudar a entender melhor a arquitetura interna do CLP temos a figura 8:

Figura Arquitetura interna do CLP.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

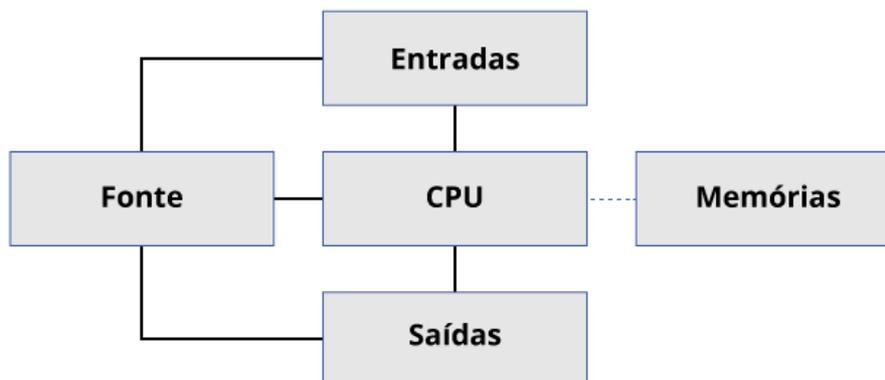
O termo “configuração externa” ou estrutura externa de um CLP refere-se à sua aparência física, ou seja, sua divisão em blocos ou elementos. Atualmente são 3 as estruturas mais significativas que existem no mercado:

- Estrutura Compacta;
- Estrutura Semimodular (Americana);
- Estrutura Modular (Europeia).

Estrutura Compacta

Este tipo de CLP caracteriza-se por apresentar um só bloco com todos os seus elementos, ou seja, fonte de alimentação, CPU, memória, entradas e saídas. São mais simples e de baixo custo. A figura 9 mostra a arquitetura interna desse tipo de CLP:

Figura 09 - Detalhe do diagrama da arquitetura de um CLP compacto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

A figura 10 mostra um exemplo de CLP da Siemens da família o LOGO 8.

Figura 10 - Detalhe do CLP Siemens Logo8.



Fonte: http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/automacao-industrial/simatic-plc/logo-ml/Documents/Manual_LOGO_AGO_13%20.pdf Acesso em: 23 nov. 2015.

Estrutura Semimodular

Caracteriza-se por separar as entradas e saídas do resto do CLP, ou seja, em um bloco fica a fonte de alimentação, CPU e memória e em outro bloco as entradas e saídas. São CLP's de médio porte pouco usados. A figura 11 mostra a arquitetura desse tipo de CLP e a figura 12 mostra um exemplo deste tipo de CLP cujo fabricante é a KOYO ELETRONICS INDUSTRIES CO.

Figura 11 - Diagrama da arquitetura de um CLP semimodular.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 12 - CLP Semimodular da KOYO.



Fonte: <http://www.koyoele.co.jp/english/product/plc/index.html>. Acesso em: 12 jan. 2016.

Estrutura Modular

O CLP é constituído de “módulos” separados conforme mostra a figura 13, ou seja, modulo da fonte de alimentação, módulo da CPU, módulos das entradas, módulo das saídas, etc. São CLP's de grande porte. A figura 14 mostra um exemplo deste tipo de CLP, é um SLC500 da Allen Bradley.

Figura 13 - Diagrama da arquitetura de um CLP modular.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 14 - Detalhe de um CLP SLC 500 da Allen Bradley.



Estrutura Compacta II

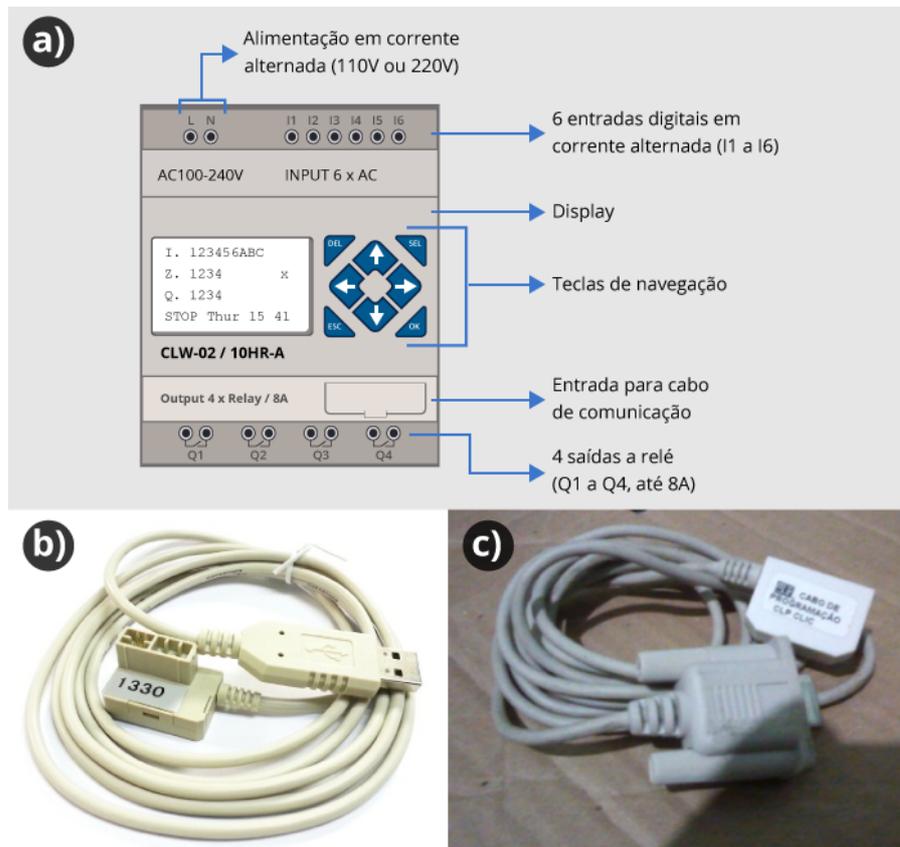
Como exemplos, observe a primeira impressão que tiramos ao analisarmos os CLPs abaixo relacionados, para entendermos que conclusões podemos tirar:

1. Um CLP básico (compacto) da WEG (figura 15);

Figura 15 - (a) Vista do CLP weg Clic 02. (b) Detalhe do cabo de comunicação com pc. (c) Imagem do cabo de comunicação com conector tipo DB-9.

Fonte: (a) (b) http://d2fvaoynuecth8.cloudfront.net/thumb_230-230-cabo_program.jpg Acesso em: 12 nov. 2015.

(c) <https://www.google.com.br/search?q=CLP+clic+01+weg&biw=1366&bih> Acesso em: 12 jan. 2016.

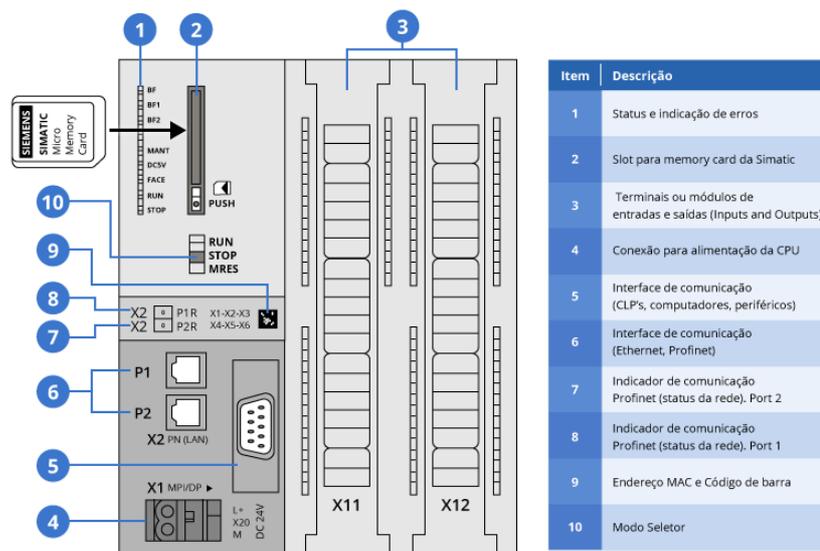


Para esse modelo apresentado temos que sua alimentação é em corrente alternada (CA) e pode ser tanto 110V como em 220V. As entradas são digitais e somente poderão receber sinais em corrente alternada (CA), se receber em corrente contínua, simplesmente o CLP não reconhecerá e não ativará as entradas. Na prática, geralmente utiliza-se o mesmo nível de tensão que usamos para alimentá-lo. As saídas são a relé, são quatro e são formados por contatos abertos (observe pelo detalhe da figura 15a), pode-se utilizá-las tanto em CA quanto em CC e praticamente em qualquer nível de tensão (por exemplo de 5V a 220V). O display fornece informações importantes do estado de operação do CLP, como as indicações dos estados das entradas, saídas. Se o CLP está em modo RUN ou modo STOP, etc. As teclas de navegação servem para “navegar” pelos menus do CLP, bem como para programá-lo também; A figura 15b mostra detalhes do

cabo de comunicação bem como as portas de conexão entre CLP e computador. O cabo pode ser tanto com conector USB quanto conector tipo DB-9 (figura 15c), ambos são fornecidos pelo fabricante separadamente. A comunicação entre CLP e computador via cabo é de forma serial. Como podemos observar, esse tipo de CLP contém a fonte de alimentação, CPU, memória, interfaces de entrada e saída e IHM em uma única unidade.

2. Um CLP tipo modular da Siemens Simatic S7 300 (Figura 16)

Figura 16 - Detalhes do CLP Siemens Simatic S7 300.



Fonte: <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/12996906> Acesso em: 12 jan. 2016.

Diferentemente, como podemos notar, esse tipo de CLP é mais robusto. Suas partes são separadas, tipo: Fonte - CPU - Módulos de I/O (entradas e saídas).

A CPU é alimentada em 24VCC. Para isso a Siemens já fornece a fonte cujo modelo é PS 307. No painel de status e indicadores de erros tem-se:

Referência	Cor	Descrição
SF	Vermelho	Falha de hardware ou erro de software
BF1	Vermelho	Erro no barramento X1

Referência	Cor	Descrição
BF2	Vermelho	Erro no barramento X2
MAINT	Amarelo	Em manutenção (sem função)
DC 5V	Verde	Fonte de 5V para CPU está ok
FRCE	Amarelo	Led aceso: CLP Trabalhando Led piscando: CLP em testes
RUN	Verde	A CPU está em modo RUN (rodando), o led pisca durante o início.
STOP	Amarelo	A CPU está em modo STOP (parado ou aguardo), o led pisca durante o início.

No modo seletor indica em que estado de operação se encontra o CLP:

Seleção	Referência	Descrição
Run	Modo RUN	A CPU executa o programa do usuário
STOP	Modo STOP	A CPU não executa o programa
Mres	Reset da memória	Caso selecionado, a CPU reset a memória por meio desta seleção, porém isso requer uma sequência de operação.

Interfaces de terminais ou módulos de I/O (entrada e Saída)

Módulo	Referência	Descrição
X11	DI8 x DC24V AI5 / AO2 x 12bit	8 entradas digitais de 24Vcc 5 entradas analógicas e 2 saídas analógicas. Ambas de 12Bits
X12	DI16 / DO16 x DC24V	16 entradas digitais e 16 saídas digitais. Ambas de 24Vcc.

Onde:

DI → “Digital Inputs”

DO → “Digital Outputs

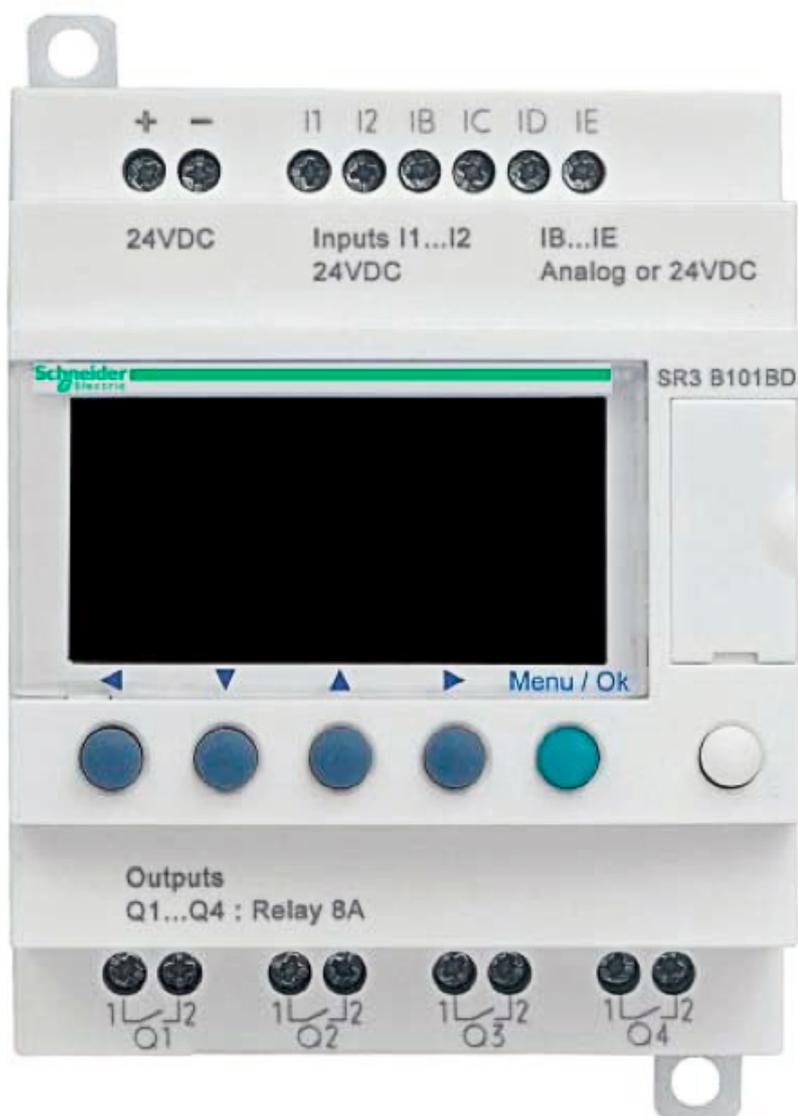
AI → “ Analog Inputs”

AO → “Analog Outputs”

Atividade 01

1. Dada a figura abaixo descreva as composições do CLP da Schneider (figura 17), tais como: Alimentação - tipos de Entradas e saídas - referências;

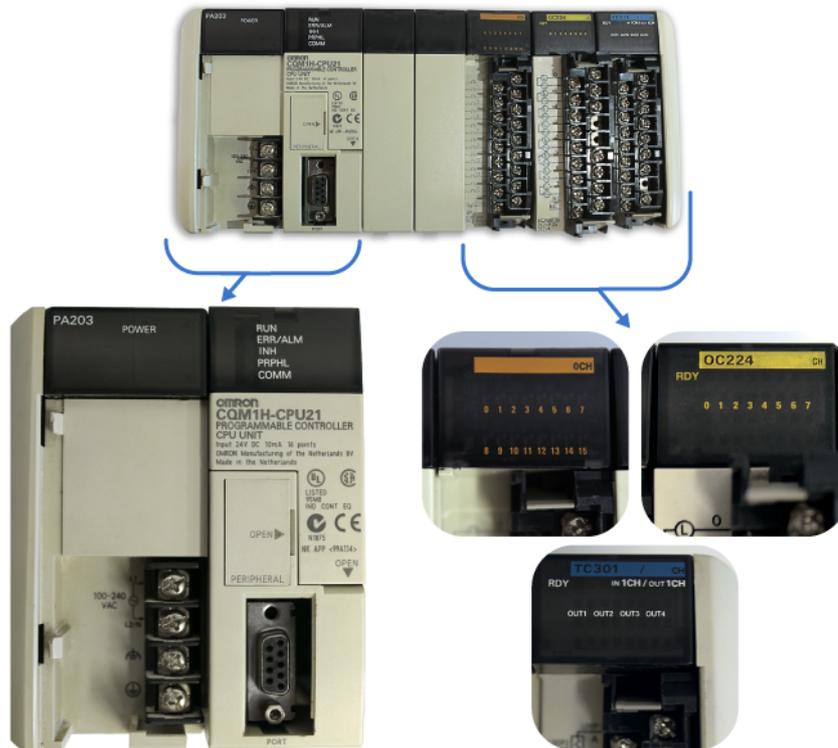
Figura 17 - Foto ilustrativa do CPL Zélio da Schneider.



Fonte: http://download.schneider-electric.com/File_Name=ENVEOLI0604006EN_V2.pdf Acesso em: 20 nov. 2015.

2. Faça uma pesquisa a respeito do CLP OMRON ilustrado abaixo (figura 18) e detalhe suas características: Fonte - CPU - Memória - Conexões - Entradas - Saídas, etc.

Figura 18 - Imagem de um CLP OMRON.



Introdução a processos Automatizados

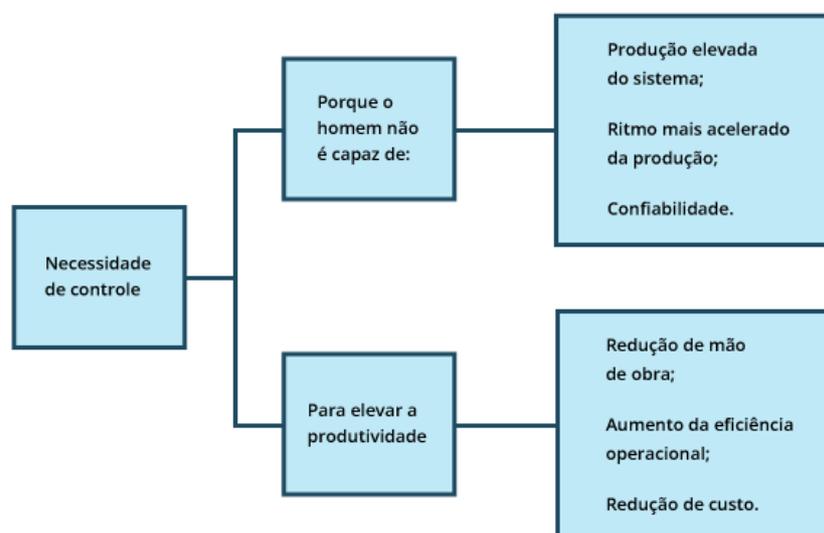
Processos automatizados são sistemas pelos quais se transferem tarefas de produção, realizadas habitualmente por operadores humanos, a um conjunto de dispositivos tecnológicos.

São objetivos da automação:

- Melhorar a produtividade de empresas, reduzindo seus custos com produção e melhorando a qualidade de seus produtos;
- Melhorar condições de trabalhos do trabalhador retirando-os de tarefas insalubres;
- Realizar operações difíceis de controlar manualmente;

A figura 19 mostra um organograma simplificado do objetivo da automação de processos e o que espera quando é necessário migrar para esses tipos de processos.

Figura 19 - Organograma de viabilidade de processos automatizados.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2015)

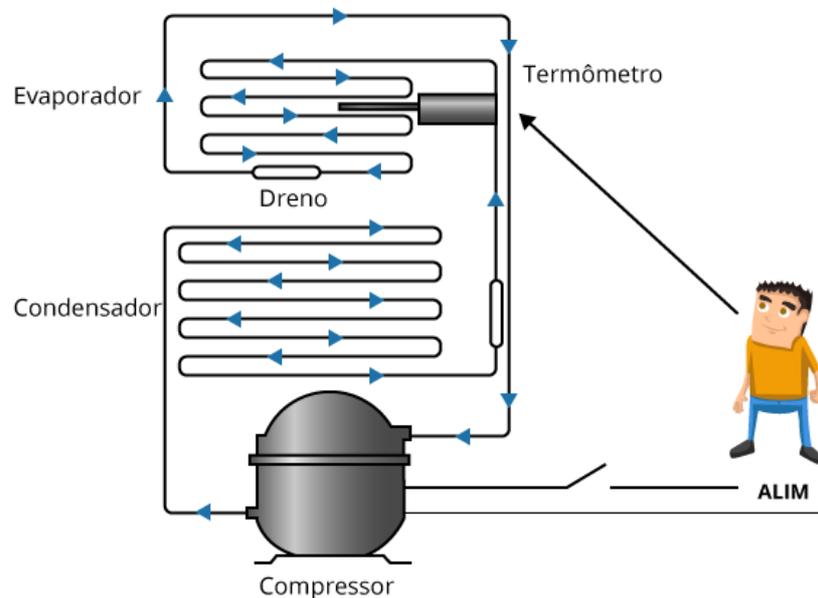
A área de *controle e automação industrial* é implantada com mais frequência em grandes instalações, como é o caso de indústrias automobilísticas, indústrias alimentícias, indústrias de móveis, etc. Já para pequenas e médias indústrias a automação é pouco flexível e específica para cada instalação, onde de início é preciso um estudo de projeto para viabilizar a implantação de sistemas automatizados.

Nos dias de hoje os processos de automação industrial são caracterizados por constantes inovações tecnológicas, nos quais pequenas máquinas já vêm com sistemas totalmente controlados automaticamente através de: transmissores sensores, reguladores, controladores e atuadores. Esses equipamentos combinados serão, portanto, olhos, ouvidos, braços, pernas e cérebro do homem, que lá no início desempenhava funções, com a diferença que ele “cansava”, então havia necessidade de revezamento com outros trabalhadores, já os equipamentos eletrônicos não tinham “cansaço”, hora de almoço, etc.

Observe que para processos automatizados é importante saber o que controlar e como controlar, e é aí que entra toda a eletrônica existente hoje, que junto com os controladores (como é o caso do CLP) farão essa interface entre coletar informações, tratá-las e acionar motores, ligar aquecedores, compressores, bombas, iluminação, etc.

Tomemos como exemplo o sistema básico de um refrigerador, mostrado na figura 20:

Figura 20 - Diagrama ilustrativo do sistema de funcionamento de um refrigerador.



Fonte: <http://pordentrodaadega.blogspot.com.br> Acesso em: 20 nov. 2015.

Obviamente, para qualquer processo que se deseja automatizar, é fundamental o conhecimento: do sistema, da máquina ou da planta. Sem essas informações fica praticamente impossível executar projetos de automação. Pois bem, para o exemplo mostrado na figura 20, deseja-se interpretar o **sistema de controle manual** do refrigerador:

O **"controle"** tem como finalidade a manutenção de determinada variável, no nosso caso a "temperatura", em um valor fixo ou variante (dependendo do sistema). A esse valor chamamos de **valor desejado**.

Para atingir essa finalidade o operador "regula" a entrada e saída do compressor, mediante a leitura que ele faz no **termômetro**, ou seja, o operador "monitora" o valor da temperatura interna do refrigerador. Caso a temperatura do refrigerador esteja acima do "valor desejado", o operador então "aciona a **chave S**", ligando, assim, o compressor e permanecendo até que a temperatura fique no valor desejado. Deste modo o operador é quem efetua o "controle", "liga e desliga" do compressor, fazendo uma ação manual da planta. Caracterizando, portanto, um **controle manual**.

Um sistema de controle automático opera do seguinte modo:

1. Medição do valor atual da **variável do processo** que se quer regular, “no nosso caso a temperatura”, por um “**sensor de temperatura**”;
2. Comparação do valor atual com o valor desejado. Operação feita pelo sensor juntamente com um “**controlador de temperatura**”. O controlador recebe informação do sensor, compara com o **valor desejado (set point)**, gerando ou não uma diferença (“**Desvio**”) de valores;
3. No **desvio** gerado (do que se quer para o que se tem) o controlador gera um **sinal de correção**, que nesse caso vai acionar um relé que “manda” ligar o compressor;
4. E, assim, constantemente o conjunto sensor + controlador farão medições e comparações de modo a eliminar o desvio, isto é, conduzir a **variável do processo** ao **valor desejado (set point)**. No nosso caso o compressor irá partir, sempre que houver diferença entre a temperatura interna do refrigerador, quando esta for maior que a temperatura desejada.

Resumo

Nesta aula, foi apresentado o Controlador Lógico Programável (CLP) cujas principais características são a substituição dos relés eletromecânicos nas máquinas industriais bem como a introdução de um programa capaz de executar a tarefa que a máquina terá que realizar. Vimos também que existem vários tipos de CLP e que cada um possui características individuais que se adequam a determinadas atividades, como foi o caso entre o CLP compacto e o modular. Vimos também que com os constantes avanços tecnológicos, praticamente pode-se automatizar qualquer processo, bastando para isso fazer uma reflexão de custo benefício para implantação do mesmo. Nesse contexto, encontramos várias aplicações que estão à nossa volta hoje, por exemplo: Máquinas de lavar, forno micro-ondas, sistemas de aquecimento, sistemas de iluminação, sistema de bombeamento, etc.

Autoavaliação

1. Apresente duas aplicações no âmbito industrial para o CLP.

Referências

CAPELI, Alexandre. **CLP: Controladores Lógicos Programáveis na Prática**. 1. edição. [S.l.]: Ed. Antenna, 2007.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada: descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLC's**. 3. ed. [S.l.]: Ed. Érica, 2007.

MAITELLI, André L. **Controladores lógicos programáveis**. Disponível em: <<http://www.dca.ufrn.br/~maitelli/index.php?corpo=academica.php>>. Acesso em: 19 out. 2015.

OMRON. CLP de médio porte CJ1 e CJ2. Disponível em: <<http://industrial.omron.com.br/produto/automacao-e-controle/controladores-logico-programaveis-clp/clp-medio-porte/>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

SIEMENS. Sistemas de automação industrial. Controlador SIMATIC S7 (PLC). Disponível em: <<http://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/automacao-industrial/simatic-plc/s7-cm/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

SILVA, Cláudio R.M. **Controladores lógicos programáveis (CLP)**: Notas de aula. Departamento de Engenharia Elétrica. Disponível em: <<http://www.claudioomuniz.net>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

WEG, CLP's e controle de processos. Clic 02. Disponível em: <<http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Drives/CLPs-e-Controle-de-Processos>>. Acesso em: 19 out. 2015.