



AUTOMAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE CLPS

SUMÁRIO

1-	MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS AUTOMÁTICOS	3
2-	IMPLANTAÇÃO DE LÓGICA PARA PLCS (CLPS)	6
3-	LINGUAGEM LADDER	17
4-	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	28
5-	PROGRAMAÇÃO DE TELAS NA IHM	31
6-	COMO FUNCIONA O CLP	33
5-	ENGENHARIA DE CONTROLE DA AUTOMAÇÃO	39

REFERÊNCIAS

1- MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS AUTOMÁTICOS

Em sistemas de automação de áreas industriais, poucos equipamentos tem a importância do CLP, o controlador lógico programável. Considerado o coração de sistemas de automação, o CLP é fisicamente um painel, que recebe e distribui impulsos eletromagnéticos através de uma rede de comunicação sofisticada, que conecta instrumentos aos computadores de controle.

Por esse motivo, a manutenção de sistema CLP faz parte dos planos de manutenção em indústrias, estações de tratamento de efluentes e refinarias, com o objetivo de manter seu desempenho, dada sua importância para o funcionamento de atividades produtivas e de processo.

COMO É REALIZADA A MANUTENÇÃO DE SISTEMA CLP

Basicamente, a manutenção de sistema CLP possui dois aspectos distintos: a inspeção física do equipamento e a análise de seu software. Considerando os aspectos físicos, a manutenção de sistema CLP analisa, por exemplo, se há indícios de deterioração de cabos e da rede de comunicação como um todo.

É importante entender que por mais que se invista em infraestrutura, os cabos podem sofrer danos de várias naturezas, especialmente os que ficam expostos. A manutenção de sistema CLP também verifica se os conectores e, principalmente, o painel estão em perfeitas condições.

CARACTERÍSTICAS DA MANUTENÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE SOFTWARE

Já para a análise de software, a manutenção de sistema CLP foca na revisão de rotinas de funcionamento e integridade do sistema, realizando testes de lógica. Nesta etapa, a manutenção de sistema CLP também verifica a disponibilidade de atualizações de software para aumentar a capacidade de processamento de dados, algo que normalmente é solicitado pelo próprio cliente.

Por se tratar de um serviço crítico, a manutenção de sistema CLP deve ser realizada somente por equipes profissionais especializadas e familiarizadas com a tecnologia do equipamento em questão.

MANUTENÇÃO DE PAINÉIS CLP E SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Com os mais recentes avanços em automação industrial, muitas empresas contam com um CLP (Controlador Lógico Programável), um componente responsável por realizar uma série de controles processuais. No entanto, um ponto importante é manter-se atento também à manutenção de CLP, para que esta ocorra de forma preventiva, evitando uma oneração maior devido à necessidade de alguma intervenção corretiva no caso de falhas ou paradas inesperadas.

CUIDADOS COM A MANUTENÇÃO DE CLP

A manutenção de CLP deve ser realizada apenas por profissionais capacitados, já que se trata de um componente relativamente importante e que necessita de uma série de cuidados especiais, mantendo a sua estabilidade intacta. Referente aos serviços, existem basicamente dois pontos de atenção, e são eles os seguintes:

- Hardware – Neste ponto, são realizadas todas as intervenções que mantêm a preservação do CLP contra fatores externos, como descargas estáticas, extremas alterações de tensão, umidade, pó, isolamento estrutural, entre outros;
- Software - No que diz respeito aos sistemas, é necessário a realização de um backup prévio do CLP, já que, mesmo que a manutenção seja realizada com o máximo cuidado, ainda existem os riscos de uma descarga elétrica, ou qualquer outro acidente que resulte na perda total do conteúdo programado.

Mais uma vez vale salientar que, como se trata de um componente primordial para uma série de processos e de um investimento elevado, é sempre importante contar com os serviços de uma equipe técnica amplamente treinada para realizar tal manutenção de CLP.

Empresas que são referências contam com anos de experiência e uma extensa gama de clientes satisfeitos, assegurando assim as melhores condições de atendimento e qualidade na prestação de serviço.

2- IMPLANTAÇÃO DE LÓGICA PARA PLCS (CLPS)

A primeira parte da norma IEC 61131 define as informações gerais dos controladores programáveis (CP), delimitando e identificando as principais

características relevantes para a seleção e aplicação de CP`s, e também para qualquer equipamento ou acessório ligado à CPU.

Algumas características funcionais associadas são:

- Interface Homem-Máquina: o operário interpreta as funções da máquina, sendo através de monitores, botoeiras, touchscreen, etc;
- Estrutura do hardware do CP;
- Processamento dos sinais;
- Fontes de alimentação.

A programação de um CLP pode ser realizada, bem como sobre uma plataforma de hardware e software específico de um computador de uso geral ou de um computador pessoal com funções de ambiente industrial. Esta norma aplica-se a todos os produtos que executam a função de CLP's e/ou seus periféricos associados.

Ela também foi constituída para que os CLP`s de diferentes fabricantes possam ser utilizados por programas distintos, e não apenas pelos dos próprios fabricantes. Apesar de definir informações gerais dos CLP`s, esta norma não lida com a segurança funcional ou outros aspectos do sistema automatizado, como choques elétricos, riscos de incêndio e erros de operação.

IEC 61131-2 - Requisitos de Equipamentos e Testes

A parte 2 da norma estabelece requisitos funcionais de Segurança de Manuseio, proteções e recomendações contra Interferências eletromagnéticas e requisitos construtivos elétricos, mecânicos e ambientais.

Outro ponto definido por esta parte da norma refere-se a memórias de backup: tipos, especificação, capacidades. Por consequência das definições de hardware, a parte 2 define também todos os testes necessários à certificação de um determinado CP conforme definido por esta norma.

Está norma se aplica a qualquer produto que exerça função de um PLCs e os periféricos associados.

Os equipamentos contidos neste padrão são para o uso da categoria de sobre tensão 2 (IEC 60664-1), em instalações de baixa tensão, onde a tensão elétrica nominal não exceda AC 1000Volts rms (50/60Hz) ou DC 1500V.

Especificações da norma IEC 61131–2:

- Serviços, armazenamento e transporte requisitos para o PLCs e seus periféricos.
- Requisitos funcionais para PLCs e seus periféricos.
- Requisitos EMC para PLCs e seus periféricos.
- Requisitos de segurança de PLCs e seus periféricos.
- Obriga o fabricante a fornecer informações.
- Metodologia de ensaio e procedimentos que deve ser seguidos para a verificação dos PLCs e seus periféricos, com seus devidos requisitos.
- Testes de rotina de segurança para PLCs e seus periféricos.

IEC 61131-3 – Linguagens de Programação

A norma IEC em sua parte 3 tem por objetivo:

- Fornecer metodologias de construção de lógicas de programação de forma estruturada e modular, permitindo a quebra dos programas em partes gerenciáveis;
- Definir 5 linguagens de programação, cada uma com suas características, de forma a cobrir a maioria das necessidades de controle atuais;
- Permite o uso de outras linguagens de programação, desde que obedecidas as mesmas formas de chamadas e trocas de dados (Visual Basic, Flow Chart, C++, etc);
- Abordagem e estruturação top-down e botton-up, fundamentada em 3 princípios:
 - Modularização;
 - Estruturação
 - Reutilização.

Dentro destes aspectos, a IEC 61131-3 define cinco linguagens de programação:

- ST (*Structured Text*) Texto Estruturado

- IL (*Instruction List*) Lista de Instruções
- LD (*Ladder*) Linguagem ladder
- FBD (*Function Block Diagram*) Diagrama de bloco
- SFC (*Sequential Flow Chart*) Diagrama de Fluxo

As duas primeiras linguagens acima (ST e IL) são ditas textuais por conterem instruções na forma de texto. As duas seguintes (LD e FBD) são ditas gráficas por possuírem representação na forma de símbolos. A linguagem SFC é normalmente tida como linguagem gráfica, porém também permite programações textuais.

É comum em alguns ambientes de programação que atendem à IEC 61131-3 como o CODESYS, a presença de uma sexta linguagem de programação, conhecida como CFC (do inglês *Continuous Function Chart*) que não faz parte das definições da norma.

Principais Definições

- **Configurações** (*Configurations*): corresponde ao software necessário à um CLP ou conjunto de CLP's para que este(s) cumpra(m) suas funções de controle. A configuração define todos os elementos com suas configurações individuais e uma configuração total dada pelo resultado das diversas combinações.
- **Recursos** (*Resources*): qualquer elemento com capacidade de processamento dentro de uma configuração, capaz de executar programas. O recurso pode existir fisicamente (CPU do processador, interfaces de operação IHM, *gateways* de comunicação) ou virtualmente (uso compartilhado de memórias de processamento por *softwares* distintos).
- **Tarefas** (*Tasks*): controla a execução de programas ou blocos funcionais de forma periódica ou por disparo por eventos (“triggers”)
- **Unidade de Organização de Programas** (POU, do inglês *Program Organization Unit*): é a forma definida pela norma para se implementar o software do CLP através da associação de variáveis e instruções, utilizando as linguagens da norma ou linguagens adicionais. Portanto, o software aplicativo do Controlador Lógico consiste na criação e associação de POU's entre si.

- **Programas** (*Programs*): construído a partir de Blocos Funcionais e Funções em qualquer das linguagens da norma. Pode acessar diretamente as Entradas e Saídas e comunicar com outros programas. Diferentes partes de um programa podem ser controladas por tarefas.
- **Blocos Funcionais** (*Function Blocks*): Partes de programas hierarquizados e estruturados de forma a serem parametrizáveis e reutilizáveis. Os dados nos Blocos possuem persistência, mantendo-se inalterados entre cada execução do bloco. Exemplos de blocos funcionais são PID, temporizadores, contadores e blocos criados com funções específicas como controle de motores. Podem ser usados como partes integrantes de Blocos Funcionais mais complexos.
- **Funções** (*Functions*): funções ou procedimentos são elementos de programação que, diferentemente de blocos funcionais, não possuem persistência, gerando resultados a cada execução. Exemplos de funções são blocos aritméticos, comparadores e lógicos.
- **Variáveis Globais e Locais** (*Global and Local Variables*): Variáveis são declaradas de duas formas: localmente e globalmente. Uma variável é dita Global quando é declarada na Configuração ou no Recurso, passando a ser aceita por todas as partes dentro do nível declarado. Variáveis globais podem ser aceitas também por outras Configurações ou mesmo diferentes CLP's, desde que devidamente declaradas em cada um deles.

Tipos de Variáveis

Abaixo estão as definições de tipos de variáveis definidas na norma^[1]:

Tipo	Memória	Limite Mínimo	Limites Máximo	Observações
BOOL	1 bit	False (0)	True (1)	

AUTOMAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE CLPS

BYTE	8 bits	0	255	
WORD	16 bits	0	65535	
DWORD	32 bits	0	4294967295	
LWORD	64 bits	0	$2^{64}-1$	
SINT	8 bits	-128	127	
USINT	8 bits	0	255	
INT	16 bits	-32768	32767	
UINT	16 bits	0	65535	
DINT	32 bits	-2147483648	2147483647	
UDINT	32 bits	0	4294967295	
LINT	64 bits	-2^{63}	$2^{63}-1$	
ULINT	64 bits	0	$2^{64}-1$	
REAL	32 bits	-3.402823e+38	3.402823e+38	

AUTOMAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE CLPS

LREAL	64 bits	- 1.79769313486231 58e+308	1.7976931348623158e+30 8	
TIME	32 bits	0 ms	4294967295 ms	
TIME_OF_DAY	32 bits	0 (00:00:00AM:000)	4294967295 (11:59:59 PM:999)	
LTIME	64 bits	0	213503d23h34m33s709ms 551us615ns	
DATE	32 bits	0 (01.01.1970)	4294967295 (2106-02-07)	
DATE_AND_TIME	32 bits	0 (1970-01-01, 00:00:00)	4294967295 (2106-02- 07,06:28:15)	
STRING	1 byte por caract ere + 1			Codificaç ão ASCII
WSTRING	1 byte por caract ere + 1			Codificaç ão Unicode

A alocação de memória para variáveis do tipo STRING e WSTRING depende da declaração, se não for definida uma dimensão o sistema alocará 80 caracteres para a variável por padrão. A memória alocada sempre será 1 byte por caractere + 1 byte (por exemplo: a declaração STRING[67] ocupará 68 bytes na memória).

IEC 61131-4 – Orientações para o usuário

Aqui são apresentadas as orientações para que aqueles que querem utilizar os Controladores Lógicos Programáveis possam os comprar e instalar, assim como a seus módulos. Ou seja, indica a forma como seus usuários/fabricantes devem especificar hardware e software necessários ao projeto, assim como instalar, comissionar e certificar o sistema de automação instalado e como formalizar a comunicação entre fornecedores e usuários finais. Essa parte também recomenda quanto a condições ambientais, assim como o uso de fiações corretas e aterramento e supressões de ruídos e transientes. Ela ainda interage com as normas IEC61508 e IEC 61511 que tratam de aplicação de Controladores Lógico Programáveis em sistemas de segurança.

IEC 61131-5 - Comunicações

A parte 5 está relacionada com os aspectos de comunicação de um Controlador Programável, como a definição do módulo de comunicação, seus blocos funcionais e mecanismos para conexão entre controladores e outros dispositivos de automação. Ele especifica como um controlador pode se comunicar com um servidor ou qualquer outro tipo de dispositivo.

A norma não possui a finalidade de especificar como um dispositivo pode se comunicar com outro através de um controlador (como um servidor ou *gateway*). O comportamento do controlador como um cliente e servidor de comunicação é especificado independentemente do subsistema de comunicações em particular, mas a funcionalidade de comunicação pode ser dependente das capacidades do subsistema de comunicações utilizado.

Além disso, os meios definidos nesta parte da IEC 61131 podem ser utilizados para comunicações dentro de um programa ou entre programas.

IEC 61131-6 - Comunicação via Fieldbus

Essa parte da norma especifica os requisitos para controladores programáveis e seus periféricos associados, tal como definido na Parte 1, que se destinam a ser usado como o subsistema de lógica de um elétrico / eletrônico / programável eletrônico (E / E / PE) sistema relacionada com a segurança.

Essa norma é aplica para um FS-PLC com um Safety Integrity Level (SIL) capacidade não superior a SIL 3.

Objetivo da norma 61131-6:

Estabelecer e descrever os elementos do ciclo de vida de segurança de um FS-PLC, em harmonia com o ciclo de vida geral de segurança identificada no IEC 61508-1, -2 e -3.

Estabelecer e descrever os requisitos para FS-PLC HW e SW que se relacionam com os requisitos de segurança e de integridade de segurança funcionais de um sistema relacionado à segurança E / E / PE;

Estabelecer métodos de avaliação para um FS-PLC para essa norma e os seguintes critérios:

Reivindicação Safety Integrity Level (SIL) para o qual a FS-PLC é capaz.

A probabilidade de falha no valor demanda (PFD);

Uma frequência média de falha perigosa de valor por hora (PFH);

Um valor para a fração de falha segura (SFF);

Um valor para a tolerância a falhas de hardware (HFT);

Um valor para a cobertura de diagnóstico (DC);

Verificação dos processos de ciclo de vida de segurança especificado pelo fabricante FS- PLC estão no lugar;

Estado seguro definido;

As medidas e técnicas para a prevenção e controle de falhas sistemáticas;

Para cada modo de falha abordado nesta norma, o comportamento funcional no estado falhou;

Estabelecer as definições e identificar as principais características relevantes para a selecção e aplicação de FS- PLCs e nos seus periféricos.

IEC 61131-7 – Programação de controle FUZZY

A norma define e estrutura o uso de linguagem utilizada em programação difusa – Fuzzy Control Language (FCL).

Composta de seis tópicos, essa parte define:

- O escopo e objetivo da programação Fuzzy;
- Referências normativas;
- Termos técnicos;
- Integração da lógica Fuzzy com os CLPs;
- Semânticas e sintaxes da FCL;
- 5 anexos contendo definições, exemplos práticos, símbolos, abreviações e sinônimos;

A lógica fuzzy é uma extensão da lógica booleana, ela admite valores intermediários entre 0 e 1, como se existisse entre o verdadeiro e o falso um talvez, ou um 0,5 entre o 0 e 1.

A programação de controle fuzzy permite uma interface entre outros programas de controle, como podemos ver na figura abaixo.

Como exemplo, temos a programação de um bloco de função fuzzy:

```
FUNCTION_BLOCK Fuzzy_FB
```

```
VAR_INPUT
```

```
temp : REAL;
```

```
pressure : REAL;
```

```
END_VAR
```

```
VAR_OUTPUT
```

```
valve : REAL;
```

```
END_VAR
```

```
FUZZIFY temp
TERM cold := (3, 1) (27, 0);
TERM hot := (3, 0) (27, 1);
END_FUZZIFY
FUZZIFY pressure
TERM low := (55, 1) (95, 0);
TERM high:= (55, 0) (95, 1);
END_FUZZIFY
DEFUZZIFY valve
TERM drainage := -100;
TERM closed := 0;
TERM inlet := 100;
ACCU : MAX;
METHOD : COGS;
DEFAULT := 0;
END_DEFUZZIFY
RULEBLOCK No1
AND : MIN;
RULE 1 : IF temp IS cold AND pressure IS low THEN valve IS inlet
RULE 2 : IF temp IS cold AND pressure IS high THEN valve IS closed WITH 0.8;
RULE 3 : IF temp IS hot AND pressure IS low THEN valve IS closed;
RULE 4 : IF temp IS hot AND pressure IS high THEN valve IS drainage;
END_RULEBLOCK
END_FUNCTION_BLOCK
```

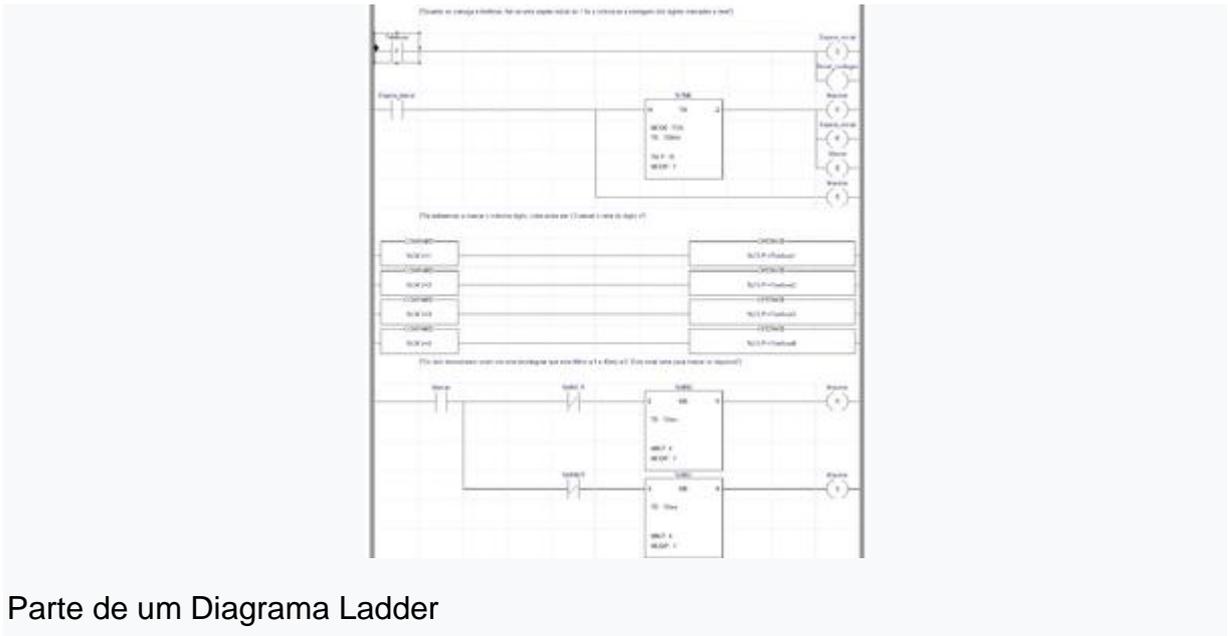
A oitava parte da norma complementa a terceira de forma a orientar usuários envolvidos com programação, configuração, instalação e manutenção de Controladores Lógicos Programáveis, de forma que a implementação de elementos comuns e linguagens de programação se dê de forma sistematizada, melhorando as práticas e garantindo a qualidade. Essa parte também orienta como devem ser utilizadas linguagens adicionais, assim como variáveis locais e globais.

- A **IEC 61131-3** é a terceira parte (de 8) do padrão internacional IEC 61131 para Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), e foi originalmente publicada em dezembro de 1993 pela IEC. A versão atual da norma (terceira) foi publicada em Fevereiro de 2013.

A parte três da IEC 61131 estabelece critérios para linguagens de programação e define duas linguagens gráficas e duas linguagens textuais para CLPs ^[2]:

- Diagrama Ladder (LD), Gráfica.
- Diagrama de Blocos (FBD), Gráfica.
- Texto Estruturado (ST), textual.
- Lista de Instruções (IL), textual.
- Diagrama de Funções Sequenciais (SFC).
- Diagrama de Funções contínuas (CFC).

3- LINGUAGEM LADDER



Parte de um Diagrama Ladder

A linguagem Ladder foi originalmente desenvolvida para construir e melhor documentar circuitos a relés, utilizados em processos de produção ^[1]. Todos os dispositivos dos circuitos elétricos como botões, válvulas e solenoides podem ser representados em símbolos nos Diagramas Ladder, incluindo suas conexões.

Atualmente, a **linguagem ladder**, **diagrama ladder** ou **diagrama de escada** é um auxílio gráfico para programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), no qual as funções lógicas são representadas através de contatos e bobinas, de modo análogo a um esquema elétrico com os contatos dos transdutores e atuadores. A linguagem ladder está entre as cinco linguagens de programação de CLPs definidas pela IEC 61131-3: FBD (*Function Block Diagram*, Diagrama de Blocos), LD (Ladder diagram, Diagrama Ladder), ST (Structured text, Texto Estruturado), IL (*Instruction list*, Lista de Instruções) e SFC (*Sequential function chart*, Diagrama de Funções Sequenciais)

O nome (*ladder*, escada em inglês) provém do fato que a disposição dos contatos e bobinas é realizada, de maneira geral, na vertical, que lembra o formato de uma escada. A cada lógica de controle se dá o nome de *rung* (degrau), composta por linhas e colunas.

A verificação do código pode variar entre as marcas de CLPs, mas é comum que a atualização seja feita da esquerda para a direita e de cima para baixo.

Visão Geral

A linguagem Ladder é uma linguagem de alto nível utilizada para programar CLPs, capaz de realizar o controle de sistemas críticos e/ou industriais, substituindo os antigos circuitos controladores a relés que eram caros e de difícil manutenção, além de menos seguros. A principal vantagem de representar as lógicas de controle por meio de diagramas Ladder é que permite à engenheiros e técnicos de campo desenvolver "códigos" sem conhecimento prévio de outras lógicas de programação como o FORTRAN ou o C, devido à familiaridade com a lógica a relés.

Um dos principais problemas apresentados pela linguagem é a incompatibilidade entre CLPs, mesmo entre modelos diferentes da mesma família. Embora a IEC 61131-3 tenha diminuído as diferenças mais marcantes entre os diferente CLPs, transferir um código de um controlador para o outro ainda pode ser um trabalho custoso.

Devido ao fato de todos os processos do diagrama serem realizados pelo processador (CPU) do CLP de forma sequencial, é preciso de um uma estrutura de loop que executa um certa quantidade de vezes por segundo, fazendo com que os resultados na saída sejam quase imediatos. Para isso, o CLP utiliza um Ciclo de Varredura que consiste nos seguintes passos:

- Leitura das entradas e atualização da memória, que podem ser tantos as entradas externas como sensores e chaves, como entradas internas como valores de bobinas e temporizadores.
- Execução do programa, onde todos os passos da programação são realizados, da esquerda para a direita e de cima para baixo. Nenhum valor obtido nesse processo é utilizado nos cálculos, portanto se alguma bobina obter um novo valor e houver alguma chave associada a ela, esse valor não é alterado até a próxima execução do ciclo de varredura.

- Escrita da memória e atualização das saídas, onde os novos valores obtidos no passo de Execução do programa são atualizados na memória e as saídas externas são alteradas.

Os componentes da linguagem

Existem 3 tipos de elementos na linguagem Ladder:

- as entradas (ou contatos), que podem ler o valor de uma variável booleana;
- as saídas (ou bobinas) que podem escrever o valor de uma variável booleana;
- os blocos funcionais que permitem realizar funções avançadas.

Os elementos estão associados à variáveis internas que podem tanto ser virtuais como entradas e saídas físicas de um CLP.

As entradas (ou contatos)

Existem dois tipos de contatos:

- O contato normalmente aberto (NA) (em inglês, NO *normally open*):

X
--| |-- a instrução de LÓGICA DIRETA tem na programação o mesmo nível lógico vinculado ao endereçamento.

Tal contato está fechado quando a variável booleana associada (no nosso caso X) é verdadeira, caso contrário, ele está aberto.

- O contato normalmente fechado (NF) (em inglês, NC *normally closed*):

X
--|/|-- a instrução de LÓGICA INVERSA tem na programação o nível lógico inverso vinculado ao endereçamento.

Tal contato está aberto quando a variável booleana associada é verdadeira, caso contrário, ele está fechado.

As saídas (ou bobinas)

As saídas sempre são bobinas, relés contadores ou "de estado sólido" (óptico, PWM, DC, etc...). Tal saída está ativa quando a variável booleana associada é verdadeira, caso contrário, ela está inativa.

Assim como as entradas, há dois tipos de saídas (bobinas) principais:

- A bobina normalmente aberta, energizada quando a variável booleana associada é verdadeira.

X

--()-- a instrução de SAÍDA LÓGICA tem na programação o resultado em nível lógico que à antecede.

Tal contato está fechado quando a variável booleana associada (no nosso caso X) é verdadeira, caso contrário, ele está aberto.

- A bobina normalmente fechada, energizada quando a variável booleana associada é falsa.

X

--(/)-- a instrução de SAÍDA LÓGICA INVERTIDA tem na programação o resultado em nível lógico inverso que à antecede.

Alguns tipos de bobinas especiais são chamadas Blocos Funcionais, por possuírem implementações mais complexas, como as bobinas de SET e RESET, que funcionam de forma semelhante a Latches;

Os blocos funcionais

Os blocos funcionais permitem realizar operações mais complexas que a leitura ou escrita de variáveis. São exemplos de blocos funcionais os contadores, temporizadores, bobinas de set ou reset, etc. Utilizando Diagramas de Blocos, pode-se inclusive criar blocos personalizados (funções encapsuladas) definidas pelo usuário para facilitar a organização. Algumas IDEs fornecem outras opções de blocos funcionais como comparadores (maior que, menor que e igual a), operadores

matemáticos (adição, subtração, multiplicação e divisão) e portas lógicas. Ainda há a opção de obter bibliotecas com blocos já prontos para uso.

Temporizadores

Temporizadores são dispositivos utilizados para medir o tempo e atuar ao final do ciclo. Comumente os temporizadores são representados por dois símbolos, um indica um retardo na ativação e outro um retardo na desativação.

Na linguagem Ladder os temporizadores levam alguns argumentos para seu funcionamento, são eles:

- Entrada para ativação;
- Tempo a ser atingido (delay do sinal).

Para os temporizadores com delay na subida (**TON**), no momento que houver uma entrada verdadeira, o tempo programado começará a correr. Após o tempo determinado ser atingido, a saída do temporizador será verdadeira e permanecerá nesse estado enquanto a entrada for verdadeira. Quando o valor da entrada for falso o temporizador volta para o estado falso, sendo que caso outra entrada verdadeira seja aplicada o processo ocorrerá novamente. Caso o sinal se torne falso antes de o temporizador atingir o valor máximo, sua contagem é resetada e a saída permanece falsa.

Para os temporizadores com delay na descida (**TOF**), no momento que aplicar-se uma entrada verdadeira, a saída do temporizador também será verdadeira. Quando o valor da entrada for de verdadeiro para falso, o temporizador contará o tempo programado e então sua saída se tornará falso quando o tempo pré-definido for atingido.

Os temporizadores tem uma grande importância na automatização de processos, devido ao fato de dar ao utilizador o controle do tempo de processos. Os temporizadores podem ser tanto digitais, sendo executados pelo processador, ou físicos, possuindo ligação com o CLP.

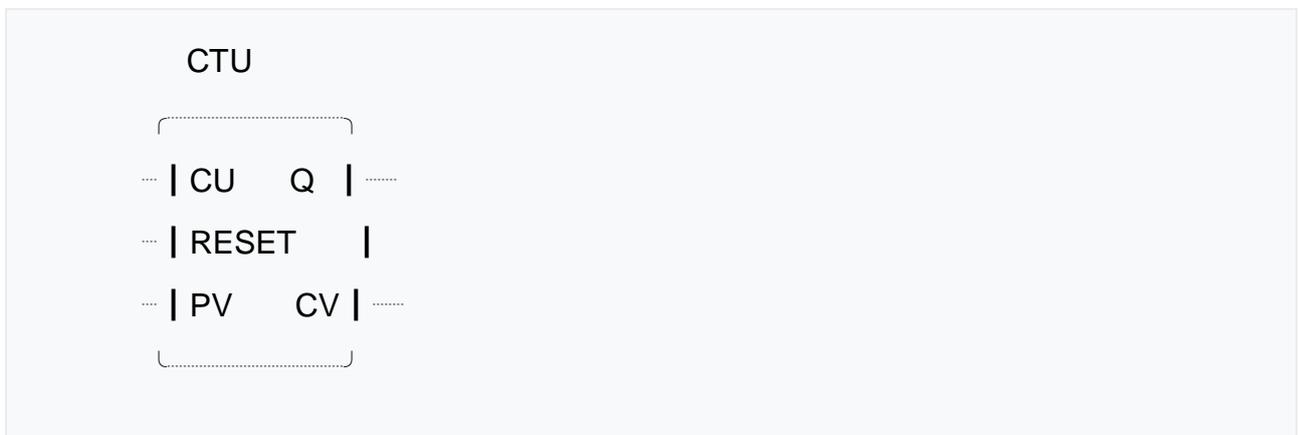
Contadores

Os contadores são usados para incrementar ou decrementar um valor até alcançar o número pré-determinado de um processo. As mudanças de estado de um sinal

externo são acumuladas, não importando o tempo, apenas a transição. São normalmente conectados a sensores digitais e deste modo é possível controlar o número de pulsos no contador, e quando o valor desejado é alcançado a bobina ligada à saída é acionada. Contadores são retentivos e no caso de queda de energia o valor acumulado não será perdido.

Existem três tipos de contadores, os de contagem crescente (CTU), decrescente (CTD) e o crescente e decrescente (CTUD). Para usar um contador inicialmente é necessário definir uma tag do tipo COUNTER.

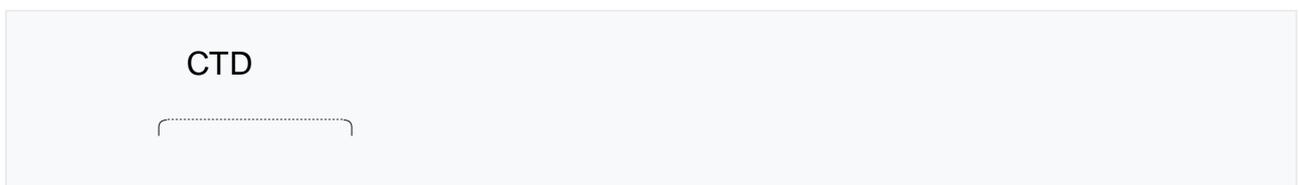
Os contadores crescentes (CTU, do inglês Count Up ou CTN,C,CTR) são representados pelo seguinte esquemático:

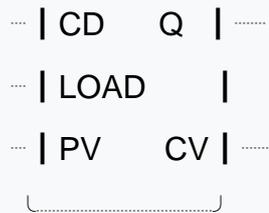


Para o seu funcionamento, o sinal da entrada (associada com a variável CU, do tipo BOOL) deve variar de 0 a 1 fazendo com que o contador adicione um ao seu acumulador (CV, do tipo INT) até alcançar o seu valor limite (PV, do tipo INT) para tornar o valor da sua saída (Q, do tipo BOOL) verdadeira. Caso ocorrer o acionamento da variável do tipo BOOL- RESET, o valor do CV será resetado.

Exemplo de aplicação: contar o número de cerâmicas produzidas em uma olaria, ao atingir o valor limite a linha de produção é interrompida para a retirada do lote. Após é reiniciada a contagem.

Os contadores decrescentes (CTD, do inglês Count Down) são representados pelo seguinte esquemático:

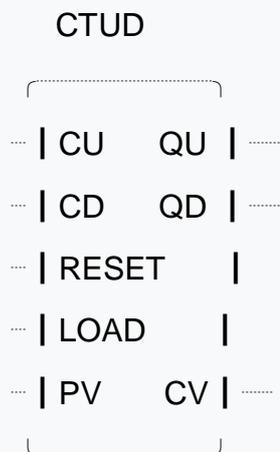




O funcionamento do CTD é o contrário do CTU, o sinal da entrada (associada com a variável CD, do tipo BOOL) deve variar de 1 a 0 fazendo com que o contador decrescente um ao seu acumulador (CV, do tipo INT) até alcançar o seu valor mínimo (PV, do tipo INT) para tornar o valor da sua saída (Q) verdadeira. Caso ocorrer o acionamento da variável –do tipo BOOL- LOAD, o valor do CV será resetado.

Exemplo de aplicação: um dispositivo de uma fábrica de doces capaz de trocar as embalagens de pacotes de balas é acionado quando o pacote que está sendo enchido, o qual comporta trinta unidades, estiver cheio.

Os contadores crescentes e decrescentes (CTUD, do inglês Count Up Down) são representados pelo esquemático:



O funcionamento do CTUD é a junção de ambos os contadores (CTU E CTD), no qual as variáveis do tipo BOOL QU e QD representam as saídas do contador crescente e do decrescente.

Exemplo de aplicação: cortar pedaços de madeira com determinados comprimentos.

Contadores em cascata: dependendo a aplicação se faz necessário contar eventos que excedem o máximo permitido pelo contador, sendo assim, é possível interconectar dois ou mais contadores usando em forma de cascata. A técnica consiste em acionar uma instrução de um contador a partir da saída de outro com instrução semelhante.

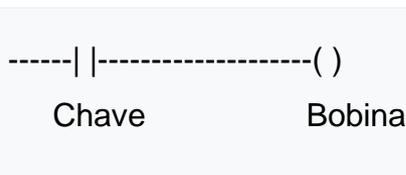
Exemplo de aplicação: monitoramento de hora usando três contadores, para representar horas, minutos e segundos.

Bobinas SET/RESET

Representadas pela bobina padrão com uma letra S (Set) ou R (Reset), esse tipo de bobina armazena um estado (verdadeiro, se a bobina for SET e falso se a bobina for RESET) em uma variável booleana toda vez que uma borda de subida é identificada. O estado então será mantido mesmo com a desenergização da bobina, até que uma outra chamada futura altere seu valor. Esse tipo de bobina facilita a implementação de sistemas com memória.

Exemplos de Programação Ladder

A linguagem Ladder pode ser entendida como uma série de conexões de contatos e bobinas. O lado esquerdo do diagrama é energizado. Se um caminho puder ser traçado da esquerda para a direita e que conecte alguma bobina, então o valor dessa bobina será verdadeiro. Os contatos representam algum valor de entrada, enquanto o valor da "bobina" poderá ser revertido em uma saída física no CLP ou um *bit* que será usado em alguma outra parte do programa, utilizando-se o nome da bobina como contato.



No diagrama acima, ao acionar a Chave, uma conexão é estabelecida entre o lado energizado e a Bobina, que portanto apresentará estado lógico verdadeiro. A maioria dos aparelhos apresentam algum tipo de lógica como esse para ligar e desligar. Note que é necessário que o botão/chave se mantenha pressionado para a bobina manter o estado lógico verdadeiro.

Portas Lógicas

Os contatos e relés simples podem ser utilizados para construir portas lógicas, que servem para facilitar a resolução problemas devido ao fato de ser possível o uso de ferramentas para Álgebra Booleana como o Mapa de Karnaugh e Máquinas de Estados.

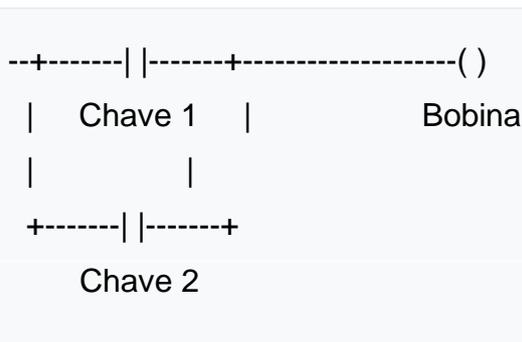
Porta Lógica AND

A porta lógica AND pode ser representada por dois contatos em **série**, já que os dois precisam estar ativos para a bobina ser ativada.



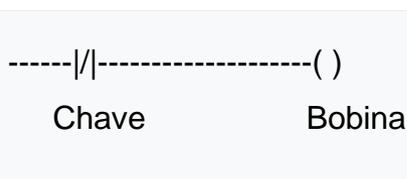
Porta lógica OR

A porta lógica OR pode ser representada por dois contatos em **paralelo**, já que, apenas um estando ativo permite a energização de toda a linha.



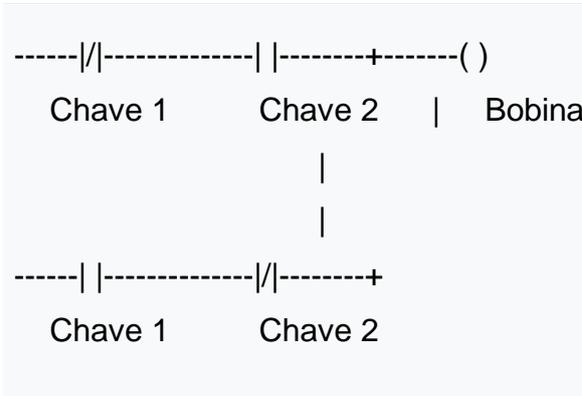
Porta Inversora NOT

A porta inversora NOT pode ser representada por um contato ou uma bobina invertida (não ambos).



Porta XOR

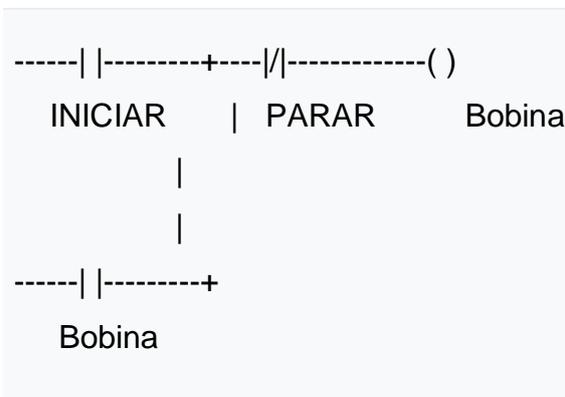
Com o auxílio de outras portas lógicas, pode-se criar modelos mais complexos, como a porta XOR (OU exclusivo).



Contato de Selo (Trinco)

O contato de selo (ou trinco), também conhecido como Latch, está geralmente associado à botões de INICIAR e PARAR e possui a característica de se manter ativo mesmo quando a chave de início não está mais pressionada, sendo parado somente quando o botão PARAR (ou alguma outra interrupção) for pressionado.

Ao ativar a chave INICIAR, a Bobina é energizada, que por sua vez fecha a chave Bobina, que representa o estado da Bobina. Desse ponto em diante, o circuito só pode ser parado fechando a chave PARAR, que abre o circuito desenergizando a Bobina e voltando o estado lógico da chave Bobina para falso.



Por medidas de segurança, é comum adicionar um contato de Parada de Emergência (P/E) que poderá ser ativada em alguma outra parte do programa.



4- AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Automação industrial é definida como a utilização de máquinas eletromecânicas, softwares e equipamentos específicos para automatizar processos industriais. Possui como objetivo aumentar a eficiência dos processos, maximizar a produção com o menor consumo de energia, menor emissão de resíduos e melhores condições de segurança, seja material, humana ou das informações. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinaria para auxiliá-los em seus trabalhos.

Entre os dispositivos eletroeletrônicos que podem ser aplicados estão os computadores ou outros dispositivos capazes de efetuar operações lógicas, como controladores lógicos programáveis (CLPs), microcontroladores, SDCDs ou CNCs.

Estes equipamentos em alguns casos, substituem tarefas humanas ou realizam outras que o ser humano não consegue realizar. Entre os dispositivos mecânicos, destacam-se motores, atuadores hidráulicos, pneumáticos, além de partes móveis e componentes estruturais.

É largamente aplicada nas mais variadas áreas de produção industrial.

Alguns exemplos de máquinas e processos que podem ser automatizados são listados a seguir:

- Indústria automobilística
 - Processos de estamparia (moldagem de chapas ao formato desejado do veículo)
 - Máquinas de solda
 - Processos de pintura

- Indústria química
 - Dosagem de produtos para misturas
 - Controle de pH
 - Estações de tratamento de efluentes

- Indústria de mineração
 - Britagem de minérios
 - Usinas de Pelotização
 - Carregamento de vagões

- Indústria de papel e celulose
 - Corte e descascamento de madeira
 - Branqueamento
 - Corte e embalagem

- Embalagens em todas as indústrias mencionadas
 - Etiquetado
 - Agrupado
 - Lacrado
 - Ensacado

A parte mais visível da automação, atualmente, está ligada à robotização, mas também é utilizada nas indústrias química, petroquímicas e farmacêuticas, com o uso de transmissores de pressão, vazão, temperatura e outras variáveis necessárias para um SDCD (sistema digital de controle distribuído) ou CLP (Controlador Lógico Programável). A Automação industrial visa, principalmente, a produtividade, qualidade e segurança em um processo. Em um sistema típico toda a informação dos sensores é concentrada em um controlador programável o qual de acordo com o programa em memória define o estado dos atuadores. Atualmente, com o advento de instrumentação de campo inteligente, funções executados no controlador programável tem uma tendência de serem migradas para estes instrumentos de campo. A automação industrial possui vários barramentos de campo (mais de 10, incluindo vários protocolos como: CAN OPEN, INTERBUS-S, FOUNDATION FIELDBUS, MODBUS, STD 32, SSI, PROFIBUS, DEVICENET etc) específicos para a área industrial (em tese estes barramentos se assemelham a barramentos comerciais tipo ethernet, intranet, etc.), mas controlando equipamentos de campo como válvulas, atuadores eletromecânicos, indicadores, e enviando estes sinais a uma central de controle conforme descritos acima. A partir destes barramentos que

conversam com o sistema central de controle eles podem também conversar com o sistema administrativo da empresa conforme mostrado no parágrafo abaixo.

Uma contribuição adicional importante dos sistemas de Automação Industrial é a conexão do sistema de supervisão e controle com sistemas corporativos de administração das empresas. Esta conectividade permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, contribuindo para uma maior agilidade do processo decisório e maior confiabilidade dos dados que suportam as decisões dentro da empresa para assim melhorar a produtividade.

5- PROGRAMAÇÃO DE TELAS NA IHM

Para uma **automação industrial** de qualidade, não basta utilizar os melhores equipamentos ou elaborar um bom projeto. É preciso pensar em formas de garantir a interação entre as pessoas e os dispositivos eletrônicos. Isso é possível por meio da interface homem-máquina (IHM).

As telas desse tipo devem ter as características adequadas, já que devem ser fáceis de usar e práticas de acionar. Ao mesmo tempo, têm que ser funcionais e atender a certos requisitos.

Opte por IHMs Touch Screen de alta resolução

Antes mesmo de pensar na programação ou na estrutura, é válido considerar os dispositivos utilizados. Nesse sentido, vale a pena dar prioridade à tela sensível ao toque. É uma das modalidades mais simples de interagir, além de ser bem aceita atualmente.

O importante é que a tela touchscreen traga uma boa resolução. Normalmente, as IHMs (interface homem-máquina) de 4,3" oferecem 480 x 272 pixels; e já é possível construir uma interface que atende às necessidades de aplicação.

Outra boa proposta é investir em um monitor panorâmico. As telas widescreen são cada vez mais comuns na automação industrial, pois entregam bom aumento na proporção, incrível visualização e ganho em produtividade. Escolha telas coloridas, com mais de 65 mil cores, para a melhor qualidade de seu projeto.

Selecione o tamanho ideal de tela

Além disso, é preciso pensar no tamanho da interface dentro de seu projeto de **automação industrial**. Se você pensa em criar tabelas e proporcionar múltiplas telas, o menor tamanho recomendado será de 7". Mas se o projeto comportar uma IHM de 10", o resultado será muito mais clean. Naquelas aplicações cujas interações são pouco variáveis e apenas se pretende ler ou escrever dados, sem muitas

interações, as IHMs de 4,3” são perfeitas e muitas vezes até uma simples interface de texto pode ser funcional.

A de monitoramento apresenta, justamente, um acompanhamento básico, com uma supervisão de certos aspectos sobre o sistema. Para escolher, é preciso definir o que se encaixa em cada situação e aplicação.

Pense no volume de informações da automação industrial

Outro aspecto importante é que as telas de IHM devem ser práticas e diretas ao ponto. Já que a intenção é que sejam ágeis, sem que percam funcionalidade, é necessário que não surjam dúvidas ou dificuldades sobre as informações geradas.

Nesse sentido, vale analisar o volume desses dados. Não apenas para definir o tamanho da tela, mas para garantir que a memória da IHM seja suficiente para o bom armazenamento do programa, gráficos e tabelas.

Tenha cuidado com interfaces de baixo processamento gráfico, já que isso pode prejudicar a performance de projetos mais robustos. Somente dessa maneira será possível garantir que as informações sejam processadas rapidamente, sem criar nenhum delay no processo do controle da automação.

Defina a configuração ideal para as telas de interface

Não menos importante, é preciso estabelecer como deve ser feita a configuração das interfaces, de acordo com cada aplicação. Na **automação industrial**, a IHM pode ser usada para monitorar alarmes, dar feedback sobre condições, acionar tarefas e assim por diante. Se for o caso, ela pode até se conectar a um CLP para garantir integração.

Ao desenvolver a tela, pense em qual será o uso e quais são os elementos cruciais. Além disso, defina quais são os aspectos essenciais para o usuário, como a cadência de informações. Coloque-se no lugar do usuário para entender o posicionamento e as demais qualidades de interface.

Uma IHM ágil e funcional torna a **automação industrial** ainda melhor, mais robusta e eficiente. Por isso, utilize essas dicas e não deixe de contar com uma empresa especializada para potencializar o desempenho.

6- COMO FUNCIONA O CLP

COMPOSIÇÃO DO CLP

Antes de entender o funcionamento do CLP, precisamos conhecer os componentes físicos que o constituem. Veja abaixo uma explicação resumida sobre cada componente:

- **Memória:** área do CLP onde ficam armazenadas todas as informações necessárias para que as atividades sejam executadas;
- **Cartão de entrada:** recebe um sinal elétrico do ambiente externo e envia para dentro do CLP;
- **Processador:** é um chip que irá processar o programa;
- **Cartão de saída:** envia um sinal elétrico para o ambiente externo para acionar algum equipamento;
- **Barramento:** é uma placa eletrônica responsável por fazer a comunicação entre os componentes descritos acima;
- **Fonte de energia:** alimentação do equipamento.

Além dos componentes físicos, este equipamento se constitui de alguns outros elementos abstratos: a chamada “tabela imagem” (que será descrita mais adiante), um programa chamado “scan” que fica dentro do processador (e que também será descrito mais adiante) e o programa com qual o ser humano interage para registrar ou alterar informações.

Todos os componentes e elementos trabalham juntos, cada um com seu papel. Em outras palavras, eles funcionam como uma equipe dentro de uma empresa: cada funcionário tem um papel a ser executado para que os objetivos finais sejam atingidos. Da mesma forma, cada elemento tem um papel para que os objetivos designados para o CLP sejam atingidos.

COMO FUNCIONA?

Bem, **o modo como o CLP “trabalha”** não é muito diferente de como nós fazemos nossas atividades no dia a dia. O mesmo se baseia em “funções”, as quais nós também podemos chamar de “rotinas”.

Vamos citar como exemplo uma sirene utilizada dentro de uma indústria para alertar aos funcionários sobre um problema emergencial. Podemos dizer que isso é uma “rotina” – toda vez que alguém apertar um determinado interruptor, a sirene irá disparar. E nós podemos utilizar um CLP para programar essa função – vamos entender como.

Programando Entradas e Saídas

Com a utilização de um computador, o profissional irá registrar no programa a função (ou rotina) desejada – ao acionar o interruptor, a sirene deverá disparar. Assim:

- Acionar o interruptor é uma “entrada”, ou seja, o comando.
- Disparar a sirene é uma “saída”, ou seja, o resultado esperado.

Nos cartões de entrada e saída, há diversas entradas e diversas saídas, ou seja, um único CLP pode executar diversas funções. Na figura a seguir você pode visualizar um cartão de entrada para ter uma melhor noção do que estamos dizendo.

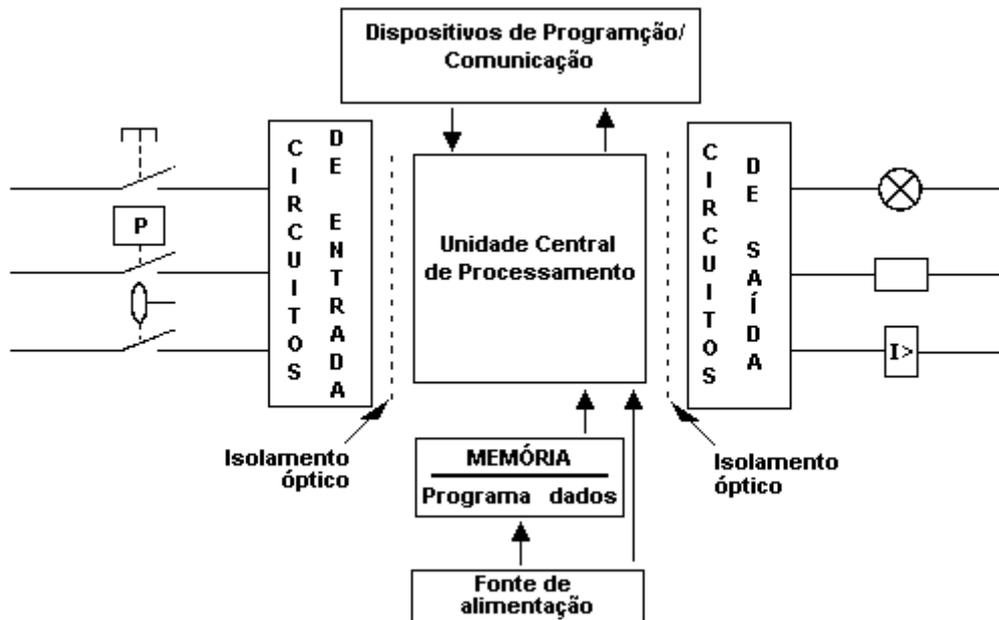


As funções (ou rotinas) nos cartões de entrada e saída são geralmente identificadas por “endereços”. Vamos dizer que os endereços, no presente exemplo, são números. Portanto, imagine que acionar o interruptor esteja endereçado na “entrada 1” e disparar a sirene esteja endereçado na “saída 1”. Ao acionar o interruptor, um sinal elétrico será enviado ao cartão de entrada e, normalmente, há algum sinal (como uma luz de led, por exemplo) indicando o endereço que foi acionado (no nosso caso aqui, o endereço “1”).

Lembrando que uma única entrada pode estar ligada a várias saídas ao mesmo tempo. Por exemplo, ao acionar aquele único interruptor, podemos fazer a sirene disparar, acender a luz, ligar o rádio e o que mais tiver sido programado ali. O contrário também pode acontecer: uma única saída pode estar conectada com várias entradas, ou seja, vários interruptores diferentes poderiam fazer a sirene

disparar – mas vamos ficar apenas com um interruptor e com a sirene para não complicar.

O Caminho das Informações



Primeiramente, é necessário esclarecer que nenhum componente do CLP sabe de fato o que irá acontecer, ou seja, disparar a sirene. Quem vai cuidar disso é o electricista que irá conectar os fios ao CLP.

Quando o interruptor for acionado, um sinal elétrico irá ligar a entrada “1” aqui do nosso exemplo. O cartão de entrada irá reconhecer que o fio está energizado e essa é a única informação que ele tem: “*opa, a entrada ‘1’ foi acionada*”. E o barramento irá levar essa informação para a chamada “tabela imagem de entrada”.

Mas o que é uma tabela imagem?



A tabela imagem é uma área da memória do CLP. Temos a tabela imagem de entrada e a tabela imagem de saída. Na primeira, ficam as informações enviadas pelo cartão de entrada, ou seja, informações sobre se determinada entrada está acionada ou não. É necessário armazenar essa informação nessa área da memória enquanto o programa é atualizado com as novas informações sobre o que é pra fazer.

O programa vai verificar, de acordo com as informações registradas na memória do programa, que quando a entrada “1” está acionada, é necessário acionar a saída “1”. Assim, depois dessa verificação, o chamado “scan” (que fica dentro do processador) interpreta essa informação e executa o programa.

Executando o programa, ele enviará essa informação à “tabela imagem de saída”, na qual ficam armazenadas as informações do cartão de saída, enquanto o scan vai verificando outras informações do programa.

Fica por conta do barramento levar essa informação ao cartão de saída – “*ei, aciona o ‘1’ aí!*”. Assim, depois de todo esse processo, a função do cartão de saída é enviar um simples sinal elétrico e pronto – a sirene dispara!

Tudo isso acontece, claro, numa velocidade espantosa. Além disso, o CLP fica atualizando as informações repetidamente, várias e várias vezes por segundo, garantindo que sempre que alguma entrada for acionada, o resultado esperado (a saída) será executado.

Como funciona o scan?

Agora **vamos entender como o scan funciona** quando chega a hora de ele entrar em ação para executar o programa.

Bem, primeiro, é importante saber que em programação dizemos que cada informação programada é uma “linha”. Assim, o scan lê a primeira linha do programa da esquerda para a direita (ou seja, ele lê a informação programada). Após essa leitura ou varredura, se houver uma segunda linha de programa, o scan passa para a próxima e faz a leitura da esquerda para direita e assim sucessivamente.

O scan faz essa leitura ou varredura diversas vezes, mesmo que não tenha nada de atual para executar. Isso quer dizer que o equipamento fica funcionando continuamente, 24 horas por dia.

Devido a isso, temos algo que chamamos de “chamada de rotina”. Esse recurso faz com que o scan execute somente quando tiver algo novo para fazer.

5- ENGENHARIA DE CONTROLE DA AUTOMAÇÃO

Engenharia de Controle e Automação é a área dentro da engenharia voltada ao projeto de máquinas automáticas e controle de processos industriais. Para isso são utilizados elementos sensores, elementos atuadores, sistemas de controle, sistemas de supervisão e aquisição de dados e outros métodos que utilizem os recursos da elétrica, mecânica e computação.

Descrição

A Engenharia de controle e automação tem como objetivo a concepção de máquinas e sistemas para automatizar processos industriais, ou seja, substituir o esforço físico e mental do ser humano em atividades perigosas, repetitivas ou insalubres. Além disso, busca-se garantir máxima qualidade e eficiência dos processos em geral. Para obter-se a automação de um sistema, é necessário ter uma visão global do processo a ser automatizado e combinar esse conhecimento com os princípios de elétrica, mecânica e computação.

A automação é completa quando toda uma linha de produção funciona do começo ao fim sem a intervenção humana, agindo apenas pela ação das próprias máquinas e controladores.

As etapas para se desenvolver um sistema automático podem ser resumidas da seguinte forma: inicia-se com o reconhecimento de um problema e a modelagem matemática do processo, a partir do qual se analisa o comportamento dinâmico da planta, e então se projeta as máquinas e o controlador eletrônico que fará o sistema evoluir da forma desejada, além de se adaptar a possíveis distúrbios e ruídos externos.

Os termos controle e automação já foram ponto de conflito, sobre qual seria o termo mais correto. Automação é um neologismo originado do inglês *automation*, e refere-se ao uso de máquinas eletromecânicas para facilitar o trabalho do ser humano ou estender sua capacidade física e mental. Controle refere-se ao uso de dispositivos eletrônicos (controladores) que, sem auxílio da ação humana, façam um sistema se comportar da maneira desejada.

Alguns exemplos de sistemas de controle e automação são: robôs industriais, linha de montagem de automóveis, casas inteligentes, caldeiras automáticas, refinarias de petróleo, sistemas de controle de nível em reservatórios, etc.

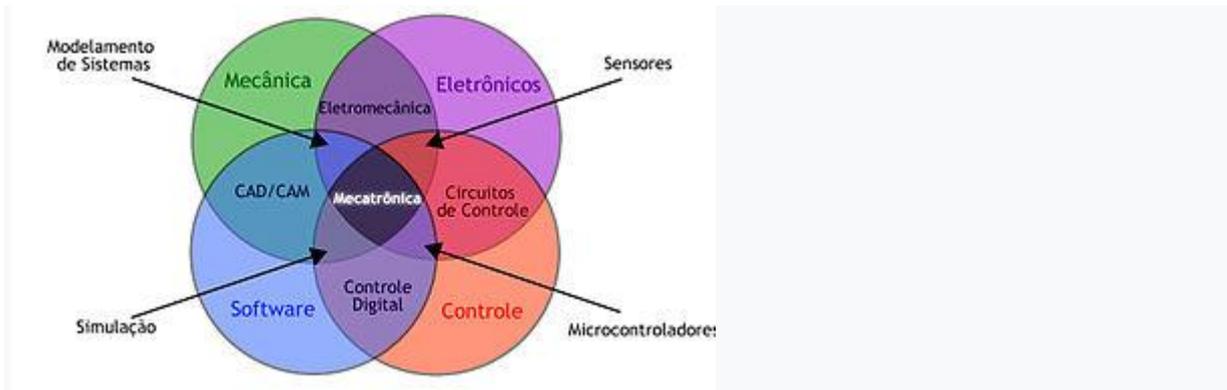


Diagrama de **Automação**

Na figura ao lado é possível observar esta relação, e em especial a interseção entre a mecânica, computação e elétrica - neste caso dividida em eletrônica e controle.

Histórico do curso de Engenharia de Controle e Automação

História no mundo

As primeiras máquinas desenvolvidas foram simples, apenas aumentando a capacidade física humana, como alavancas, polias, entre outras. Algum tempo depois, foram inventados os primeiros relógios mecânicos, porém estes necessitavam de regulagens frequentes. A Revolução Industrial gerou profundo impacto nos processos produtivos e no desempenho industrial, sendo a mecânica o início do que viria mais tarde a ser a automação industrial.

Foi também no século XVIII, que as primeiras máquinas de combustão surgiram, e eram utilizadas para o bombeamento de água em minas de carvão. Em 1769, James Watt aperfeiçoou a máquina a vapor, inserindo na mesma um controlador dando a ela regularidade de marcha. Tal dispositivo veio a ser conhecido mais tarde como regulador de Watt. Já no início do século XIX, surge a primeira máquina programável: o tear de Jacquard.

As máquinas complexas, desenvolvidas no período entre guerras, como navios e aviões, só foram possíveis graças ao desenvolvimento das primeiras técnicas de

automação industrial, baseadas inicialmente em relés eletromecânicos. Com o surgimento da eletrônica do estado sólido e o aparecimento dos primeiros transistores, surgiram os computadores, o que ocasionou uma verdadeira revolução e tornou possível a criação de controladores inteligentes. Durante esse período, também houveram avanços notáveis na Teoria de Controle, com os trabalhos de Evans, Nyquist, entre outros.

A automação industrial moderna começou a ser delineada em 1953 quando a empresa Yaskawa, que até então fabricava e abastecia o mercado de mineração de carvão com equipamentos elétricos (principalmente motores), mudou de foco e passou a desenvolver produtos usados na fabricação de aço, para inicialmente atender as necessidades de uma usina siderúrgica das imediações. Ao tentar fazer um motor elétrico com pouca inércia, a empresa começou a refletir se algo antes feito de forma hidráulica também poderia ser feito de forma elétrica.

O resultado foi a criação de uma linha de servomotores batizada de *Minertia* – derivada das palavras minimum inertia – e que se caracterizava pela velocidade de partida e parada, justamente em decorrência da inércia extremamente baixa. O emprego desses servomotores contribuiu para o desenvolvimento de atuadores elétricos capazes de controlar livremente braços e dedos mecânicos, e por isso mesmo chamados de *Mochicontrol* (motor, machine and control). Essas foram as bases para que, no final de 1969, a Yaskawa passasse a conceber um modo totalmente diferente e integrado de olhar para o projeto e controle de máquinas. Foi nesse contexto que os cursos de Engenharia de Controle e Automação começaram a surgir em todo o mundo.

História no Brasil

Durante a década de 40, disciplinas de Controle passaram a ser ministradas nos cursos de Engenharia, sendo que, nos Estados Unidos e na Europa Ocidental, essas disciplinas foram introduzidas, principalmente, nos cursos de Engenharia Elétrica.

O primeiro curso de Controle em uma universidade brasileira ocorreu no segundo semestre de 1953 para os alunos de Engenharia Eletrônica do ITA.

Porém o primeiro curso de Controle ministrado por brasileiros, só ocorreu em 1960, na Escola Politécnica da USP.

Em nível de graduação, a partir dos anos 80, surgem:

- Na Escola Politécnica da USP, sob a denominação de Engenharia Mecânica – Habilitação Automação e Sistemas;
- As ênfases em Controle e Automação em cursos de Engenharia Elétrica;
- Os cursos de Engenharia de Controle e Automação, tendo sido o primeiro fundado na UFSC em 1990;

De acordo com a elaboração da Portaria 1694/MEC/94 (Brasil, 1994), foi estabelecido que: “A *Engenharia de Controle e Automação* é uma habilitação específica que tem sua origem nas áreas Elétrica e Mecânica do curso de Engenharia” (Art. 1º). Isso permitiu rápido crescimento do curso de Engenharia de Controle e Automação, que passou de 8 em 1996 para 60 em 2005.

História do nome[editar | editar código-fonte]

O nome **Engenharia de Controle e Automação** (que é o aceito atualmente pelo MEC) surgiu pelas ideias propostas abaixo: Controle significa Controle Automático (isto é, que se move ou age por si, sem operador) de Sistemas físicos quaisquer.

Compõe-se de dois grandes campos de conhecimento:

- Controle dinâmico de sistemas dinâmicos (representados por equações diferenciais ou de diferenças, pelo menos na variável tempo);
- Controle por eventos discretos de sistemas de eventos discretos (representados por modelos lógicos sequenciais).

Automação (do inglês automation) significa o emprego de máquinas para automatizar processos. Sua origem é um neologismo em língua inglesa, que na década de 60 foi adotado intensamente pelo marketing industrial.

De acordo com a Larousse Cultural (1998), os nomes Automação e Automática são definidos assim: “Automação- Parte da automática que trata dos automatismos mais complexos. Palavra utilizada pela primeira vez em 1936... na General Motors...”

“Automática- Ciência e técnica da automatização, agrupando o conjunto das disciplinas teóricas e tecnológicas que intervêm na concepção, construção... dos sistemas automáticos.”

O curso de Engenharia de Controle e Automação

No Brasil, o currículo do curso está organizado em três núcleos:

O **básico** é formado por disciplinas de cálculo, química, física, álgebra linear, mecânica dos sólidos, desenho técnico, ciências de materiais, humanas, ambientais, administrativas e econômicas.

O **profissionalizante genérico** compreende disciplinas de sistemas mecânicos, programação de computadores, eletricidade e eletrônica, sistemas digitais, comandos elétricos, mecanismos, elementos de máquinas, modelagem e simulação de sistemas físicos.

As disciplinas do núcleo **profissionalizante específico** apresentam conteúdos sobre controladores lógico-programáveis, instrumentação, processos de fabricação, robótica industrial, automação da manufatura e controle de sistemas. Esse controle se baseia na programação de máquinas, no monitoramento e aperfeiçoamento do desempenho de processos e adaptações de programas computacionais, com a finalidade de reduzir custos e prazos, aumentar a segurança da produção além de melhorar a qualidade dos produtos e da produtividade de empresas dos mais variados ramos.

Em algumas instituições pode ocorrer variação de ênfase. No CEFET/RJ, por exemplo, a base em Eletrônica é consideravelmente mais profunda que a base em Mecânica. Isso ocorre pela própria situação regional, visto que no Rio de Janeiro, o número de empresas no ramo da robótica é bastante reduzido, frente a outros estados como São Paulo. Cabe ao aluno verificar através da própria grade curricular, qual a ênfase deste curso na instituição ou universidade desejada.

A pirâmide da Automação



Pirâmide da Automação.

O trabalho de um Engenheiro de Controle e Automação pode ser representado pela pirâmide abaixo:

Nível 1: Aquisição de Dados e Controle Manual. Composto por máquinas, componentes e dispositivos da planta, como sensores, atuadores e dispositivos de campo.

Nível 2: Controle Individual (PLCs, SDCDs, relés). Nível onde se encontram os equipamentos que executam o controle automático das atividades da planta.

Nível 3: Controle de Grupo (célula de trabalho), gerenciamento e Otimização de Processo. Permite a supervisão do processo, normalmente possui banco de dados com informações relativas ao processo.

Nível 4: Controle fabril total, produção e programação. Nível responsável pela programação e pelo planejamento da produção realizando o controle e a logística de suprimentos. Condiz com o gerenciamento da planta.

Nível 5: Planejamento Estratégico e Controle sobre vendas e custos. Administração de recursos da empresa. Neste nível encontram-se os softwares para gestão de venda e gestão financeira, o gerenciamento corporativo.

Sistemas de Controle

Um sistema de controle é basicamente um sistema entrada(s)-saída(s). O sistema a ser controlado é, em geral, chamado de processo ou planta. O processo é um sistema dinâmico, ou seja, seu comportamento é descrito matematicamente por um

conjunto de equações diferenciais. Como exemplos de sistemas dinâmicos temos, entre outros: sistemas elétricos, mecânicos, químicos, biológicos e econômicos. A entrada do processo é chamada de variável de controle ou variável manipulada (MV) e a saída do processo é chamada de variável controlada ou variável de processo(PV).

A filosofia básica de um sistema de controle é unir o resultado da leitura dos elementos sensores com a ação dos elementos atuadores. Eles recebem as informações lidas dos sensores para saber o atual estado do processo, executa cálculos e lógicas pré-definidas (também chamadas de lei de controle) e envia o resultado para os atuadores, de modo que a situação atual do processo seja modificada para que se atinja um ponto de operação próximo do desejado.

Para projetar um controlador são utilizadas diversas ferramentas computacionais, técnicas e teorias de controle. As ferramentas computacionais permitem que o processo seja simulado em um computador para que os parâmetros do controlador possam ser projetados sem a necessidade de utilizar o processo real. Uma vez projetado o controlador o mesmo é implementado e validado no processo real.

Os Sistemas de Controle unem o resultado da leitura dos elementos sensores com a ação dos elementos atuadores. Eles recebem as informações lidas dos sensores para saber o atual estado do processo, executa cálculos e lógicas pré-definidas (também chamadas de lei de controle) e envia o resultado para os atuadores, de modo que a situação atual do processo seja modificada para que se atinja um ponto de operação próximo do desejado.

Na era da modernidade, o uso dos sistemas de controle é disseminado: desde uma simples boia que controla o nível de um tanque d'água até os sistemas digitais das aeronaves mais sofisticadas.

Para implementar sistemas de controle, são utilizados dispositivos como microcontroladores, CLP's e microprocessadores, entre outros. Estes dispositivos possuem em comum entradas e saídas (Portas de entrada/saída), que servem para realizar a comunicação com os dispositivos periféricos (sensores e atuadores).

Estas portas de entrada/saída também podem ser destinadas a realizar a comunicação com outros sistemas, a fim de fornecer dados de leitura dos sensores ou até receber instruções externas para os atuadores.

Controladores

CLP's

Ao final da década de 1960, o advento dos circuitos integrados permitiu o desenvolvimento de minicomputadores que logo foram utilizados para controle on-line de processos industriais. Em 1969 surgiram os primeiros controladores e, em 1970, eles incorporaram microprocessadores, sendo então denominados Controladores Lógicos Programáveis (CLPs ou PLCs, da sigla em inglês, a qual possui emprego mais amplo, uma vez que a primeira se tornou marca registrada de propriedade exclusiva de um fabricante nacional). Este dispositivo foi concebido para controlar e automatizar equipamentos e processos, devendo reagir e apresentar respostas a estímulos no menor tempo possível (operação em “tempo real”).

Na automação, o emprego de CLPs deve-se considerar:

- Compatibilidade entre instalação elétrica e pontos de Entrada/Saída
- Existência de chaves de proteção de hardware
- Tipo e forma de endereçamento
- Estrutura da palavra
- Tipo e forma dos sinais aceitáveis
- Compatibilidade dos equipamentos eletromecânicos

Para ser considerado como CLP, o equipamento precisa reunir três características básicas:

- Executar uma rotina cíclica de operação durante seu funcionamento
- Forma básica de programação através de uma linguagem oriunda dos diagramas elétricos de relés
- Produto projetado para operação em ambiente industrial, e sujeito a condições adversas (umidade, temperatura, gases inflamáveis, oxidações, poeira)

Um CLP é constituído basicamente por:

- Fonte de alimentação
- Unidade Central de Processamento (UCP)
- Memórias dos tipos fixa (Memória de programa) e volátil (Memória de dados)
- Dispositivos de entrada e saída
- Terminal de programação

As linguagens de programação utilizadas por um CLP podem ser divididas em dois tipos básicos: as textuais (Lista de Instruções e Texto Estruturado), oriundas da programação baseada em mnemônicos, e as gráficas, representadas pelas linguagens tradicionais baseadas em relés e em blocos funcionais (Linguagem Ladder, Linguagem em Diagrama de Blocos Funcionais e Diagrama de Funções Sequenciais).

Em geral, os CLPs permitem dois modos básicos de operação: o Modo de Programação, destinado à elaboração e alteração de programas aplicativos; e o Modo de Execução (run), destinado à execução do programa contido na memória do dispositivo (Ciclo de Execução). O Ciclo de Execução (scan) é realizado ciclicamente, e compreende:

- Leitura dos valores de entrada e seu respectivo armazenamento na memória (imagem das entradas);
- Processamento das instruções do programa aplicativo, empregando a imagem das entradas e gerando na memória os valores de saída (imagem das saídas);
- Atualização das saídas, através do envio da respectiva imagem para os módulos de saída.

Microcontrolador

O microcontrolador é um Circuito integrado incorporado em um chip, composto por processador, entradas, saídas e memória. Através de uma programação feita pelo técnico, os microcontroladores podem controlar suas saídas, tendo como referência as entradas ou um valor pré-determinado no programa.

Diferenças entre os microcontroladores:

- Quantidade de memória interna.
- Velocidade de processamento.

- Quantidade de sinal de entrada e saída (I/O).
- Alimentação.
- Periféricos.
- Arquitetura.
- Set de instruções.

Características:

- Consumo pequeno.
- Modo de espera.
- Tamanho reduzido.
- Baixo custo.

Por apresentar tamanho reduzido, baixo consumo são muito utilizados em automação e controle. Exemplos: controle de motores automotivos, controles remotos, máquinas de escritório e residenciais, brinquedos, sistemas de supervisão, etc. Enfim eles são uma alternativa eficiente e barata para controlar muitos processos e aplicações.

Single Loop e Multi Loop

Controladores Single Loop e Multi Loop são dispositivos dedicados microprocessados e configuráveis; a principal diferença entre eles é que o Single Loop - de baixo custo - controla uma única malha (daí o nome) e o multi loop, duas ou mais malhas (ambos têm as mesmas características principais). Eles resolvem o algoritmo de controle para produzir uma saída controlada.

Características:

- Tamanho pequeno;
- Funções de controle (qualquer função configurável);
- Auto-sintonia: Programação temporal e sequenciamento de operações (não está presente em todos single-loops);
- A configuração pode ser feita através de teclados acoplados ao instrumento ou através de programadores separados;

- O instrumento incorpora todos os avanços da tecnologia eletrônica, microprocessadores, displays novos e programas criativos;
- Capacidade de auto/manual;
- Ponto de ajuste múltiplo;
- Memória.

A aplicação típica do Single Loop é em plantas pequenas e médias, principalmente onde há malhas críticas.

Elementos Sensores

São os elementos responsáveis pela leitura do estado em que o processo se encontra. Os sensores (ou transdutores) medem grandezas mecânicas como de posição, de velocidade e aceleração; grandezas físicas como de temperatura, de fluxo, de nível e de pressão; grandezas químicas como de concentração, entre outras. Eles enviam para o controlador a atual situação do processo para que este possa tomar as medidas necessárias.

A obtenção de algumas dessas variáveis pode ser impossibilitada por razões operacionais ou econômicas. Para contornar essa limitação as grandezas de interesse podem ser estimadas através da medição de outras. Isso pode ser feito utilizando-se um estimador de estados ou através de inferência.

Elementos Atuadores

Atuador é um elemento capaz de modificar grandezas físicas no sistema ao qual pertence (geralmente produzindo movimento) atendendo a comandos que podem ser manuais ou automáticos, nesse processo também acontece a conversão de diferentes tipos de energia, são exemplos de elementos atuadores: cilindros pneumáticos (pneumática) ou cilindros hidráulicos (Hidráulica) e motores (dispositivos rotativos com acionamento de diversas naturezas).

Para se classificar os elementos atuadores podem ser usados três critérios diferentes, são eles:

- Energia de saída: mecânica, térmica, óptica, etc.

- Princípio de funcionamento: mecânico, pneumático, hidráulico, eletromagnético, etc.
- Se for um atuador que gera movimento, pelo tipo de movimento: linear ou rotativo.

Técnicas de Controle

Controle em malha fechada

No controle em malha fechada, informações sobre como a saída de controle está evoluindo são utilizadas para determinar o sinal de controle que deve ser aplicado ao processo em um instante específico. Isto é feito a partir de uma realimentação da saída para a entrada. Em geral, a fim de tornar o sistema mais preciso e de fazer com que ele reaja a perturbações externas, o sinal de saída é comparado com um sinal de referência (chamado no jargão industrial de set-point) e o desvio (erro) entre estes dois sinais é utilizado para determinar o sinal de controle que deve efetivamente ser aplicado ao processo. Assim, o sinal de controle é determinado de forma a corrigir este desvio entre a saída e o sinal de referência. O dispositivo que utiliza o sinal de erro para determinar ou calcular o sinal de controle a ser aplicado à planta é chamado de controlador ou compensador.

Em resumo, a utilização da realimentação e, portanto, do controle em malha fechada, permite entre outros:

- aumentar a precisão e exatidão do sistema.
- rejeitar o efeito de perturbações externas.
- melhorar a dinâmica do sistema e, eventualmente, estabilizar um sistema naturalmente instável em malha aberta.
- diminuir a sensibilidade do sistema a variações dos parâmetros do processo, ou seja, tornar o sistema robusto

Controle em malha aberta

O controle em malha aberta consiste em aplicar um sinal de controle pré-determinado, esperando-se que ao final de um determinado tempo a variável controlada atinja um determinado valor ou apresente um determinado comportamento. Neste tipo de sistema de controle não são utilizadas informações

sobre evolução do processo para a determinar o sinal de controle a ser aplicado em um determinado instante. Mais especificamente, o sinal de controle não é calculado a partir de uma medição do sinal de saída.

Características básicas de um sistema de controle que opera em malha aberta: imprecisão, nenhuma adaptação a variações externas (perturbações), dependência do julgamento e da estimativa humana. Por outro lado, este tipo de sistemas são em geral simples e baratos, pois não envolvem equipamentos sofisticados para a medição e/ou determinação do sinal de controle. (SILVA, J.M.G., 2010).

Atribuições Profissionais

O Engenheiro de Controle e Automação recebe a seguinte designação profissional do CONFEA/CREA:

- Grupo: 1 Engenharia
- Modalidade: 2 Eletricista
- Nível: 1 Graduação
- Código: 121-03-00
- Título: Engenheiro de Controle e Automação

Destaca-se que a estrutura do Curso foi concebida para que o aluno receba atribuição profissional básica semelhante aos Engenheiros Eletricistas, com ênfase nas seguintes áreas de atuação:

- Controle e automação de processos;
- Eletrônica industrial;
- Engenharia de sistemas e produtos;

Nessas áreas, o Engenheiro de Controle e Automação recebe atribuições para exercer 18 tipos de atividades:

- Supervisão, coordenação e orientação técnica;
- Estudo, planejamento, projeto e especificações;
- Estudo de viabilidade técnico-econômica;
- Assistência, assessoria e consultoria;

- Direção de obra e serviço técnico;
- Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- Desempenho de cargo e função técnica;
- Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;
- Elaboração de orçamento;
- Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- Execução de obra e serviço técnico;
- Fiscalização de obra e serviço técnico;
- Produção técnica e especializada;
- Condução de trabalho técnico;
- Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- Execução de instalação, montagem e reparo;
- Operação e manutenção de equipamento e instalação;
- Execução de desenho técnico.

Perfil e áreas de atuação

A **Engenharia de Controle e Automação** é uma atividade-meio, ou seja, a mesma utiliza técnicas que são básicas para toda engenharia, além de ser instrumento para aplicação em quase todas as áreas do conhecimento. Ela está presente na indústria química, petroquímica, alimentícia, têxtil, papelreira e empresas de saneamento, uma vez que nos processos químicos que decorrem ao longo do percurso produtivo numa planta industrial, é necessário controlar o comportamento das variáveis que interferem na qualidade dos produtos de acordo com padrões pré-estabelecidos.

Todos os ramos da manufatura se beneficiam das técnicas de controle. Entre as aplicações neste ramo da indústria está a robótica industrial, usinagem de peças, controle de motores, entre outras.

O projeto de um sistema de controle automático requer o conhecimento amplo e aprofundado de várias outras disciplinas que vão desde a eletrônica até a

otimização, passando pela informática, matemática discreta e a teoria de sistemas lineares e não-lineares.

Com base na Resolução 11/CNE/2002, é possível definir para os Engenheiros de Controle e Automação o conjunto de habilidades e competências necessárias ao exercício da profissão que deverá condicionar a formação, de modo a permitir aos egressos: *equacionar problemas da área utilizando conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais, com propostas de soluções adequadas e eficientes; criar e usar modelos de dispositivos e sistemas de qualquer natureza; coordenar, planejar, operar e manter sistemas na área de Engenharia de Controle e Automação a questões gerais encontradas em outras áreas; comunicar eficientemente nas formas oral, escrita e gráfica; ser consciente do impacto das atividades da Engenharia de Controle e Automação no contexto social e ambiental; atuar em equipes multidisciplinares; ter postura ética, responsável e de permanente busca de atualização profissional.*

Assim, com base numa formação suficientemente abrangente para exercer uma ação integradora, o Engenheiro de Controle e Automação poderá, no que concerne às atividades de engenharia: trabalhar em setores industriais, comerciais, residenciais e de serviços, sendo responsável pela modernização, automação e otimização destes processos; atuar em empresas de engenharia, projetando e integrando sistemas de automação industrial, hospitalar e predial; participar de treinamento de recursos humanos em empresas em geral e instituições de ensino; executar projetos de engenharia básica visando planejar a expansão e automação de longo prazo; desenvolver produtos de instrumentação, controle, operação e supervisão de processos industriais, comerciais e residenciais. Além disso, dependendo das opções que fizer durante e após o curso, o profissional formado poderá também se dedicar ao desenvolvimento e gerência do próprio negócio, tornando-se um empresário.

O profissional formado deve ter sólida base teórica em física, química, matemática e informática, conhecimentos gerais em eletricidade e mecânica (instrumentação eletrônica e mecânica e acionamentos elétricos, mecânicos e hidráulicos) que lhe permitam compreender os efeitos das interfaces entre o mundo real e o sistema de automação.

De forma geral, tem-se:

- Nível de componente: circuito integrado, sensor, atuador, mecanismo, mancal.
- Nível de máquina: robôs, máquinas de usinagem, medição, inspeção, movimentação, embalagem.
- Nível de sistema produtivo: projeto e análise auxiliados por computador, manufatura integrada por computador, sistema flexível de manufatura.

Quanto mais próximo do nível de componente, mais próximo de fenômenos físicos estará o Engenheiro de Controle e Automação. Quanto mais próximo do nível de sistema produtivo, mais interessado em informação e abstrações estará esse Engenheiro. A formação em **Engenharia de Controle e Automação** deve, portanto habilitá-lo a transitar por esses diferentes níveis, tendo a capacidade de integrar e combinar conhecimentos.

Algumas áreas em que o profissional pode atuar:

Automação comercial e residencial: Projetar sistemas automatizados de controle de equipamentos em edifícios comerciais e em residências, como elevadores, iluminação, aparelhos de ar condicionado e eletrodomésticos.

Automação industrial: Projetar máquinas e equipamentos eletromecânicos automatizados ou robotizados. Atuar na concepção de células de manufatura e redes industriais.

Eletrônica Industrial: Projetar sistemas eletrônicos analógicos ou digitais. Atuar com instrumentação eletrônica. Programar microcontroladores.

O Mercado

Toda indústria, atualmente, tem alguma forma de automação, de um sistema simples aos mais elaborados. Isso facilita para esse engenheiro encontrar vagas. Além disso, o atual momento econômico do país impulsionou os investimentos, e as indústrias estão trabalhando a todo o vapor, demandando mais profissionais.

O mercado de trabalho é crescente, especialmente na indústria nacional, na qual a automação é uma necessidade quando se busca maior competitividade (redução de custos e melhoria da qualidade).

O engenheiro de controle e automação é contratado pelas empresas para atuar no projeto e desenvolvimento de novos sistemas que visem a aumentar a produtividade de uma indústria e a qualidade dos produtos. Também pode gerenciar projetos de automação, fazer adaptação de softwares e banco de dados. O melhor caminho para entrar nas grandes indústrias é o estágio. A maior quantidade de empregos ainda está no eixo Rio-São Paulo. Nas indústrias que migraram para cidades do Nordeste também há possibilidade de vagas.

O profissional pode atuar nas indústrias de automação, de informática, têxteis, na agropecuária, metalúrgicas, siderúrgicas, de cerâmicas, de bioengenharia, na área aeroespacial, automobilísticas, mecânicas etc.

Pela característica de área meio, a **Engenharia de Controle e Automação** também permite ao egresso uma atuação em serviços de engenharia e consultoria especializada, em firmas ou de forma autônoma.

REFERÊNCIAS

<http://www.jrsolutions.com.br/manutencao-sistema-clp>>acesso em 30/03/2020

<https://www.tecsiautomacao.com.br/manutencao-clp>>acesso em 30/03/2020

https://pt.wikipedia.org/wiki/IEC_61131-3>acesso em 30/03/2020

https://pt.wikipedia.org/wiki/Linguagem_ladder>acesso em 30/03/2020

https://pt.wikipedia.org/wiki/Automa%C3%A7%C3%A3o_industrial>acesso em 30/03/2020

<https://blog.kalatec.com.br/automacao-industrial-como-criar-telas-de-ihm-ageis-e-funcionais/>>acesso em 30/03/2020

<http://saladaautomacao.com.br/como-funciona-o-clp/>>acesso em 30/03/2020

https://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia_de_controle_e_automa%C3%A7%C3%A3o>acesso em 30/03/2020