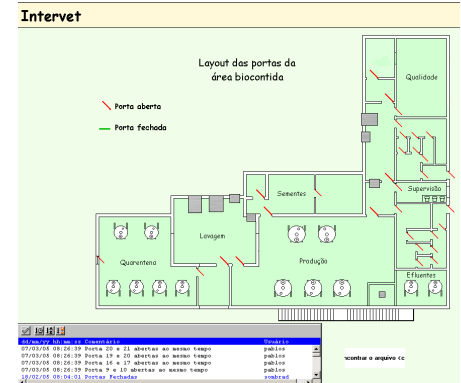
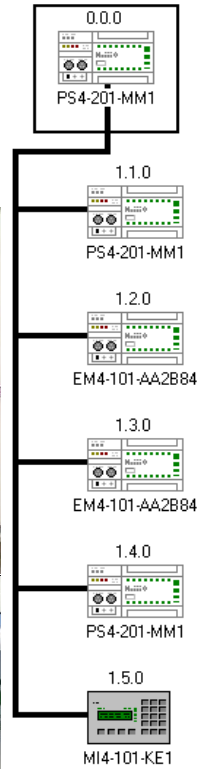
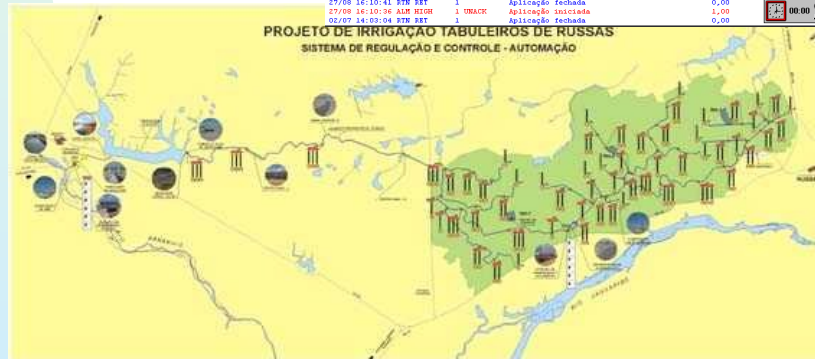
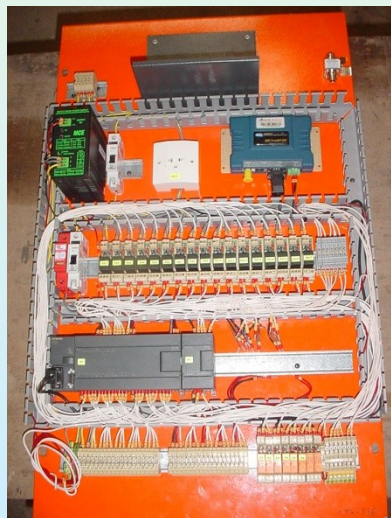
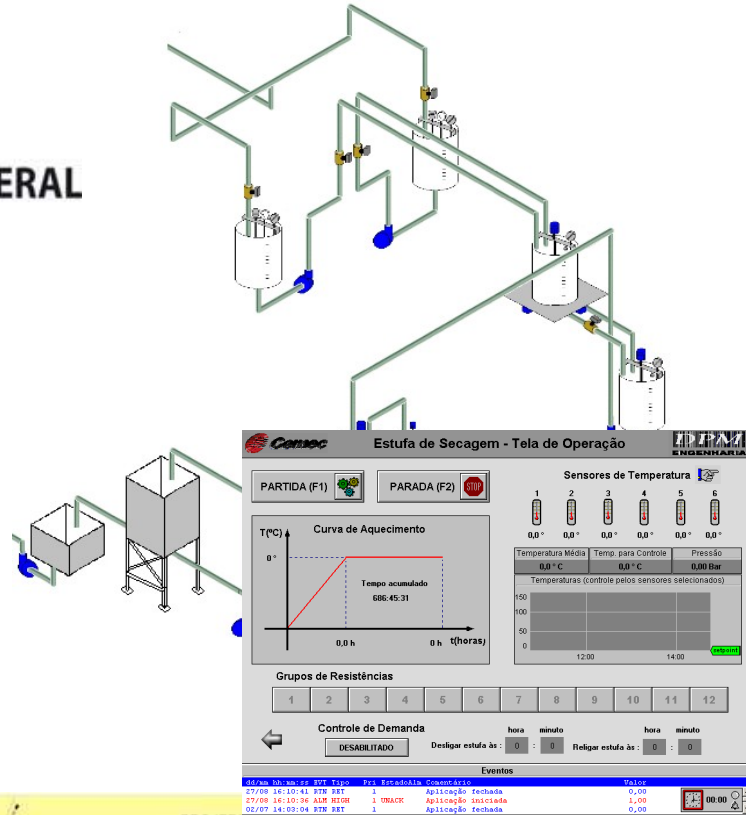


INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ

AUTOMAÇÃO

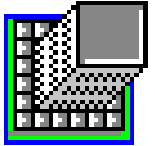


AUTOMAÇÃO

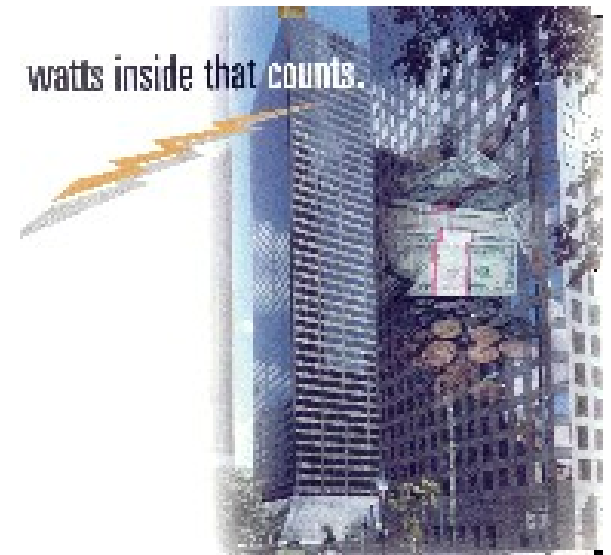
- PREDIAL
- INDUSTRIAL
- PROCESSOS NÃO INDUSTRIAIS

AUTOMAÇÃO PREDIAL - EDIFÍCIO INTELIGENTE

CONFORTO **ECONOMIA** **SEGURANÇA**



- Economia de energia elétrica
- Aumento da segurança física e patrimonial
- Redução do custo operacional
- Redução do custo de manutenção
- Aumento do conforto dos usuários
- Aumento do valor da propriedade
- Redução do valor do seguro



AUTOMAÇÃO PREDIAL

UTILIDADES

- **Rede elétrica:** recebimento e distribuição de energia (transformadores, geradores, “no breaks”, quadros elétricos, iluminação, Controle do fator de potência e demanda).
- **HVAC** (Heating, Ventilation and Air Conditioning): condicionamento ambiental, ventilação e exaustão, refrigeração de câmaras frigoríficas, aquecimento de água de piscinas e de vestiários.
- **Transportes verticais:** elevadores e escadas rolantes.
- **Rede hidráulica:** água potável, águas servidas, esgoto, drenagem, água de combate a incêndio.



AUTOMAÇÃO PREDIAL

— SEGURANÇA

- **Segurança física:** detecção, alarme e proteção contra incêndio
- **Segurança patrimonial:** controle de acesso, detecção e alarme contra intrusão.
- **Circuito Fechado de Televisão (CFTV):** monitoração e gravação de imagens, através de central inteligente de manipulação de sinais.

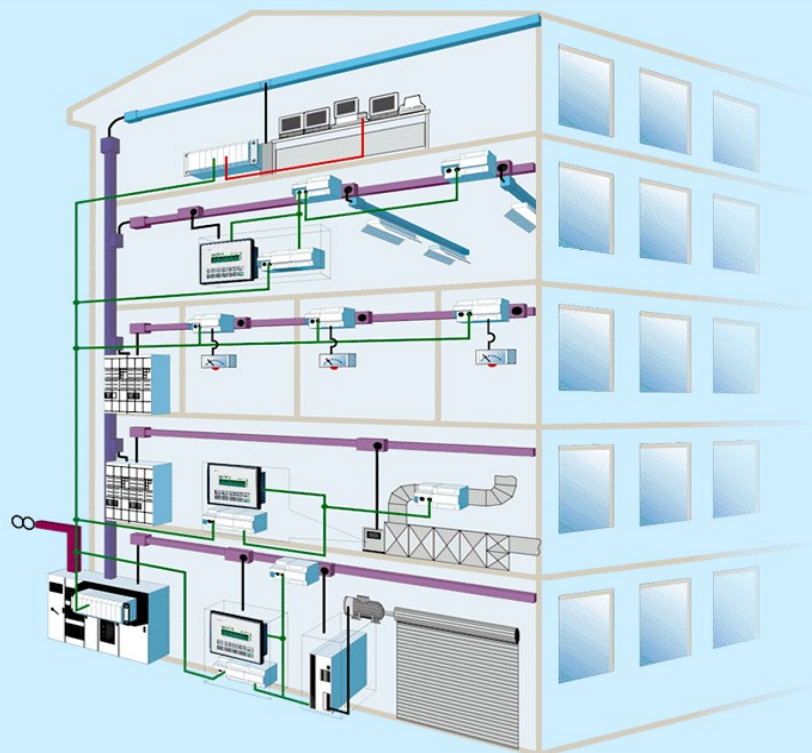
— COMUNICAÇÕES

- **Interfonia normal:** rede de telefonia interna e externa.
- **Interfonia de emergência:** central de interfonia “Hot-Line”.
- **Som ambiente:** música, avisos rotineiros e de emergência

AUTOMAÇÃO PREDIAL - INTELIGÊNCIA DISTRIBUÍDA

◆ GESTÃO

- **Administração:** sistemas de administração do condomínio.
- **Manutenção:** Programação da manutenção dos equipamentos e estruturas prediais, controle de estoque de sobressalentes.



AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

- Automação da manufatura
- Controle de processos:
 - ◆ Processos não industriais
 - ◆ Processos industriais

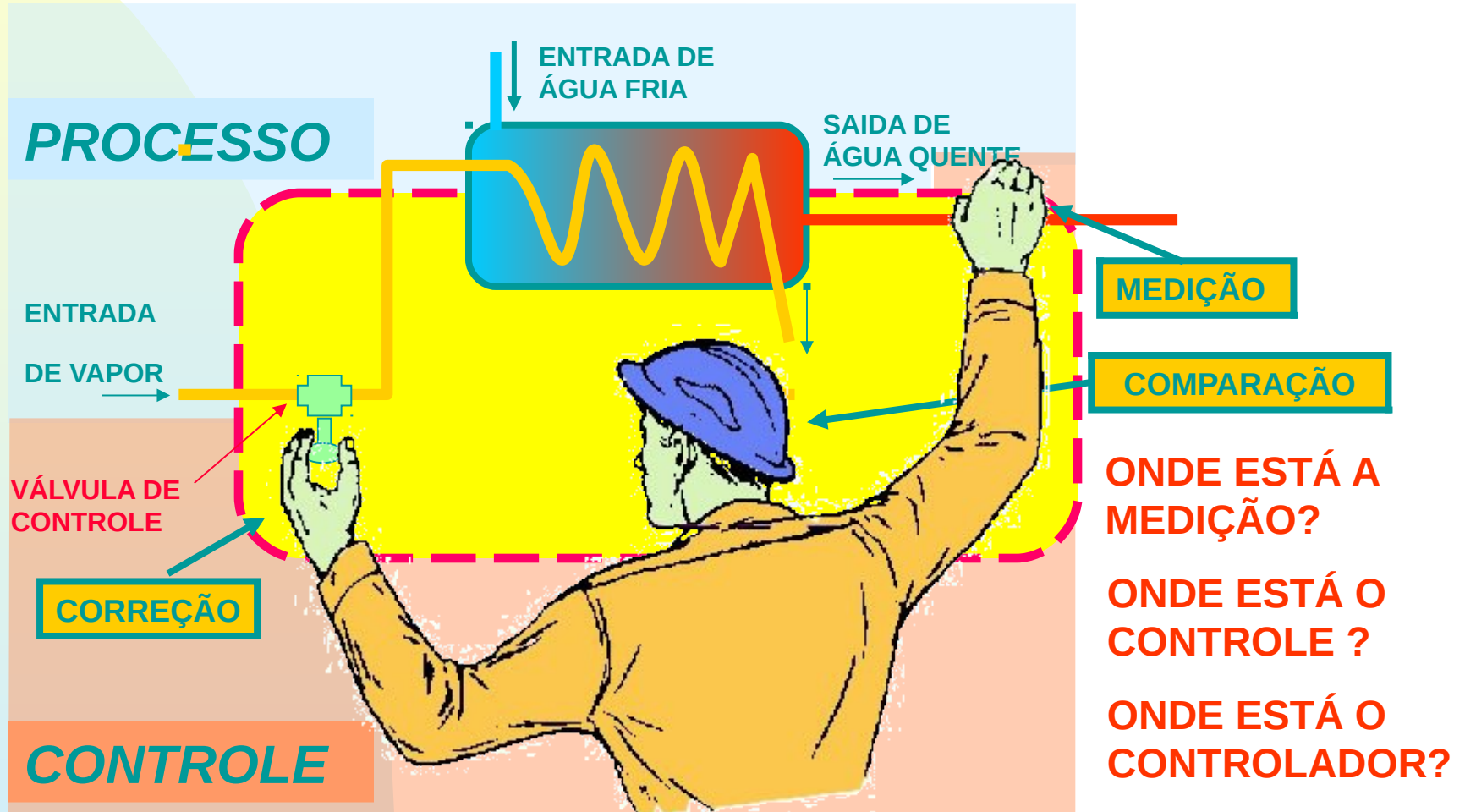
O campo de atuação é bastante amplo, abrangendo desde sistemas para equipamentos industriais, laboratórios e processos de fabricação.

- ◆ **Processos discretos e semi-contínuos;**
- ◆ **Processos contínuos.**



2. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE

Malha de Controle Fechada



AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Definições:

- ♦ Sistema
- ♦ Controle
- ♦ Processo
- ♦ Variável Controlada
- ♦ Variável Manipulada
- ♦ Variável Secundária
- ♦ Referência/Set-Point.
- ♦ Atuador/agente de controle

AUTOMAÇÃO NÃO INDUSTRIAL

- ◆ Sistemas de energia
- ◆ Telecomunicações
- ◆ Saneamento
- ◆ Recursos Hídricos

Sistema de Regulação e Controle

- Sinóptico
- EBP
- Barragem Santa Rosa
- Estação elevatória 1
- Estação elevatória 2
- Estação elevatória 3
- Estação elevatória 4
- Estação elevatória 5
- Comporta 1
- Comporta 4
- Comporta 5
- Comporta 6

Subsistema





SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

- ◆ Automação de adutoras
- ◆ Sistema de distribuição de água e esgotamento sanitário
- ◆ Perímetros Irrigados
- ◆ Telemetria e Telecontrole



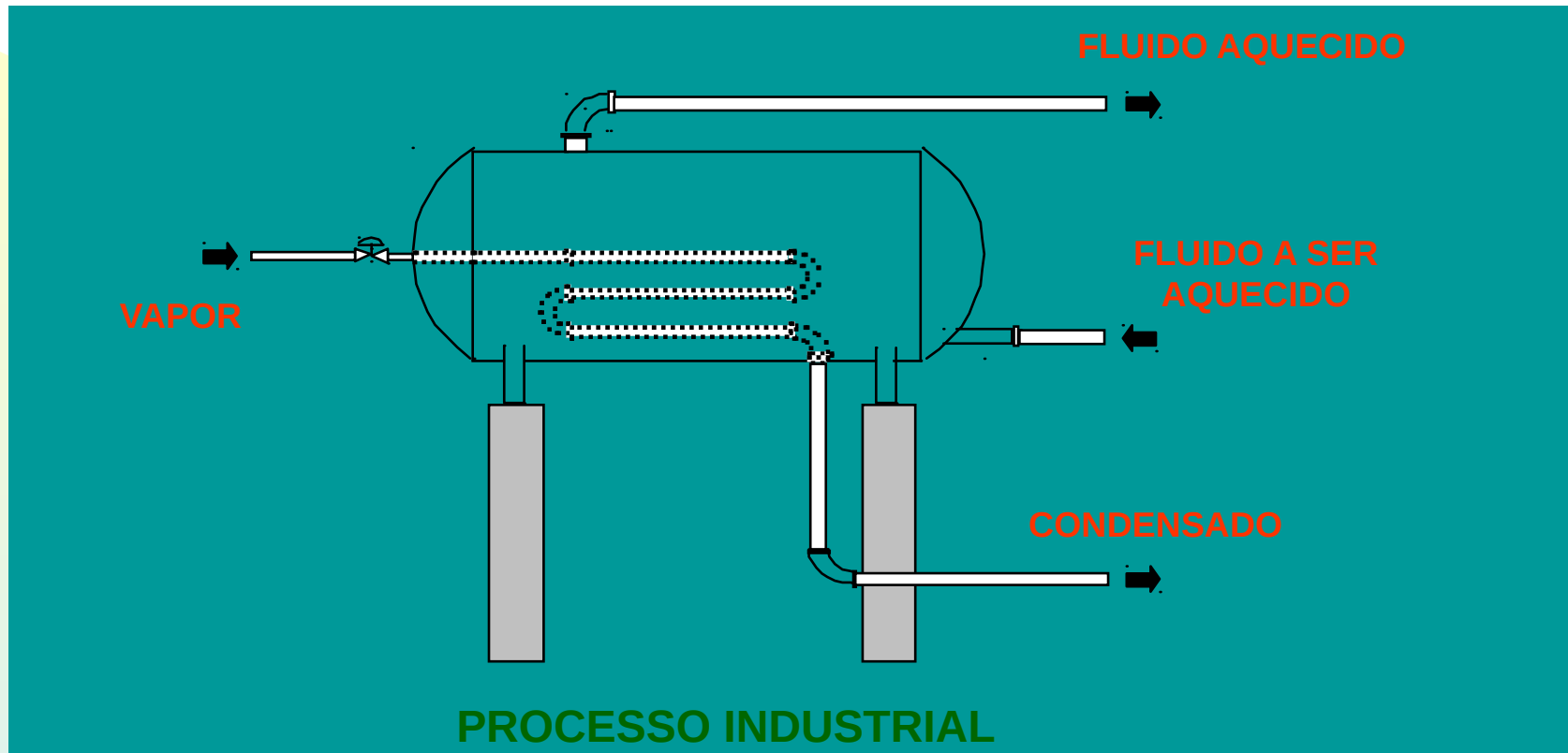
SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

Variáveis controladas / Monitoradas

- ◆ Nível
- ◆ Vazão
- ◆ Pressão
- ◆ Pluviometria
- ◆ Grandezas elétricas
- ◆ Posição de válvulas e comportas
- ◆ Cloro, oxigênio dissolvido etc
- ◆ Intrusão



EXEMPLO DE UM PROCESSO INDUSTRIAL E TERMINOLOGIAS DE CONTROLE



Variável Controlada:
Meio Controlado:
Variável Manipulada:
Agente de Controle:

Temperatura
Fluido
Vazão
Vapor

Painéis de Controle Centralizados

À medida que os controles se tornam mais numerosos aumenta a complexidade das instalações.



7. SISTEMA DE SUPERVISÃO – A VIRTUALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

Graças aos **Sistemas Supervisórios** os microcomputadores são usados como interface homem/máquina configuráveis, tendendo a substituir os painéis de controle.

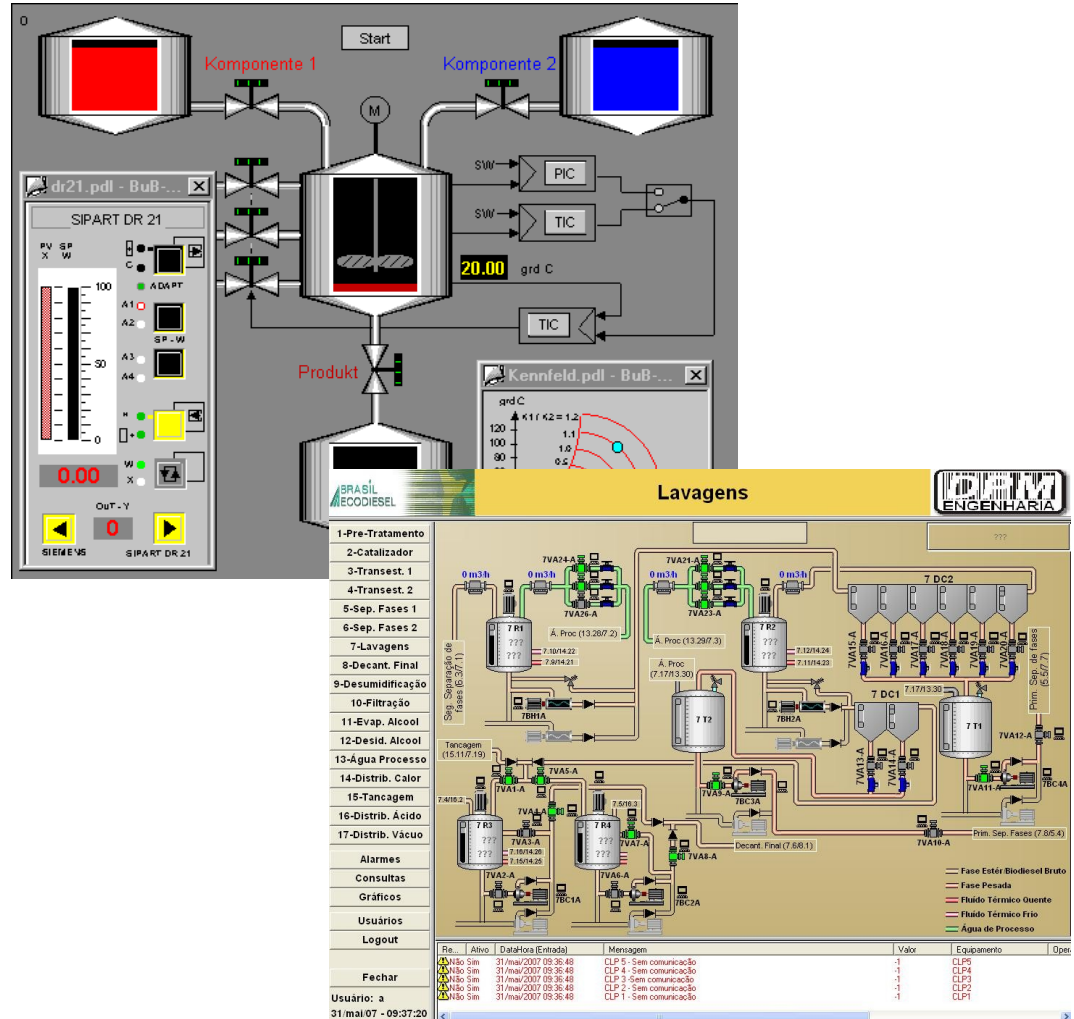


AUTOMAÇÃO

SCADA - SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION

APLICAÇÃO:

- CONTROLE
- MONITORAÇÃO
- SUPERVISÃO



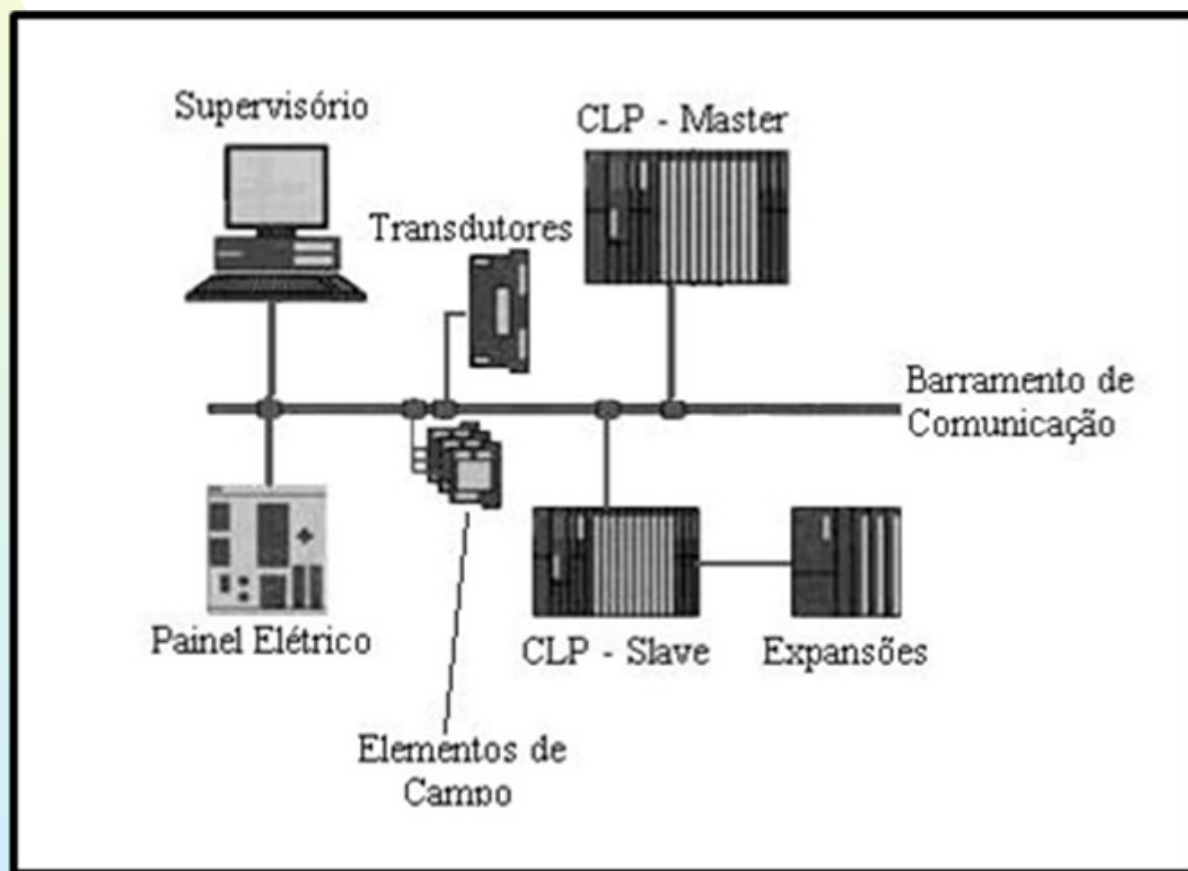
AUTOMAÇÃO

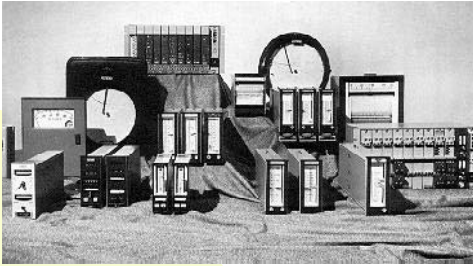
Elementos básicos de um sistema de automação:

- Controladores (CLP)
- Programas aplicativo para os CLPs
- Programa de supervisão (SCADA ou E3)
- Interface homem-máquina (IHM)
- Instrumentação
 - ◆ Sensores
 - ◆ Atuadores

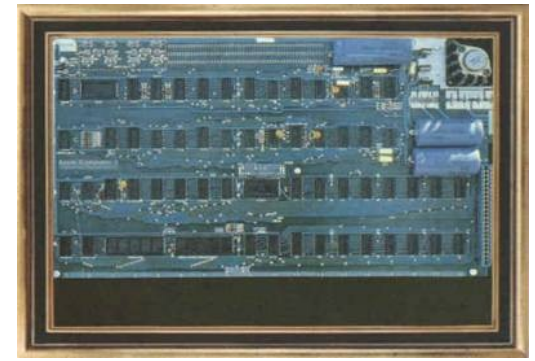


SDCD - *Sistema Digital de Controle Distribuído*





Controladores



- Analógicos - PID, on-off;
- Relês eletromecânicos;
- Digitais
 - Circuitos eletrônicos com lógica fixa;
 - PC industrial
 - Circuitos microprocessados dedicados
 - Controladores Lógico Programáveis - PLC
 - Unidades Terminais Remotas;

Controlador Lógico Programável

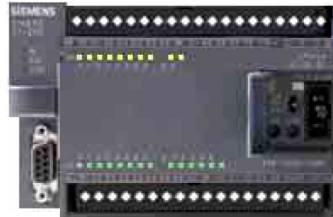
Relés Eletromecânicos

- Alto custo de instalação, de consumo, de perdas internas e de manutenção;
- Baixa flexibilidade de instalação e de programação;
- Baixa velocidade de comutação
- Pequeno tempo de vida útil
- Dimensões físicas grandes

Comparação entre o CP e o computador

	COMPUTADOR	CONTROLADOR PROGRAMÁVEL - CP
Entradas	Sinais de baixa tensão introduzidos através de: <ul style="list-style-type: none">• Leitor de cartões• Leitor de fita magnética• Teclado	Sinais de alta tensão proveniente de: <ul style="list-style-type: none">• Chave de pressão (push button SW)• Chave seletora (select SW)• Chave limitadora (limit SW)
Saídas	Saídas de baixa tensão que aciona os equipamentos específicos como: <ul style="list-style-type: none">• Impressora• Monitor de TV• Perfurador de cartão	Sinais de alta tensão que aciona os equipamentos de controle como: <ul style="list-style-type: none">• Motor• Relé eletromagnético• Solenóide
Locais de Instalação	Estritórios e salas climatizadas	Proximidades das máquinas nas estações de trabalho
Estrutura Construtiva	Para sinais de baixa tensão e corrente	Para sinais de alta tensão e corrente
Objetivo	Processamento de dados	Operação das máquinas
Usuário	Especialistas como programadores e operadores	Pessoal não especializado como operadores de máquinas e encarregados dos locais de trabalho.
Linguagem de Programação	Linguagem específica do computador	Linguagem próxima à sequência de controle constante do circuito de relés, diagrama de tempos e outros.

Controlador Lógico Programável



O desenvolvimento dos CLPs começou em 1968 em resposta a uma requisição da Divisão Hidráulica da General Motors. Naquela época, a General Motors freqüentemente passava dias ou semanas alterando sistemas de controle baseados em relés, sempre que mudava um modelo de carro, ou introduzia modificações na linha de montagem.

Controlador Lógico Programável

➤ Fatores que contribuíram para a criação do CLP:

- Desenvolvimento tecnológico da informática (software e hardware)
- Surgimento de microprocessadores e microcontroladores
- Evolução, em termos gerais, da eletrônica

A razão principal da aceitação dos CLPs pela indústria foi que a linguagem inicial de programação era baseada nos diagramas LADDER e símbolos elétricos usados normalmente pelos eletricitistas.

Vantagens dos CLPs

- Menor ocupação de espaço;
- Potência elétrica requerida menor;
- Reutilização;
- Programável, se ocorrerem mudanças de requisitos de controle;
- Confiabilidade maior;
- Manutenção mais fácil;
- Maior flexibilidade, satisfazendo um maior número de aplicações;
- Permite a interface através de rede de comunicação com outros CLP's e microcomputadores;
- Projeto do sistema mais rápido.

Tipos de CLPs

- **Micros CLPs (relés industriais programáveis);**
 - ◆ Pequenas aplicações isoladas
 - ◆ Pequeno número de E/S
 - ◆ Geralmente não aceitam valores analógicos

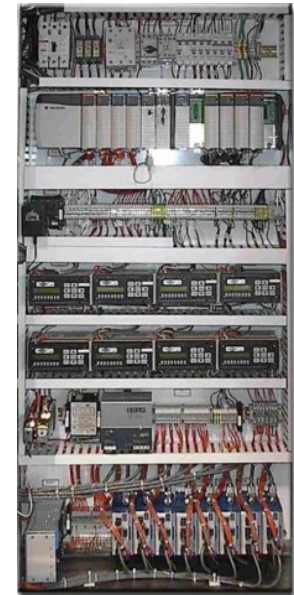
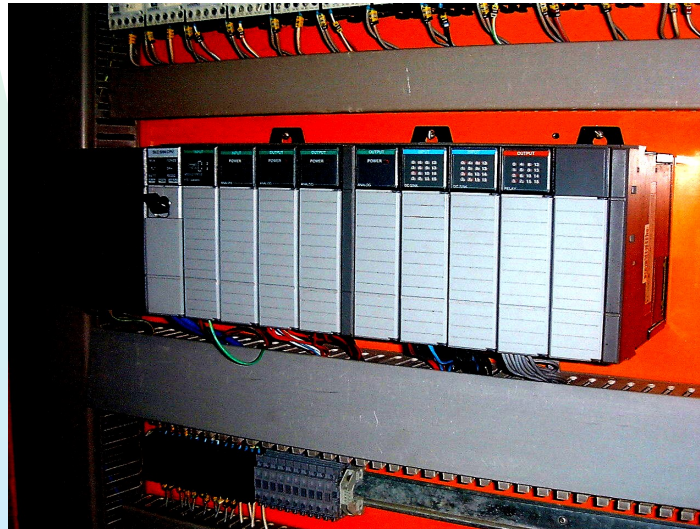


- **CLP's compactos;**
 - ◆ Montados em uma única caixa
 - ◆ Memória limitada (8 a 32 kbytes)
 - ◆ Atendem a grande maioria das aplicações

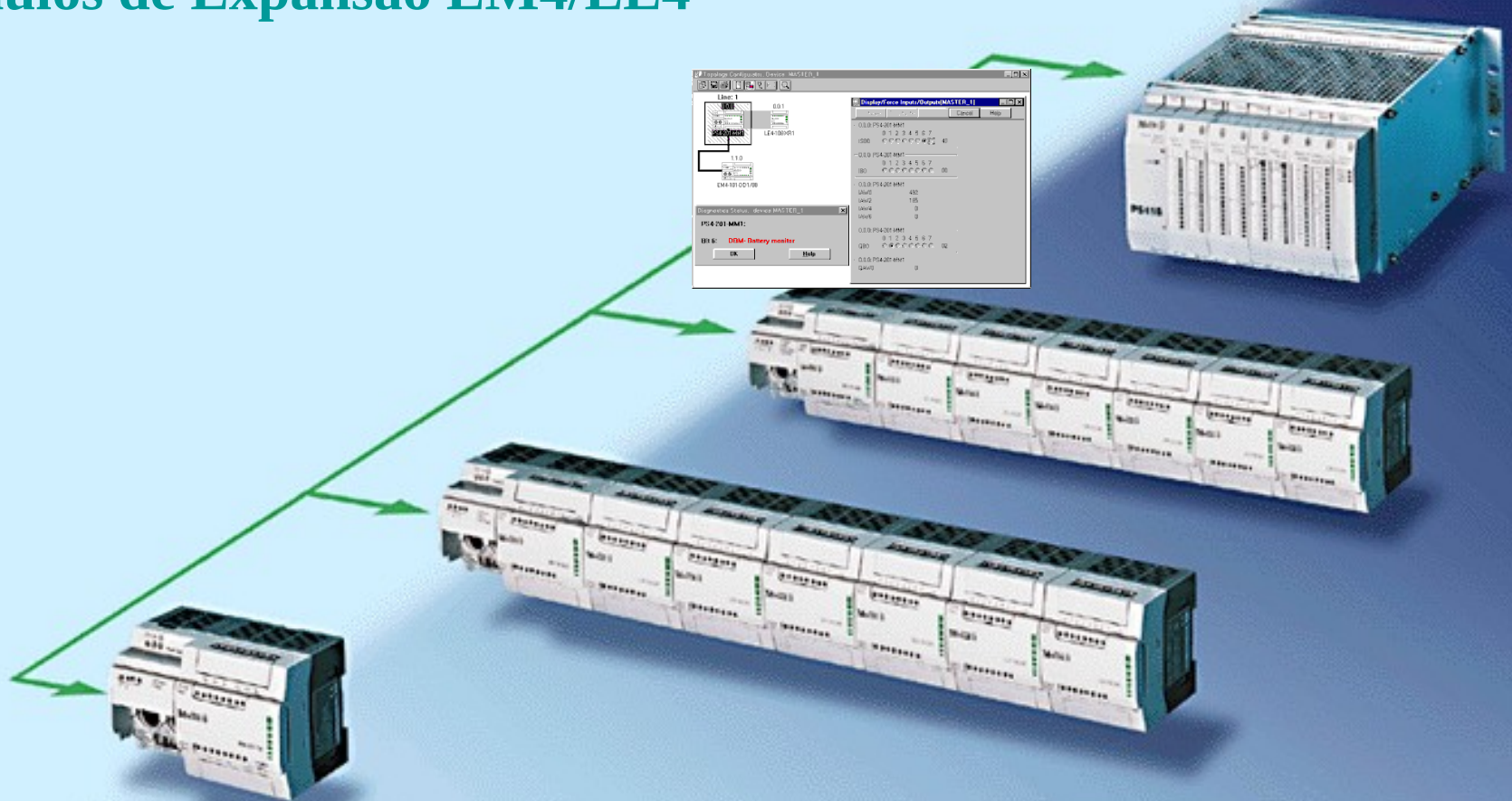


Tipos de CLPs

- CLPs Modulares;
 - ◆ Montados em Racks
 - ◆ Cada dispositivo (fonte, CPU, entradas digitais, etc) existe uma placa (módulo) específica.
 - ◆ Velocidade de processamento e grande número de E/S



Módulos de Expansão EM4/LE4



EM4-100

6AI / 4AQ	24VDC	Interbus
6TI / 2AI	24VDC	Suconet K
6AI / 4AQ	24VDC	Suconet K
8I / 6R	115-230VAC	Suconet K1
8I / 8Q	24VDC	Suconet K1

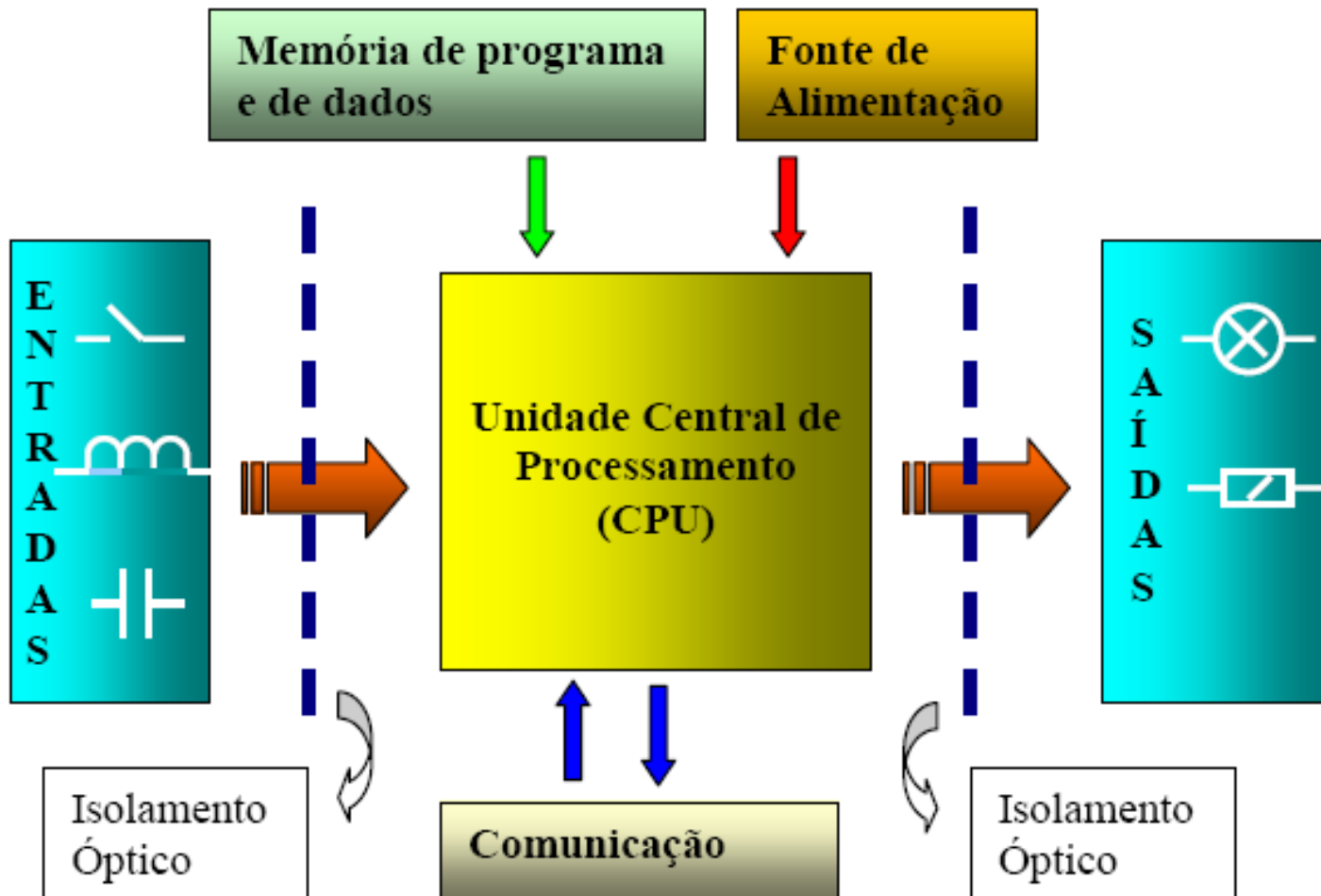
EM4-200

16I	24VDC	Profibus DP
16I	24VDC	Interbus
16I	24VDC	Suconet K

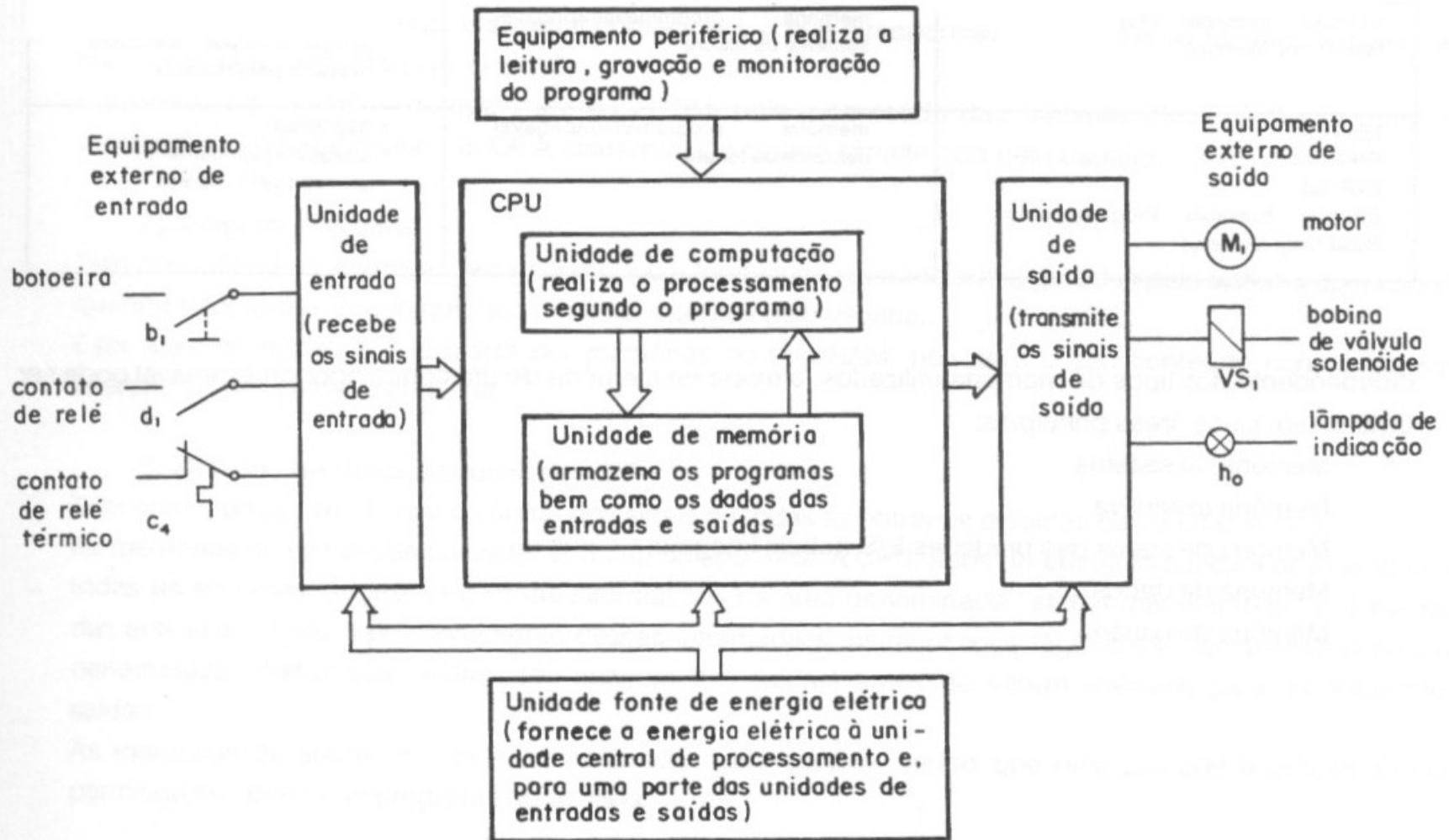
LE4

16Q	8Q (110VAC)
16I	4P
8I / 8Q	2CI
8Q-2A	Profibus FMS
8R	Suconet K
8I (110VAC)	4AI / 2AQ

Estrutura de um CLP



Estrutura de um CLP



Interfaces de Entrada

Os terminais de entrada conectados no CLP formam uma interface onde os dispositivos de campo são conectados ao CLP.



As entradas digitais fornecem um estado energizado ou desenergizado ao CLP.



As entradas analógicas fornecem um sinal dentro de uma faixa.



Interfaces de Entrada

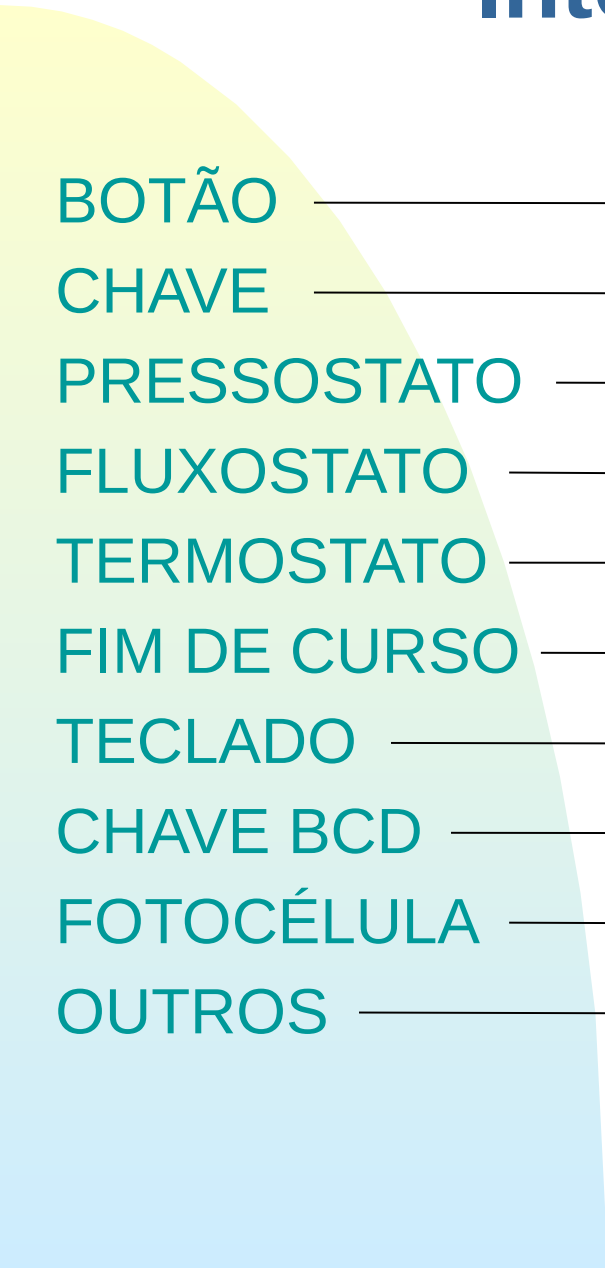
BOTÃO →
CHAVE →
PRESSOSTATO →
FLUXOSTATO →
TERMOSTATO →
FIM DE CURSO →
TECLADO →
CHAVE BCD →
FOTOCÉLULA →
OUTROS →

24V

**CARTÕES
DISCRETOS**

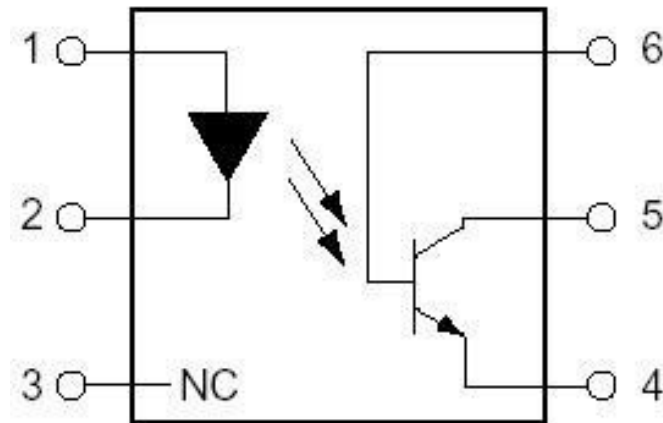
5V

UCP



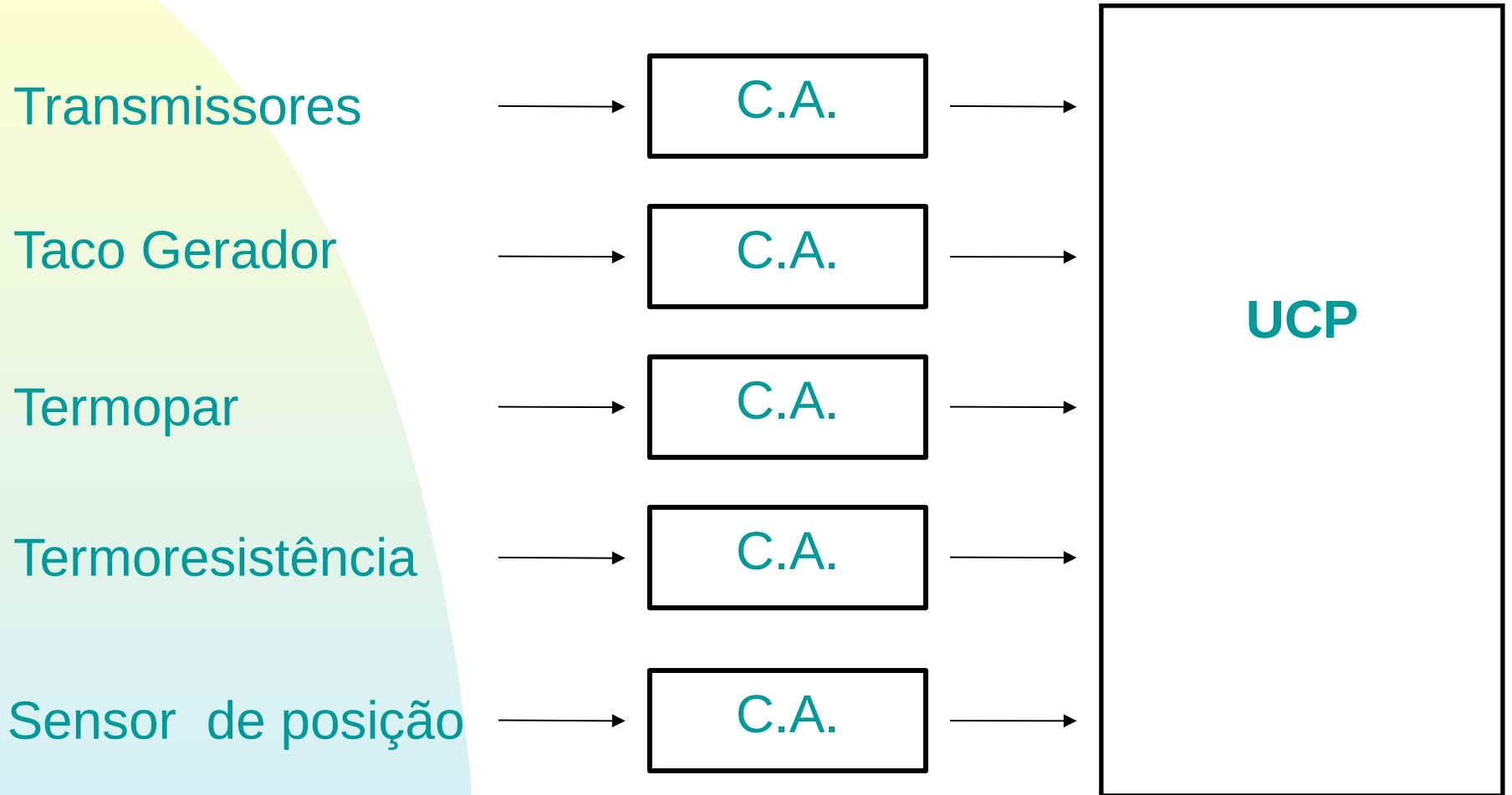
Interfaces de Entrada

Para que os componentes internos fiquem eletricamente isolados dos terminais de entrada, os CLPs empregam um isolador óptico, que usa a luz para acoplar um dispositivo elétrico a outro.



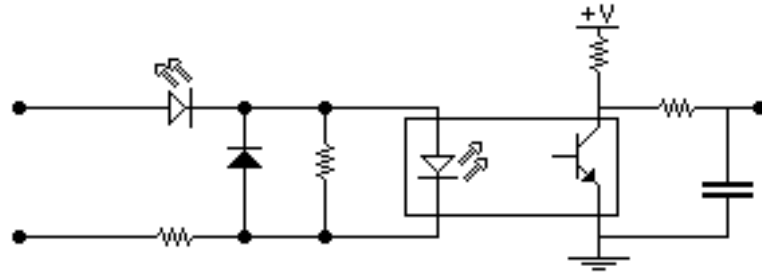
Os circuitos de entrada do CLP também filtram os sinais de tensão vindos do campo para classificá-los como válidos ou ruídos, a validação do sinal é feita de acordo com a sua duração, geralmente de 8ms.

Interfaces de Entrada

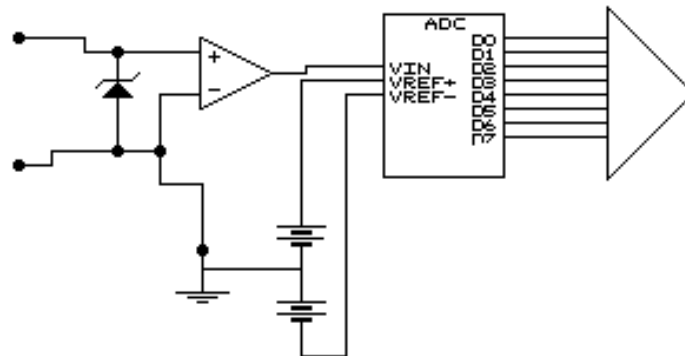
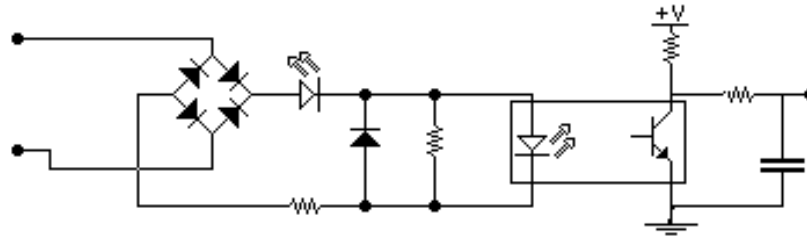


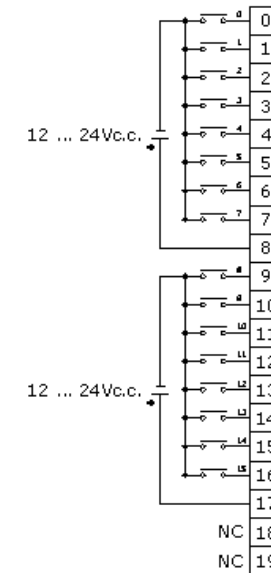
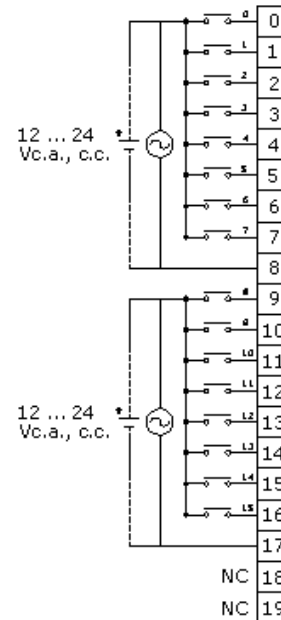
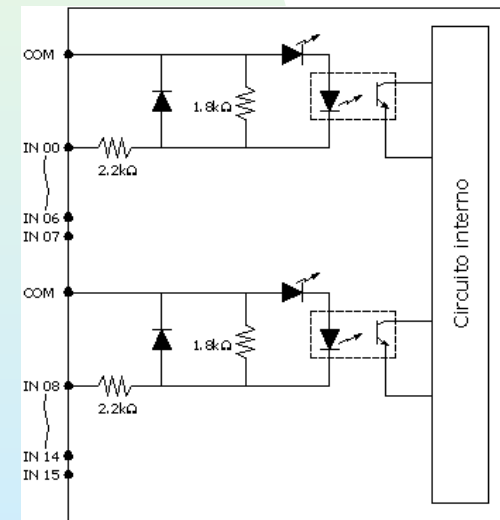
Interfaces de Entrada

ENTRADA



C.P.U.





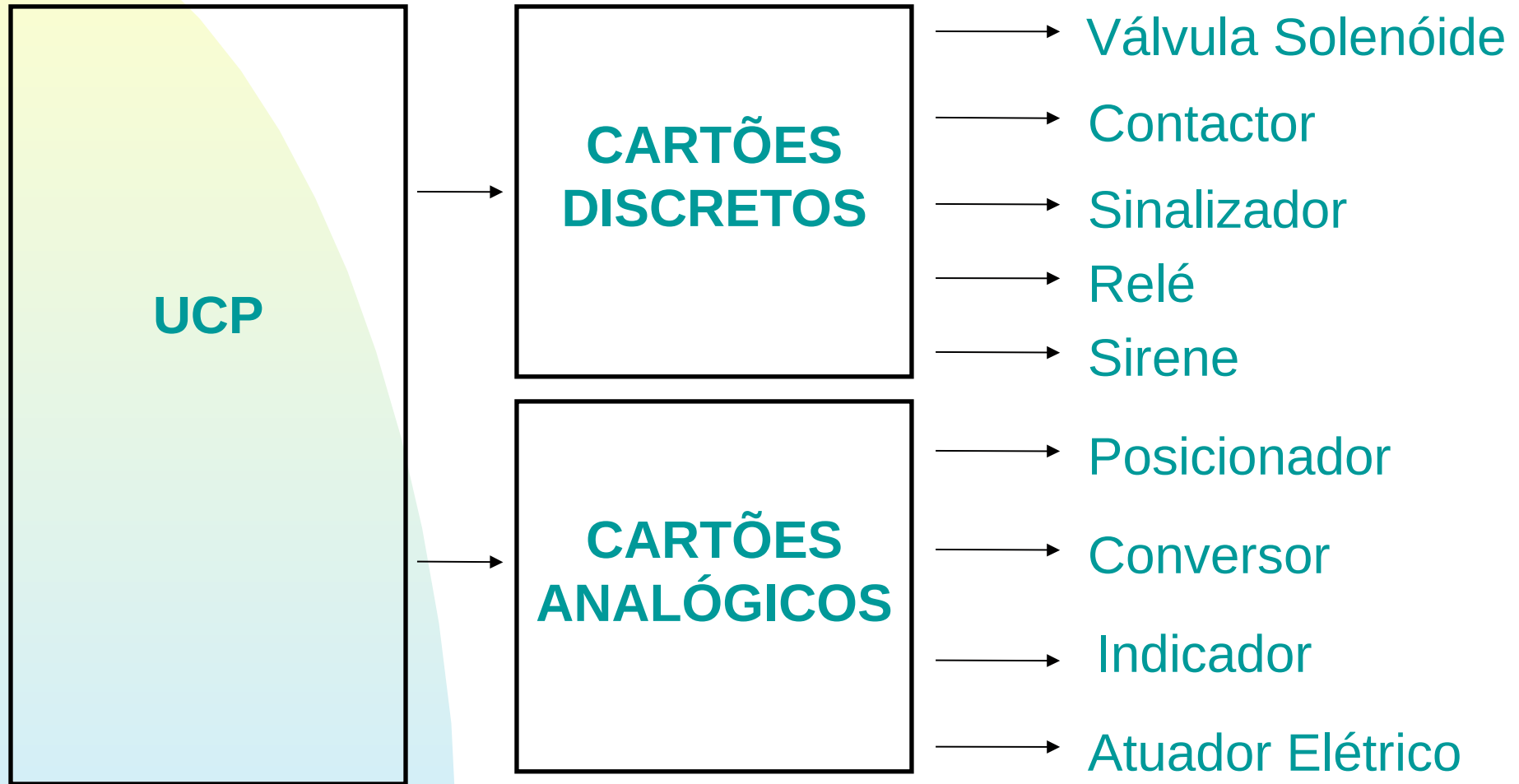
Interfaces de Saída

Os dispositivos que vão atuar no sistema ou ativar algum alarme são instalados nos terminais de saída.

Os circuitos de saída funcionam de maneira similar aos circuitos de entrada: os sinais emitidos pela CPU passam por circuitos *drives* para energizar os circuitos de saída.



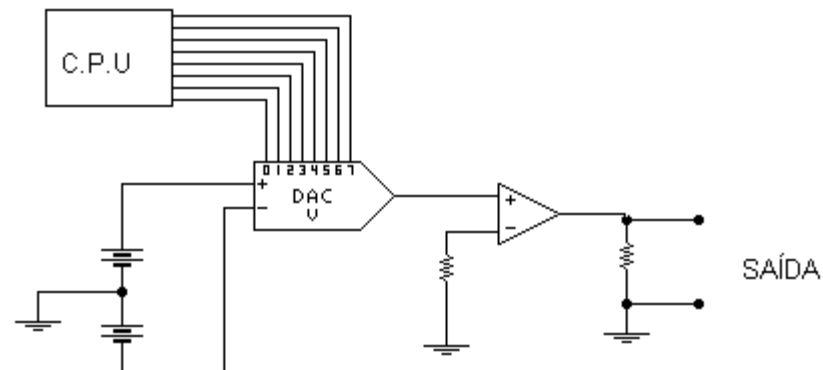
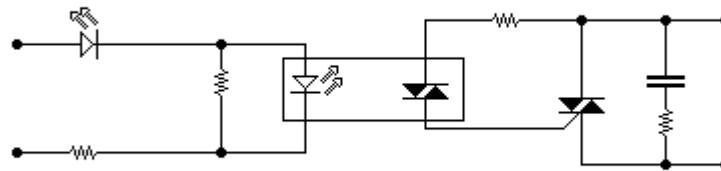
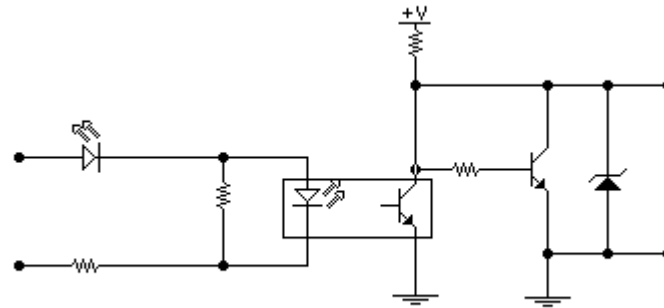
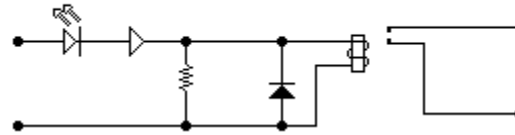
Interfaces de Saída



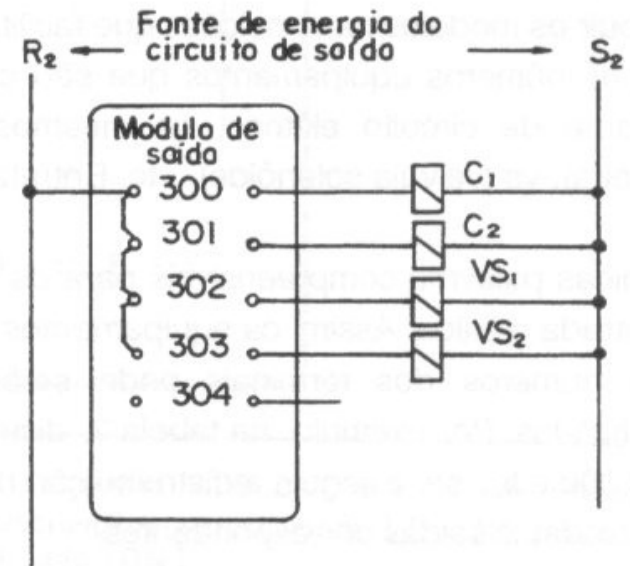
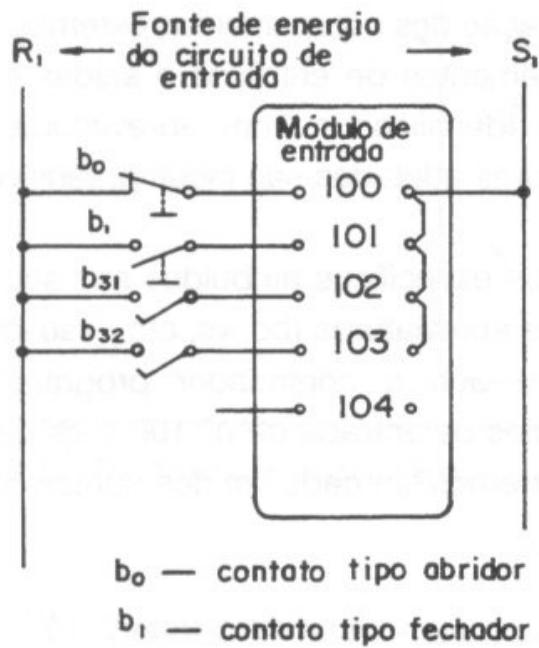
Interfaces de Saída

CPU

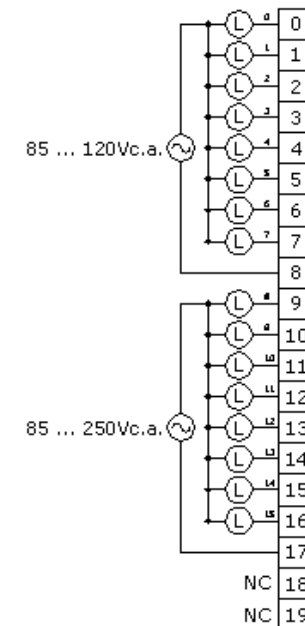
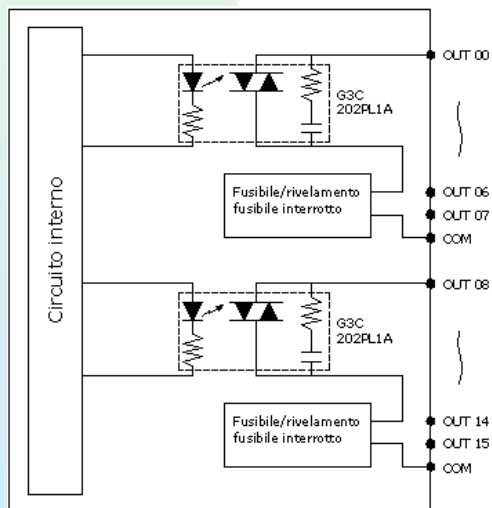
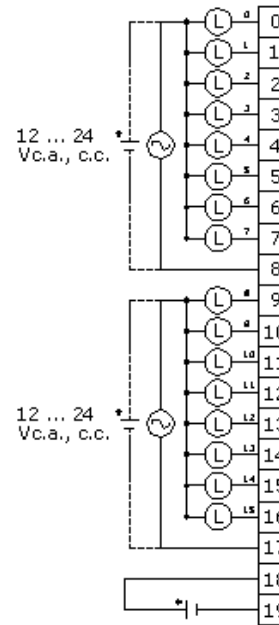
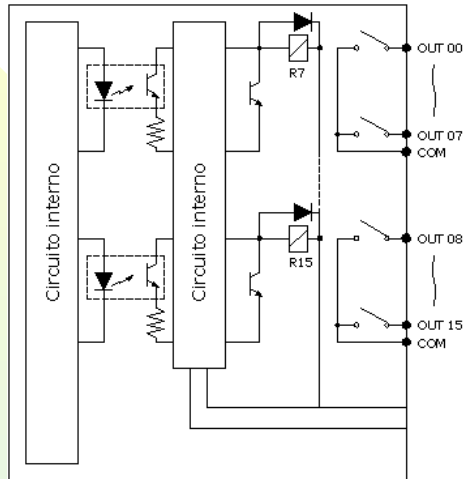
SAÍDA



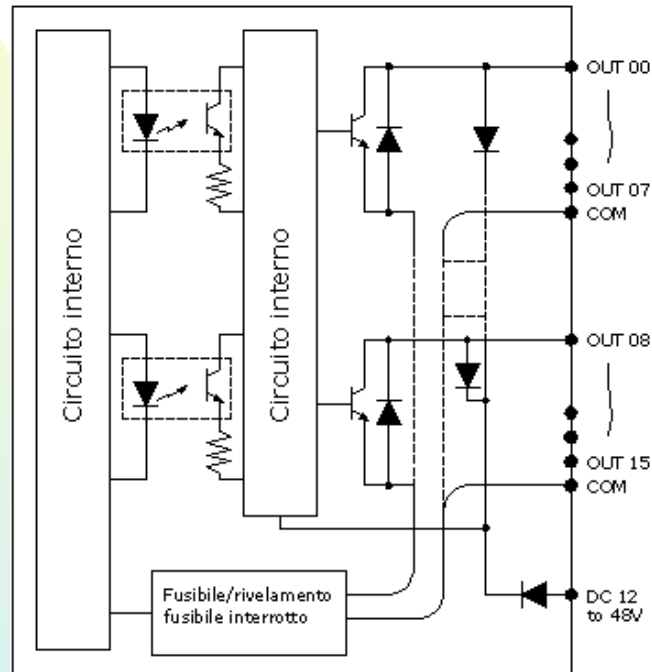
Interfaces de Saída



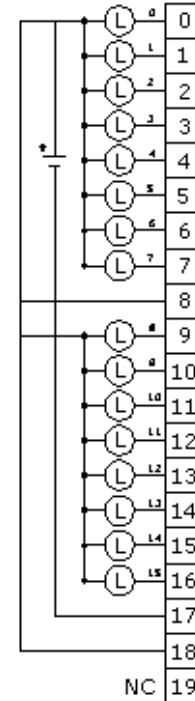
Interfaces de Saída



Interfaces de Saída



12 ... 48
Vc.c.



Unidade Central de Processamento

A **Unidade Central de Processamento (UCP)** é responsável pelo processamento do programa que consiste em:

- Coleta os dados dos cartões de entrada
- Realiza o processamento segundo o programa do usuário
- Envia o sinal para os cartões de saída como resposta ao processamento
- Pode controlar vários pontos de entrada e saída

Memória

Armazena todas as instruções assim como os dados necessários para executá-las. Essas informações armazenadas no sistema de memória são chamadas *palavras de memória*.

O sistema de memória é dividido em:

Memória do programa supervisor: programa é responsável pelo gerenciamento de todas as atividades do CLP. Não pode ser modificado pelo usuário e fica normalmente em memórias do tipo PROM, EPROM, EEPROM.

- Contém o programa monitor que faz o *start up* do controlador
- Armazena dados
- Gerencia a sequência de operações
- Armazena uma cópia do programa que está sendo executado

Memória

Memória do usuário: Armazena o programa aplicativo do usuário. **Constituída por memórias** do tipo RAM, EEPROM ou FLASH-EPROM. Também pode-se utilizar cartuchos de memória, para proporcionar agilidade e flexibilidade.

Memória de dados: Armazena valores do programa do usuário, tais como valores de temporizadores, contadores, códigos de erros, senhas, etc. Nesta região se encontra também a memória imagem das entradas – a saídas. Esta funciona como uma tabela virtual onde a CPU busca informações para o processo decisório.

Fonte de Alimentação

Fornece alimentação em tensão contínua adequadamente filtrada e regulada para o bom funcionamento do programador e sua capacidade varia em função do tamanho do sistema a ser controlado.



Há uma bateria que impede a perda do programa do usuário caso falte energia.

As tensões de entrada das fontes disponíveis no mercado são: 100-240Vca; 24Vcc; 24Vca.

Circuitos Auxiliares

POWER ON RESET: desliga todas as saídas assim que o equipamento é ligado,

isso evita que possíveis danos venham a acontecer.

POWER DOWN: monitora a tensão de alimentação salvando o conteúdo das

memórias antes que alguma queda de energia possa acontecer.

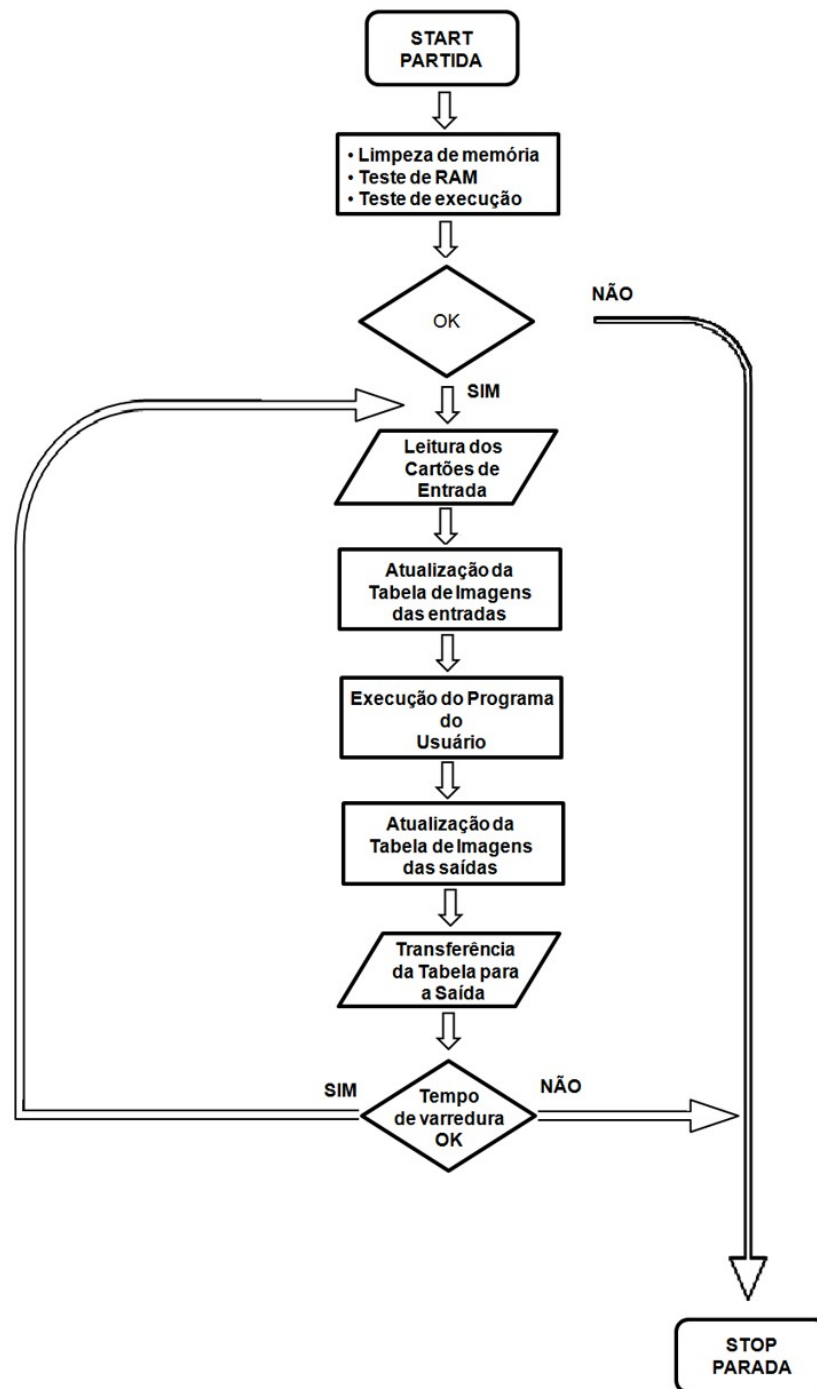
WATCH DOG TIMER: o cão de guarda deve ser acionado em intervalos

periódicos, isso evita que o programa entre em “loop”.

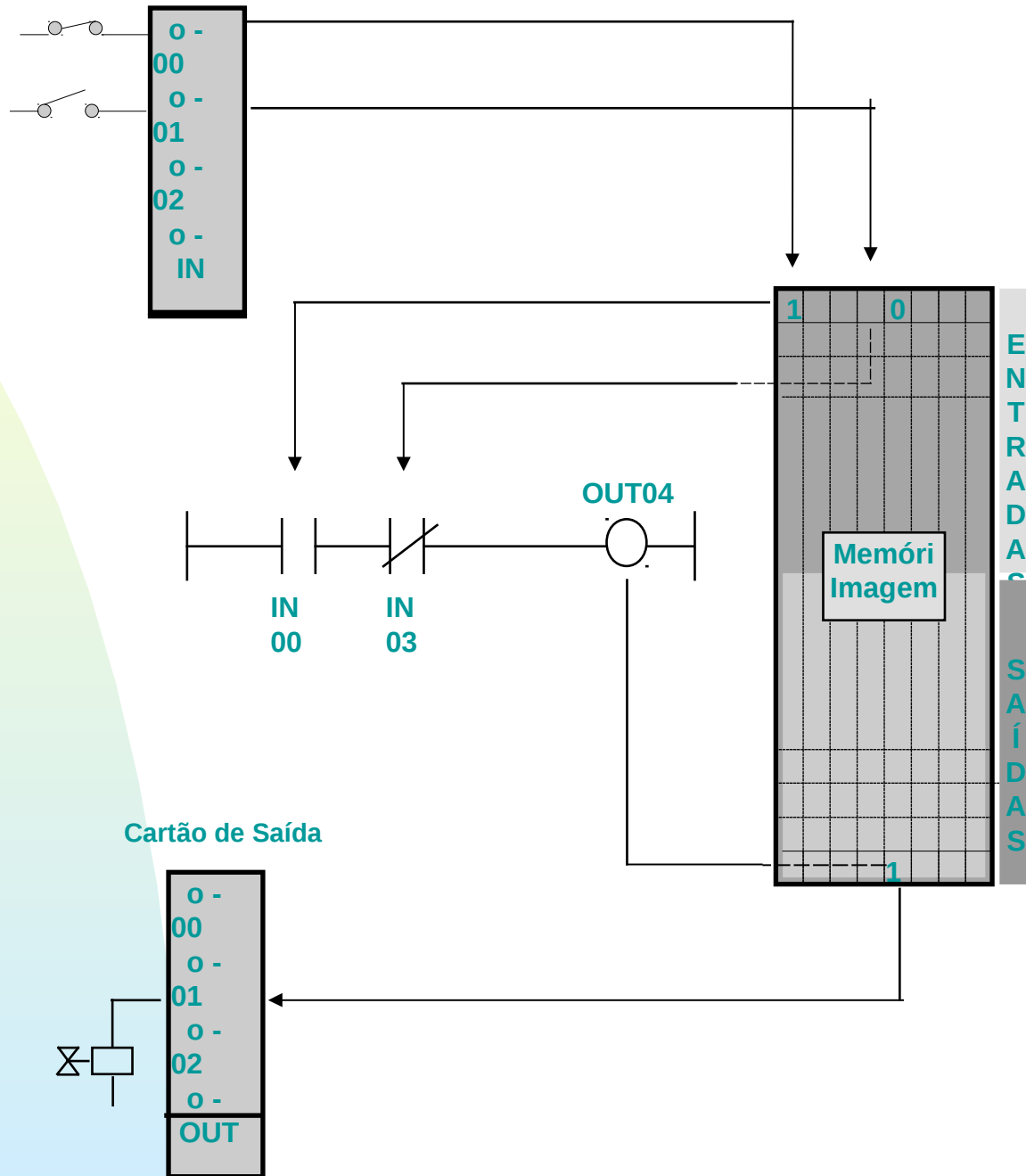
Ciclo de Operação

No estado RUN o CLP assume a função de execução do programa do usuário. Neste estado, alguns controladores, podem sofrer modificações de programa. Este tipo de programação é chamado *on-line* (em linha).

Quando o CLP é energizado, estando ele no estado de execução, o mesmo cumpre uma rotina de inicialização gravada em seu sistema operacional, que segue as seguintes tarefas:



Cartão de Entrada



Ciclo de Operação

Os elementos principais de um ciclo de operação são :

➤ *Varredura das Entradas*

- O CLP examina os dispositivos externos de entrada quanto ao estado energizado ou desenergizado do terminal de entrada.
- O estado das entradas é armazenado temporariamente na “Tabela de Imagem das Entradas”.

Ciclo de Operação

➤ *Varredura do Programa*

- Durante a varredura do programa o CLP examina as instruções no programa LADDER.
- Usa os dados de entrada juntamente com o programa para ativar as saídas e armazenar na “Tabela de Imagem de Saídas”.

➤ *Varredura das Saídas*

- Baseado nos dados da tabela de imagem de saída , o CLP energiza ou desenergiza seus circuitos de saída que exercem controle sobre dispositivos externos.

Linguagem de Programação

As principais linguagens que obedecem as especificações da IEC são:

LADDER Diagram (LD): Uma linguagem gráfica que associa as entradas a contatos (interruptores) e as saídas a bobinas.

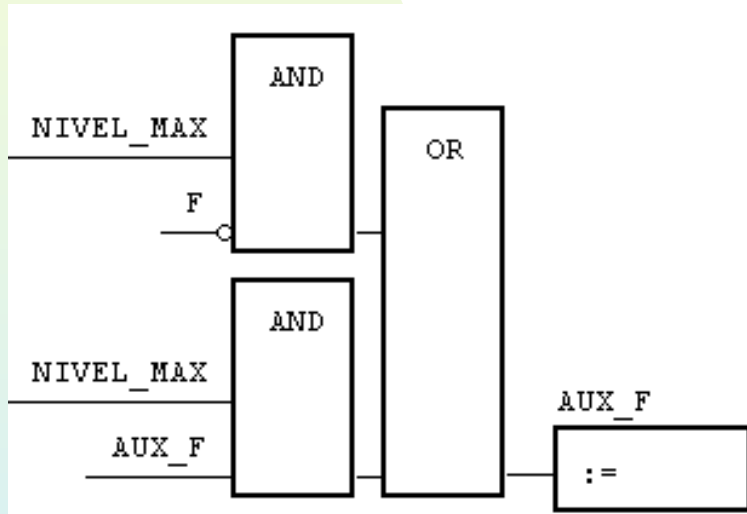
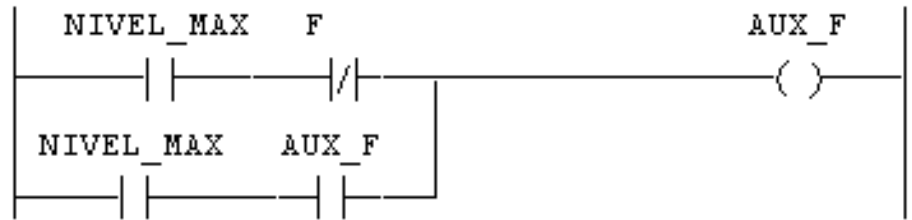
Structured Text (ST): A STL é baseada na álgebra de Boole, onde contém instruções do tipo E (and) e OU (or), etc.

Instructions list (IL): É uma linguagem particular onde cada linha é composta por um contato contendo, entre outras, instruções de salto, desvio condicionais.

Diagramas de Blocos de Função (FBD)

Linguagem de Programação

Ladder



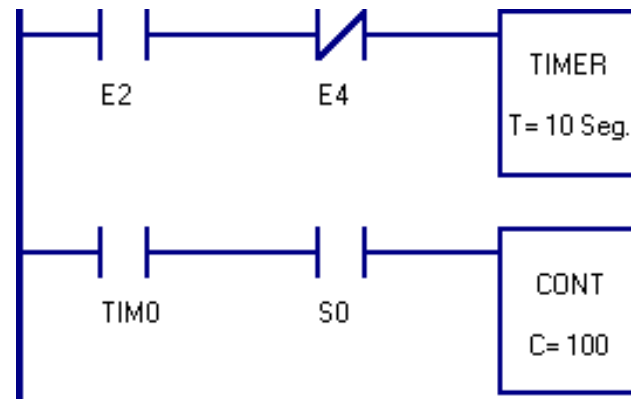
Bloco de Funções

Lista de Instruções

```
LD    NIVEL_MAX
ANDNF
OR    ( NIVEL_MAX
AND  AUX_F)
ST    AUX_F
```

Linguagem de Programação

As instruções usadas para programar a maioria dos CLPs são baseadas em uma combinação de linguagem booleana, lógica ladder e expressões mnemônicas.



Timer – Temporizador

Cont – Contador

Mov – Mover

And – Função “e”

Or – Função “ou”

Rst – Reset

O diagrama elétrico consiste de duas linhas horizontais ou barras de alimentação sendo que a corrente circula de cima para baixo

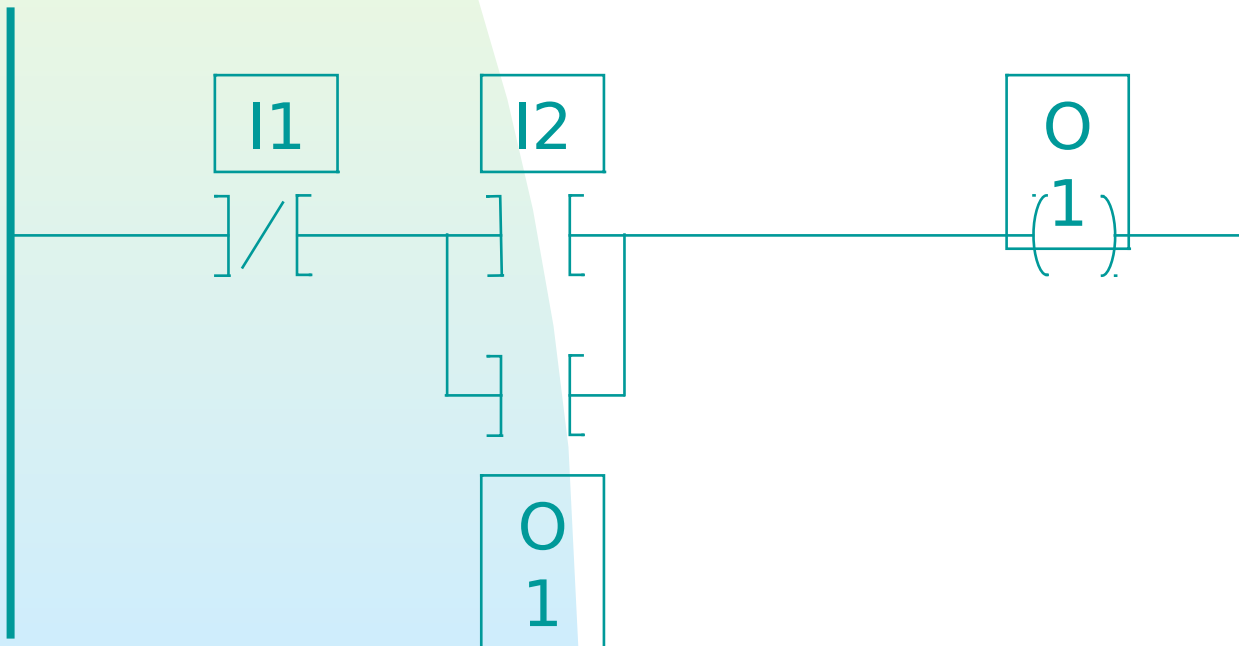
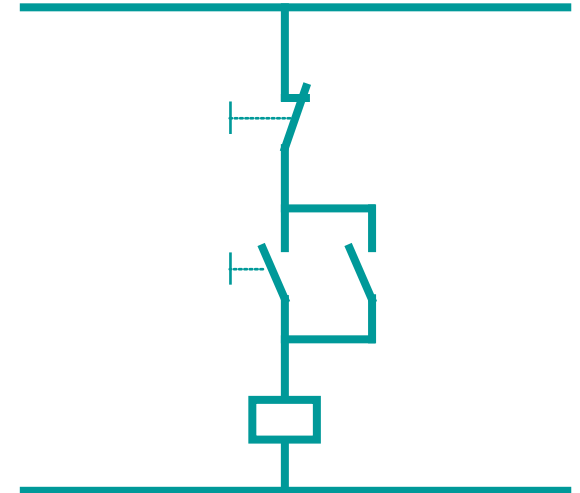
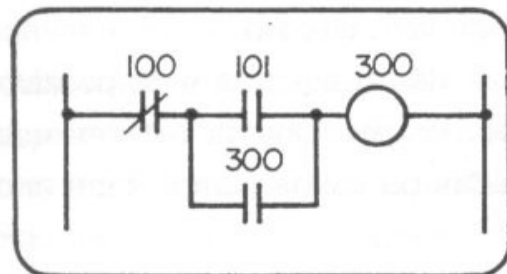
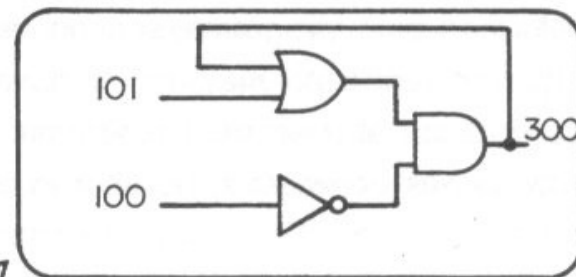


Diagrama em Ladder



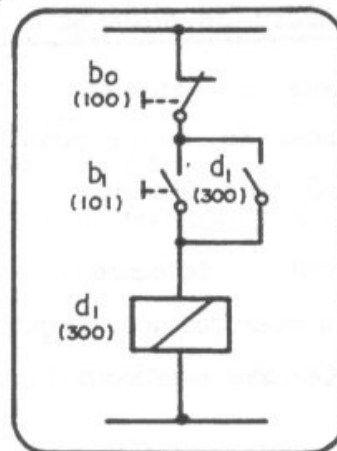
(a) Método de diagrama LADDER



(b) Método de apresentação por PORTAS LÓGICAS.

LOAD	101
OR	300
AND NOT	100
OUT	300

(d) Método de INSTRUÇÃO



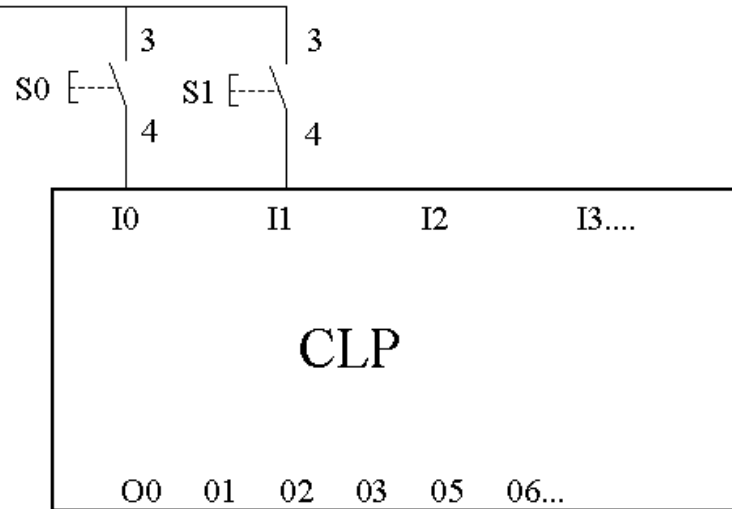
Esquema do circuito

$$\overline{100} \cdot (101 + 300)$$

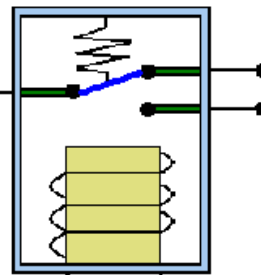
$$= 300$$

(c) Método de EQUAÇÃO LÓGICA

+24 Vcc



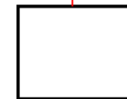
220 Vca

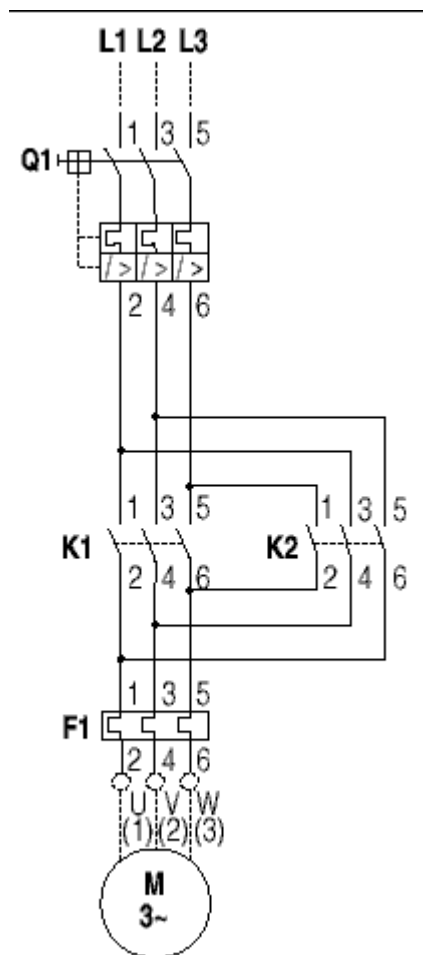
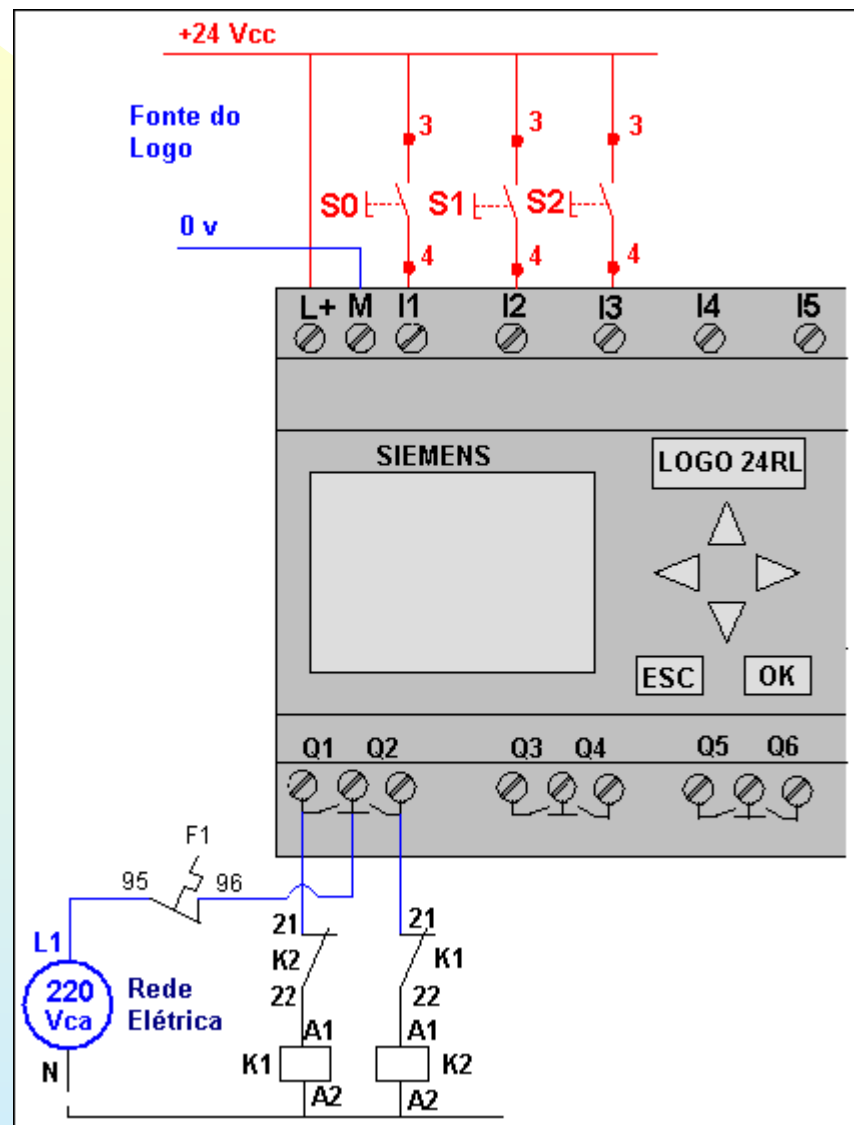


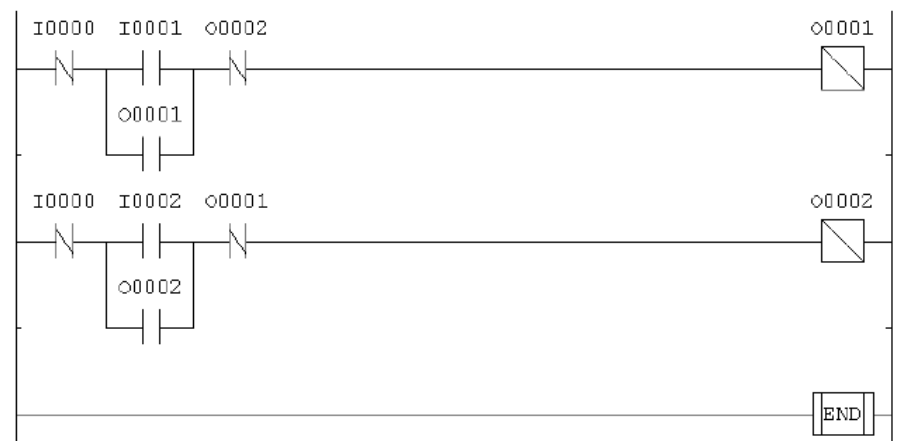
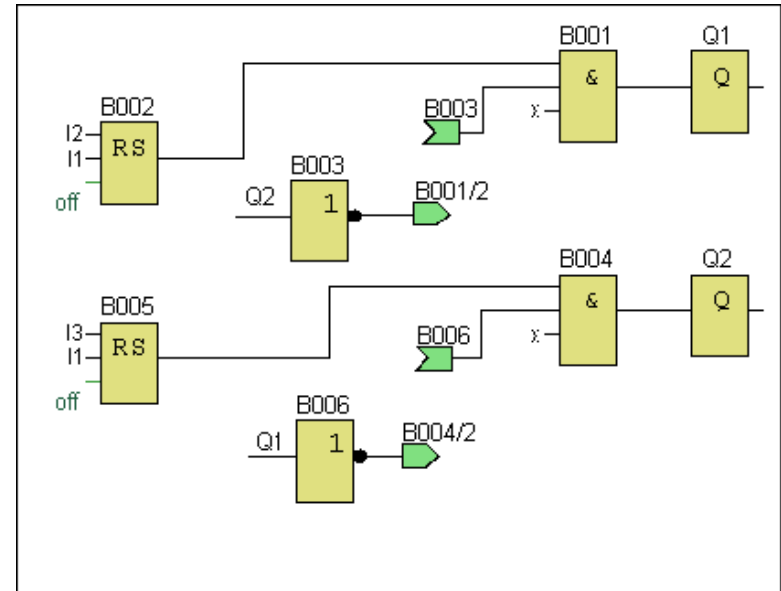
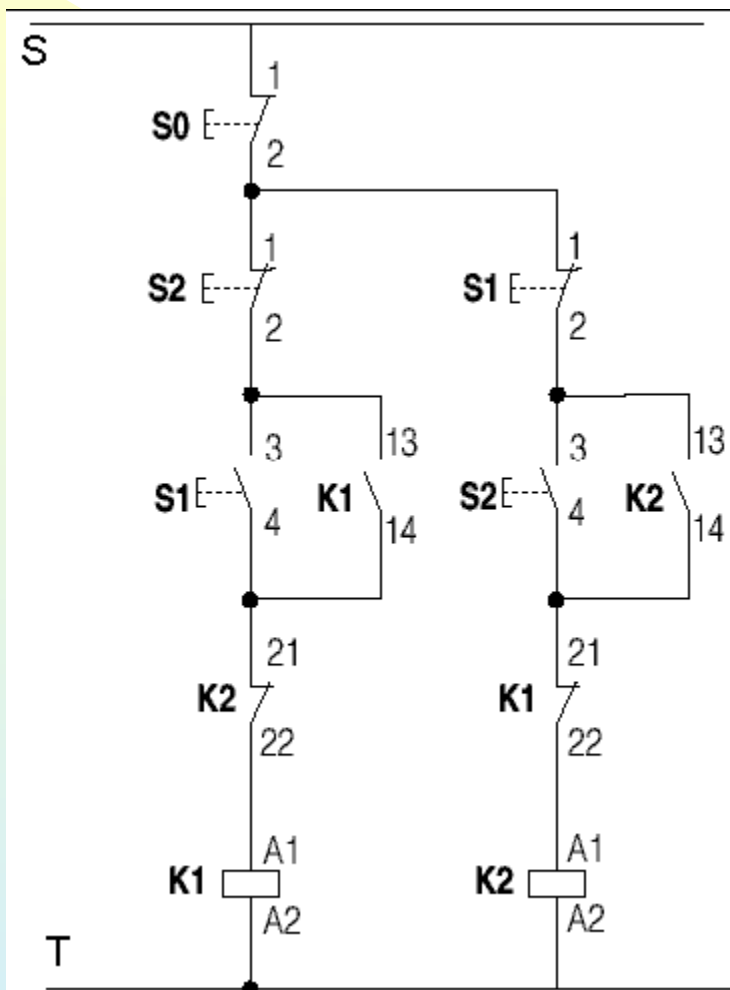
OV

A1

A2







Características Gerais

- ◆ Possibilidade de monitoração
- ◆ Compatibilidade com diferentes tipos de sinais de entrada e de saída
- ◆ Capacidade de alimentar, de forma contínua ou chaveada, cargas que consomem correntes de até 2A
- ◆ Permite expansão dos diversos tipos de módulos e da capacidade de memória
- ◆ Conexão com outros CLPs através de rede de comunicação
- ◆ Modulação de fácil expansão



Programação IEC 61131-3

Imagine que você está:

- Trabalhando com várias marcas de controladores diferentes
- Usando diferentes linguagens de programação
- Se esforçando para adequar a linguagem dos engenheiros de software com os engenheiros eletricitas e de manutenção no chão de fábrica
- E vendo o seu concorrente se saindo melhor

International Electrotechnical Commission

Propósitos para os sistemas abertos

- Diferentes linguagens de programação;
- Qualidade do software;
- Custo do software;
- Portabilidade de aplicações;
- Reutilização de software.



NORMA IEC- 61131-3

Vantagens da norma para programar

- *Padrão Internacional Aceito*
 - ◆ *Passo a passo de como os fornecedores deverão atendê-la;*
 - ◆ *Estruturas uniformes.*
- *Gera economia do seu tempo*
 - ◆ *Reduz a dificuldade de entendimento e os erros;*
 - ◆ *Funções e blocos de funções padrões;*
 - ◆ *Suporte seguro e qualidade na programação*
 - ◆ *Fácil e confortável estruturação;*
 - ◆ *Erros na programação de tipos de dados proibidos.*
- *Oferece a melhor linguagem para cada problema*
 - ◆ *Estruturação de linguagem, permitindo revisão;*
 - ◆ *Disponibilidade de linguagem de alto nível;*
 - ◆ *Possibilidade de “misturar” diferentes tipos de linguagens.*

Norma IEC 61131-3

Sequenciamento Gráfico de Funções (SFC) Sequential Function Chart

**Texto
Estruturado
(ST)**
Strutured Text

**Lista de
instruções
(IL)**
Instruction
List

**Diagrama
Ladder
(LD)**

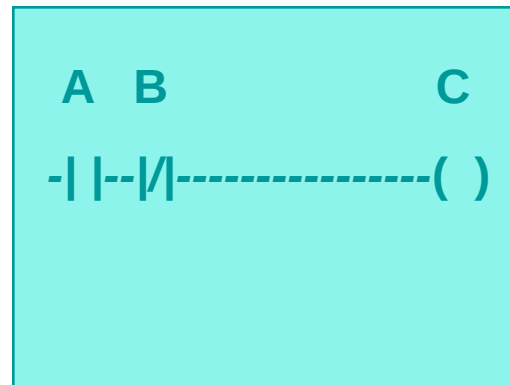
**Diagrama
Blocos
Funcionais
(FBD)**
Function
Block
Diagram

TEXTUAIS

GRÁFICAS

Diagrama Ladder (LD)

- ◆ Padronizada, conjunto reduzido de símbolos da programação ladder convencional

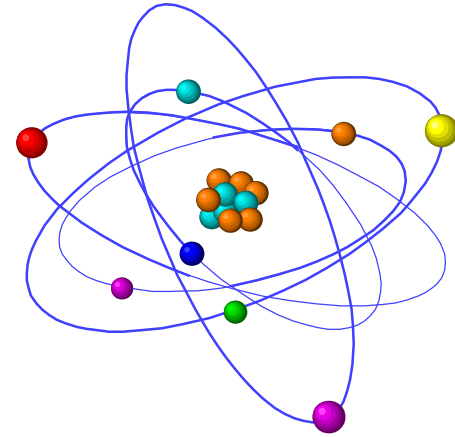


Lista de Instruções (IL)

- ◆ Apenas uma operação, tal como o armazenamento de um valor, é permitido por linha de programa

LD	A
ANDN	B
ST	C

Texto Estruturado (ST)



- Linguagem estruturada de alto nível
- Sintaxe semelhante ao Pascal

```
C:= A  AND  NOT B
```

Diagramas de Blocos de Função (FBD)

- Linguagem gráfica, amplamente usada na Europa
- Permite que os elementos de programa sejam representados como blocos para serem interligados de forma análoga ao diagrama de circuitos
- Usada em muitas aplicações que envolvem o fluxo de informação ou dados entre os componentes de controle

