



EPUSP

Engenharia de Automação Industrial

Bloco 2 - Controladores Programáveis



EPUSP

Controladores Programáveis

Histórico

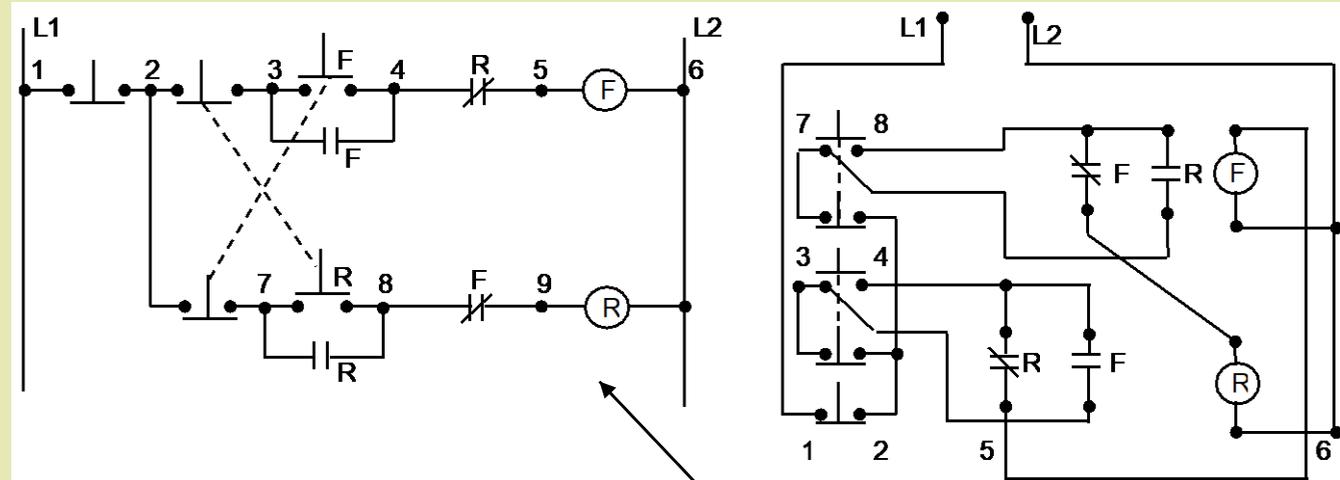
- Na década de 1970, os controladores passaram a ter microprocessadores e a serem denominados Controladores Programáveis (CLPs).
- Na década de 1980, houve aperfeiçoamento das funções de comunicação dos CLPs, sendo então utilizados em rede.
- Atualmente, as principais características dos Controladores Programáveis são as seguintes:
 - *Linguagens de programação de alto nível* caracterizando um sistema bastante amigável com relação ao operador.
 - *Simplificação nos quadros e painéis elétricos*. Toda a fiação do comando fica resumida a um conjunto de entradas e saídas. Como consequência, qualquer alteração necessária torna-se mais rápida e barata.



EPUSP

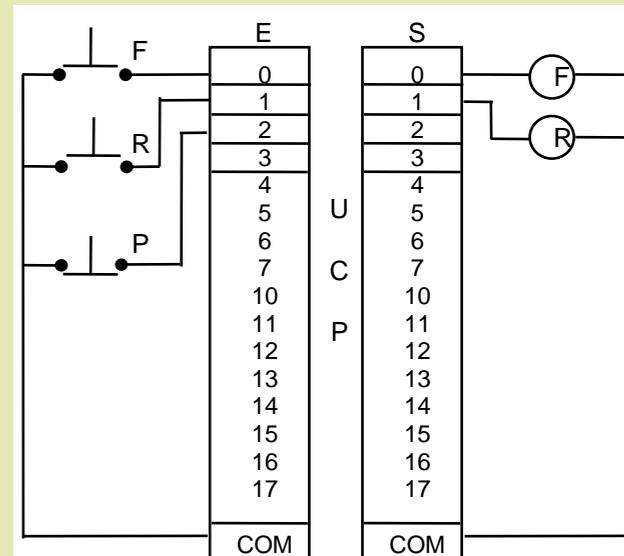
Controladores Programáveis

Histórico

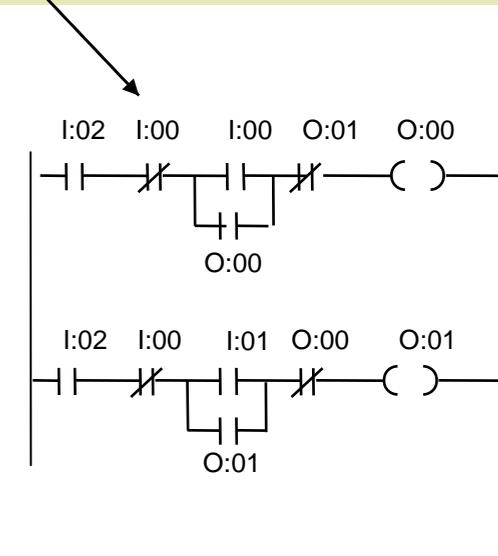


Circuito lader

Circuito de ligação



Circuito de ligação c/ CLP



Programa lader do CLP



EPUSP

Controladores Programáveis

Histórico

Principais características dos CLPs – *continuação*

- *Confiabilidade operacional.* Uma vez que as alterações podem ser realizadas através do programa aplicativo, necessitando de muito pouca ou de nenhuma alteração da fiação elétrica, a possibilidade de haver erro é minimizada.
- *Funções avançadas.* Os controladores podem realizar grande variedade de tarefas de controle através de funções matemáticas, controle da qualidade, informações para relatórios.
- *Comunicação em rede.* Através de interfaces de operação, controladores e computadores em rede permitem coleta de dados e um enorme intercâmbio de troca de dados em relação aos níveis da pirâmide da automação.



EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

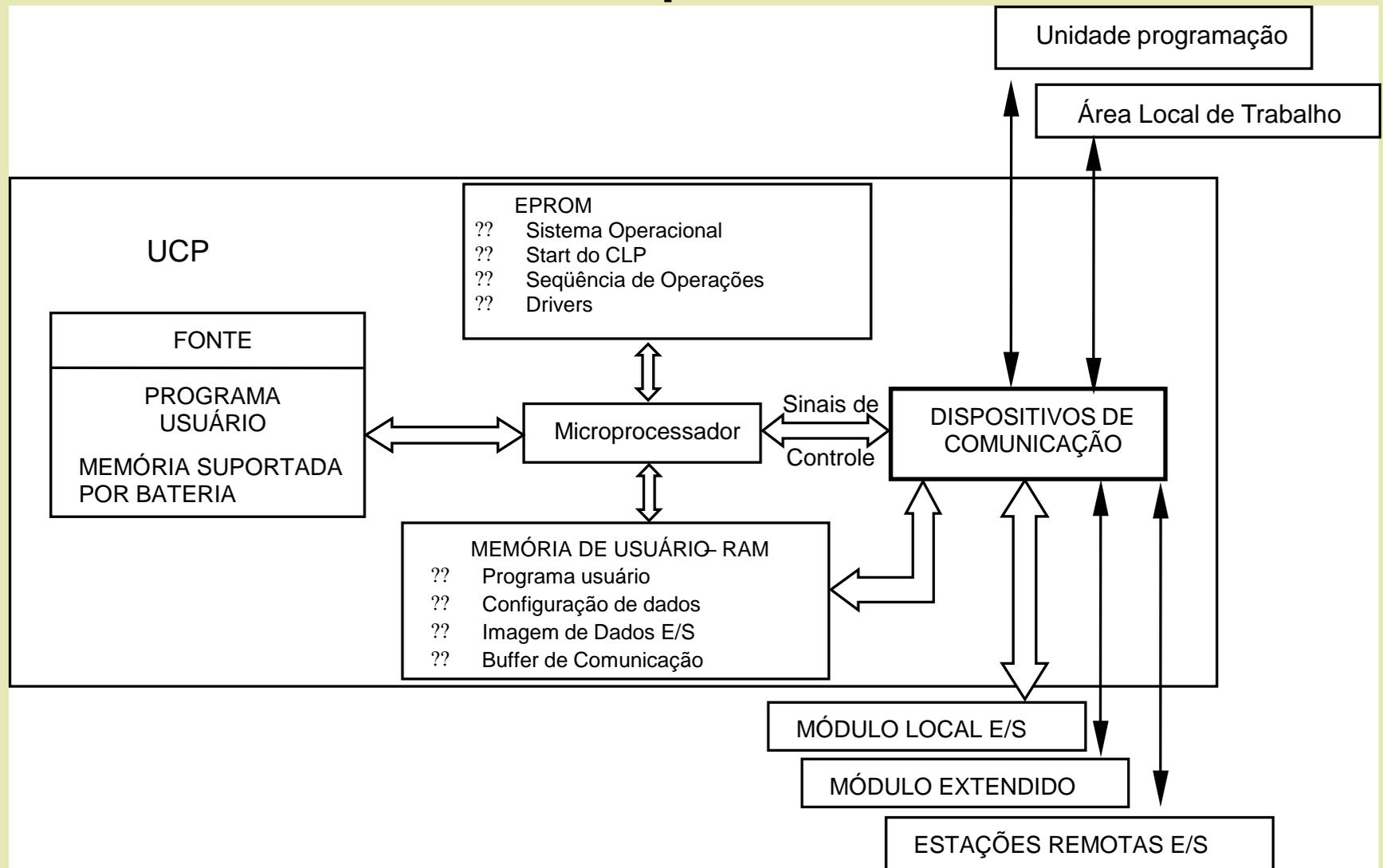


Diagrama de blocos da UCP do CLP



EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Fonte de Alimentação

- Converte corrente alternada em contínua para alimentar o controlador. Caso falte energia, há uma bateria que impede a perda do programa do usuário. Ao retornar a energia, o programa se reinicia.

Existem dois tipos de fontes:

- . Source: fonte de energia interna ao controlador;
- . Sink: fonte de energia externa ao controlador.

UCP - Unidade Central de Processamento

Responsável pela execução do programa do usuário e pela atualização da memória de dados e da memória-imagem das entradas e saídas.

Memória EPROM

Contém programa monitor elaborado pelo fabricante que faz o start-up do controlador, armazena dados e gerencia a sequência de operações. Este tipo de memória não é acessível ao usuário do controlador programável.



EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Memória do Usuário

- Armazena o programa aplicativo do usuário. A CPU processa esse programa e atualiza a memória de dados internos e a de imagem E/S.

A memória possui dois estados:

- RUN: em operação, com varredura cíclica;
- PROG: parado, quando se carrega o programa aplicativo no CLP.

Memória de Dados

Encontram-se aqui dados referentes ao processamento do programa do usuário, isto é, uma tabela de valores manipuláveis.

Memória-Imagem das Entradas e Saídas

Memória que reproduz o estado dos periféricos de entrada e saída.

- . Circuitos das entradas são provenientes de chaves, seletoras, limitadoras...
- . Circuitos das saídas são destinados a dar partida em motores, solenóides...

Especificações de Controladores Programáveis

Controladores programáveis — modelos

a) Controllogix – Fabricante Rockwell Automation 5500

Unidade Central de Processamento

Tempo de varredura – 1,2 ms/kbit

Memória RAM de até 160K palavras expansível para até 2M palavras

Pontos de Entradas e Saídas

Suporta até 128K variáveis discretas e 3,8K variáveis analógicas

Linguagens de Programação

Admite as linguagens ladder, SFC e blocos de funções



Especificações de Controladores Programáveis

Controladores programáveis — modelos - continuação

b) SLC-500/02 – Fabricante Rockwell Automation



Unidade Central de Processamento

Tempo de varredura: 2,0 ms/kbits

Memória RAM – 4K palavras

Pontos de Entradas e Saídas

Suporta até 960 variáveis discretas

Linguagens de Programação

Admite as linguagens Ladder, SFC, lista de instruções e texto estruturado

Conjunto de instruções: “a relés”, contadores, temporizadores, instruções matemáticas avançadas, PID etc.

Especificações de Controladores Programáveis

Controladores programáveis — modelos - continuação

c) Micrologix-1000 – Fabricante Rockwell Automation

Unidade Central de Processamento

Tempo de varredura: 1,0 ms/kbits

Memória RAM – 1K palavras

Pontos de Entradas e Saídas

Suporta até 32 variáveis discretas de entrada e saída.

Linguagens de Programação

Admite as linguagens Ladder, SFC, lista de instruções e texto estruturado

Conjunto de instruções: “a relés”, contadores, temporizadores, instruções matemáticas avançadas, PID etc.



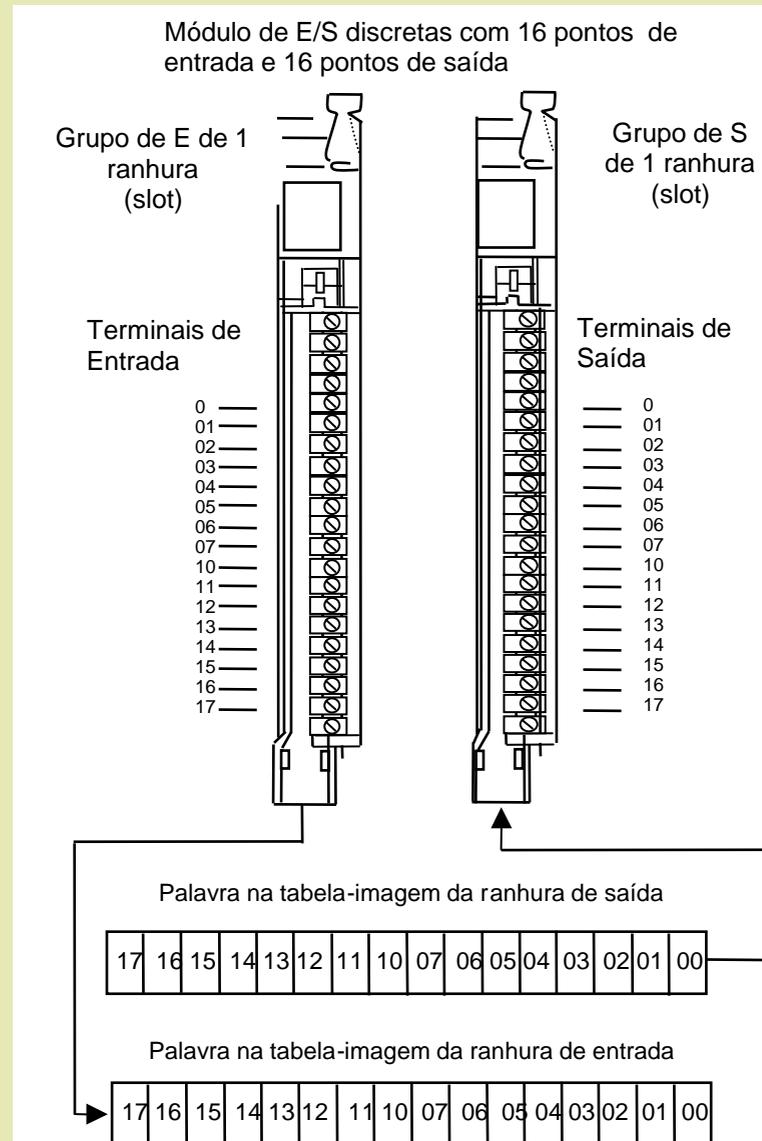


EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Módulo de E/S



Arquitetura

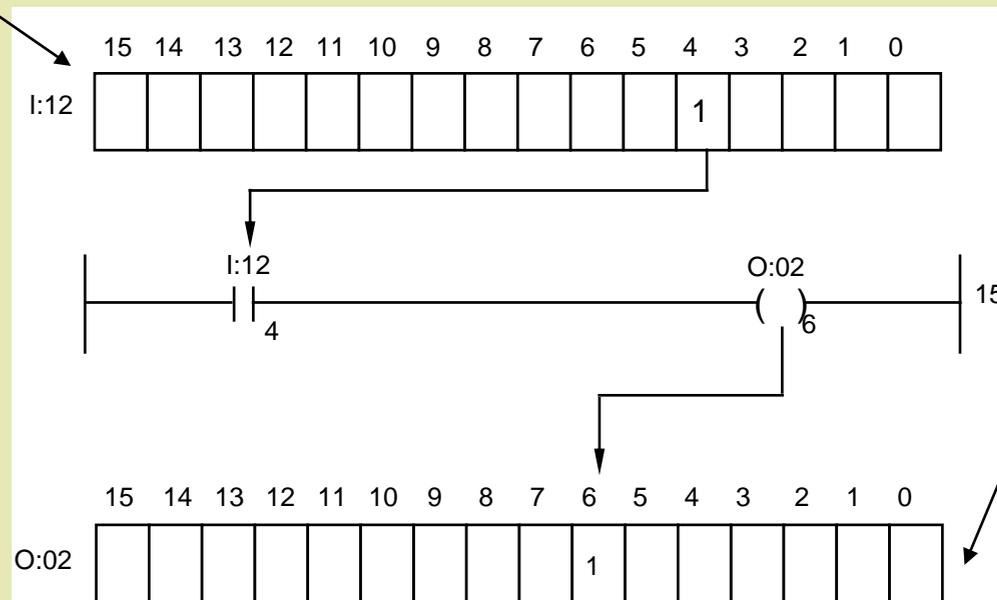
Endereçamento

Os métodos de endereçamento de entradas e saídas nos controladores programáveis são bastante semelhantes. Palavras ou bits podem ser endereçados. A imagem das entradas e saídas (I/O) são realizadas da seguinte maneira:

Exemplo I: 12/04

ou

0:02/06





EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Ciclo de execução (scan) em operação normal (MODO – RUN)

Em um ciclo, o CLP realiza as seguintes etapas básicas:

- atualização das entradas;
- processamento das instruções do programa;
- atualização das saídas.

A varredura é processada em ciclo fechado.

O controlador lê a porta de entrada, gravando a informação na imagem de entrada. Em seguida ocorre o processamento, e, por fim, ele copia a imagem de saída na porta de saída.

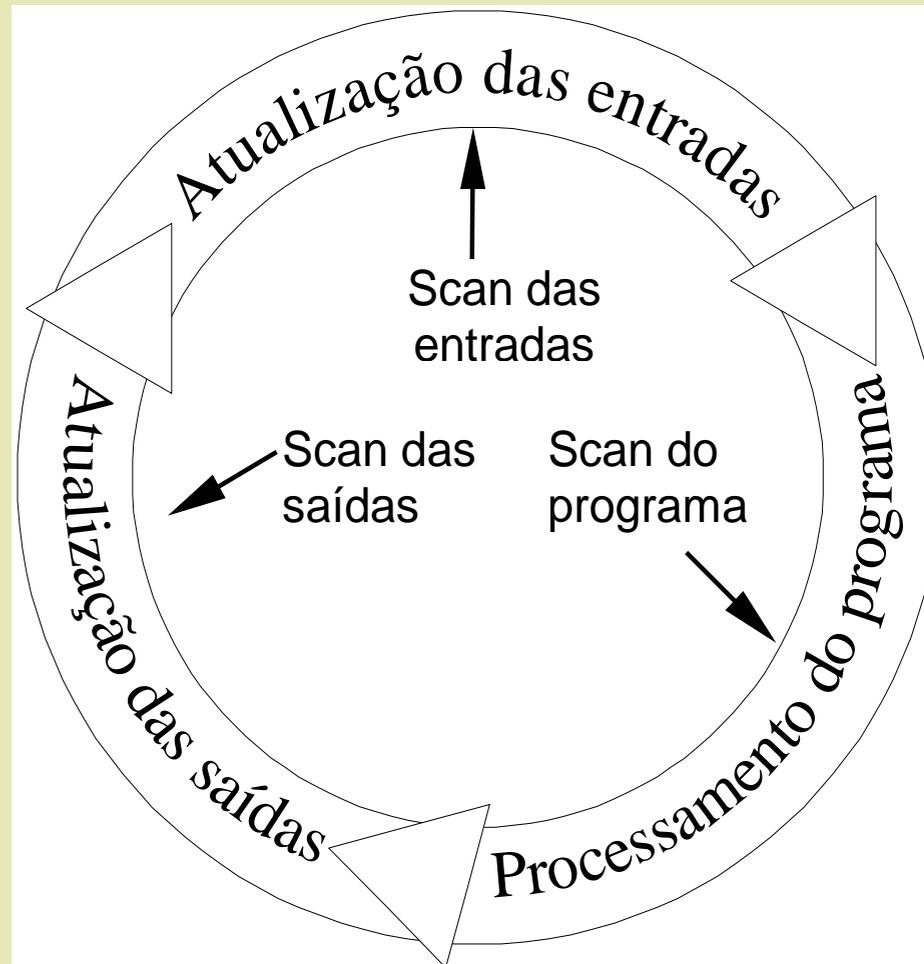


EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Ciclo de execução (scan) em operação normal (MODO – RUN)

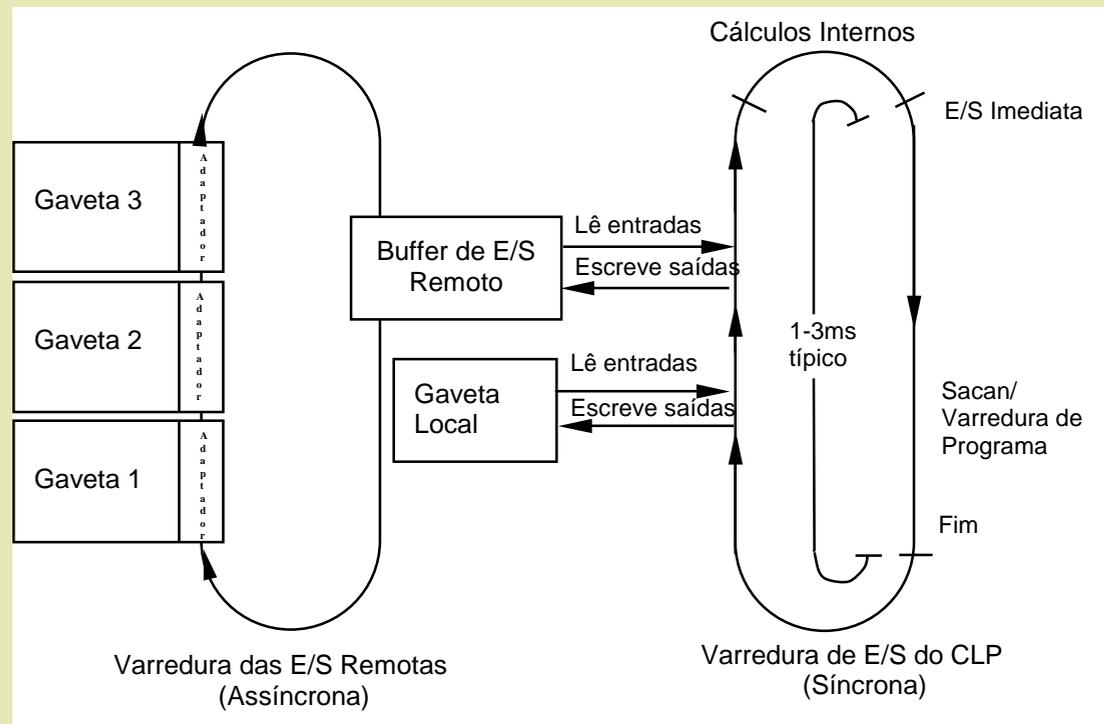


Ciclo de processamento (scan)

Arquitetura

Terminais remotos de entrada e de saída

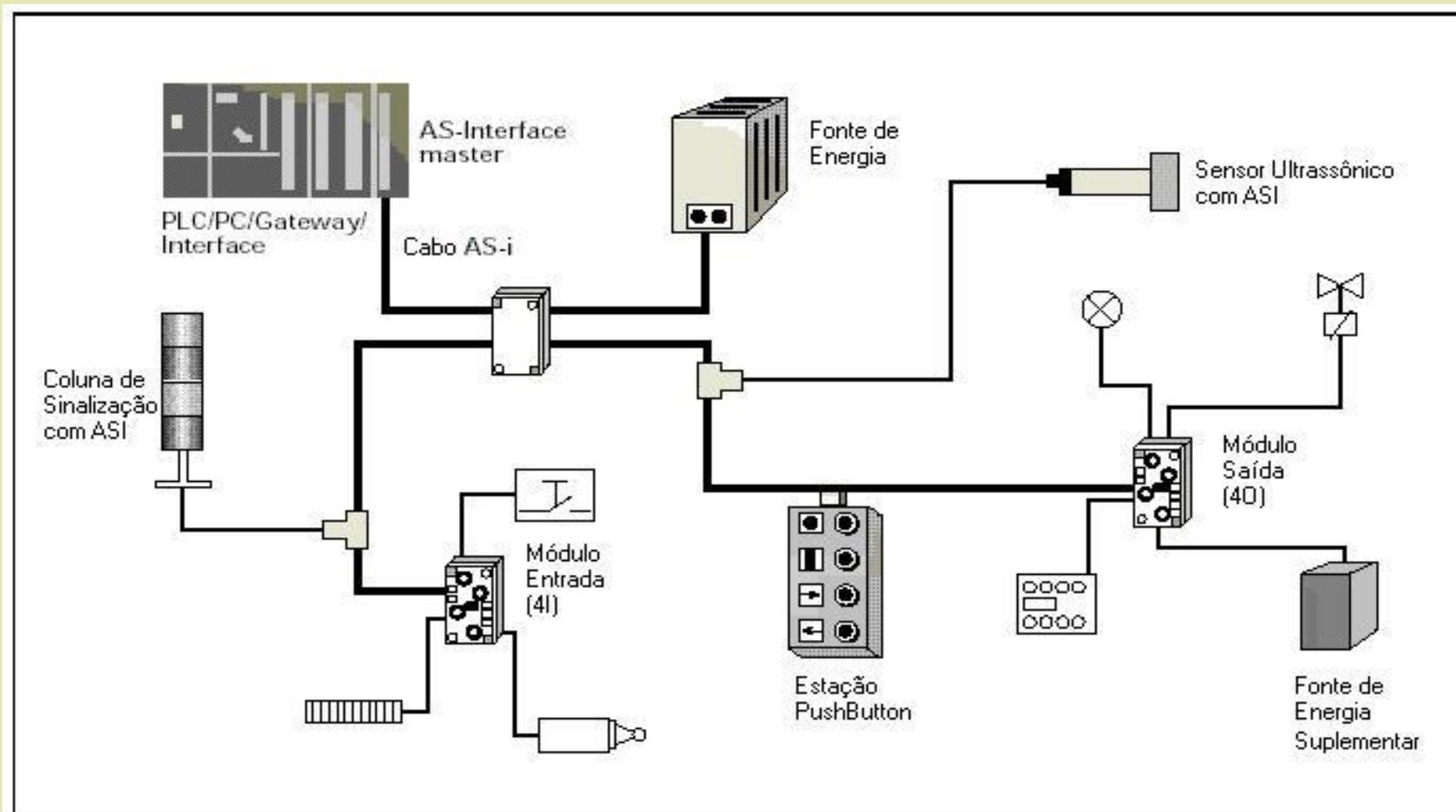
- O CLP varre dados de E/S na gaveta de E/S local *em sincronismo* com a varredura do programa. No entanto, varre dados de E/S nas gavetas de E/S das remotas, de forma *assíncrona* à varredura do programa.



Transferências de dados E/S, Ciclo de Processamento do CLP c/ Est. Remotas

Arquitetura

Terminais remotos de entrada e de saída



Transferências de dados E/S, Ciclo de Processamento do CLP c/ Est. Remotas

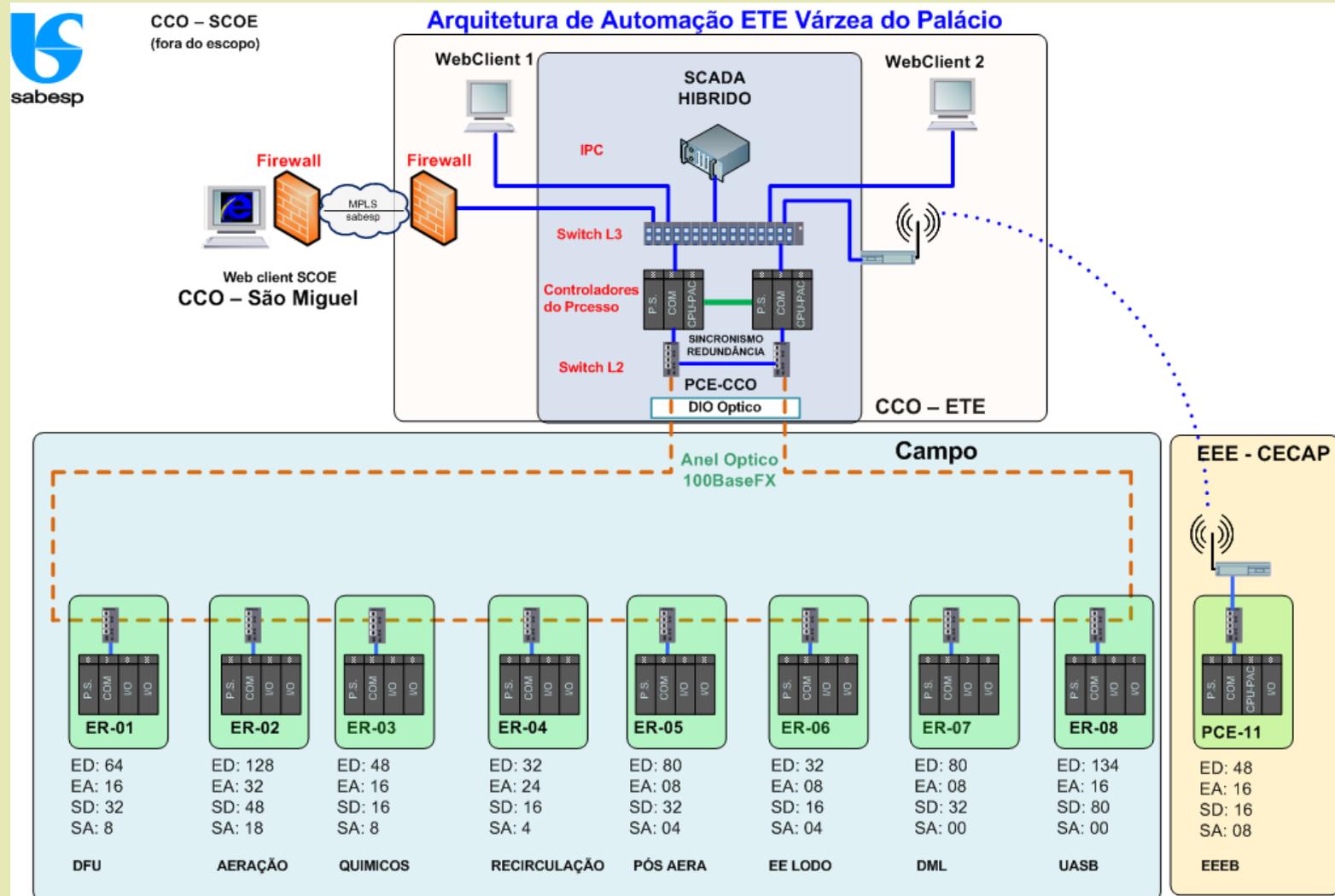


EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Arquitetura de rede com 2 CLPs Redundantes, 9 Remotas de campo, 1 Rede de comunicação em anel e 1 Rede de comunicação por rádio



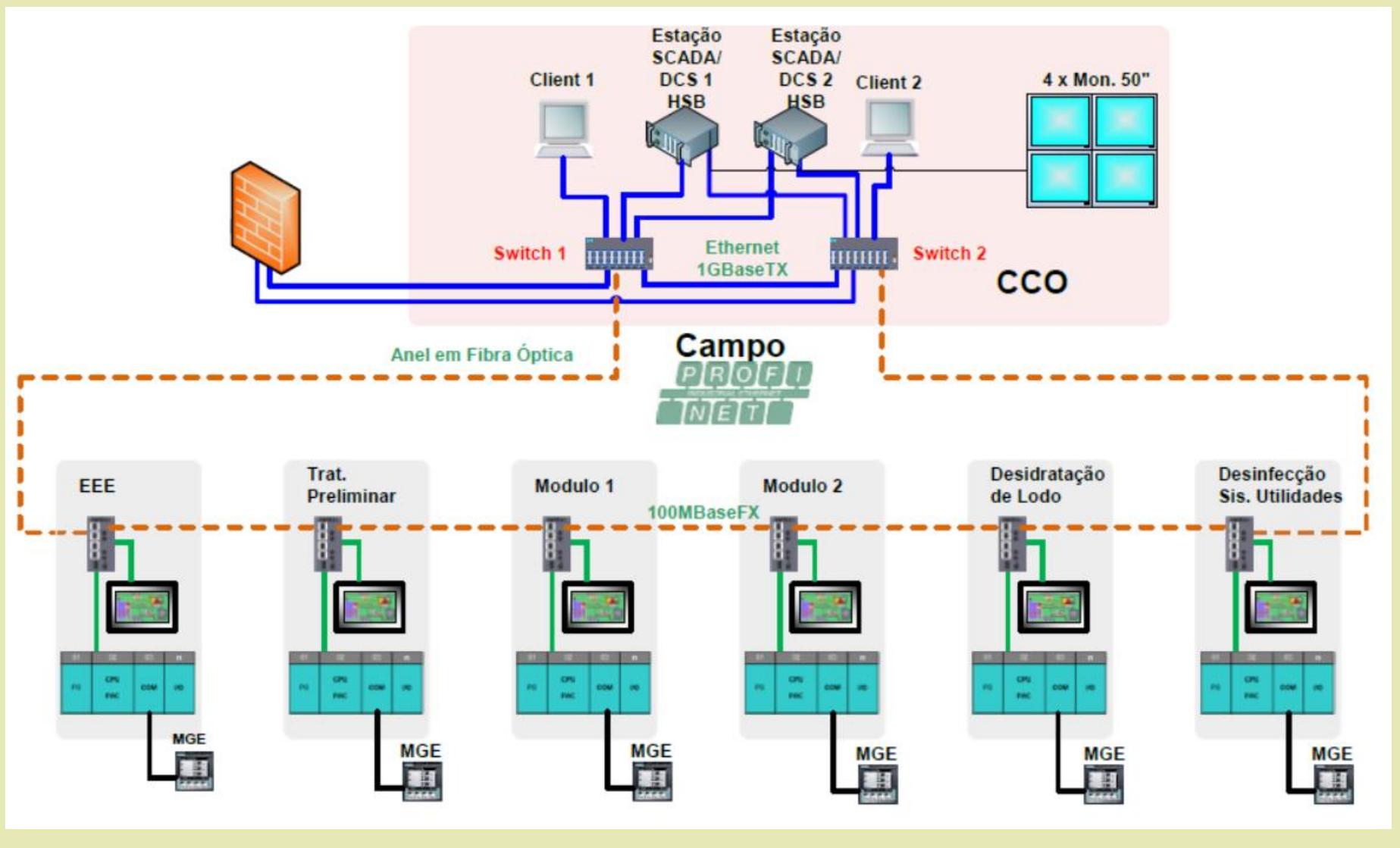


EPUSP

Controladores Programáveis

Arquitetura

Arquitetura de rede com 2 Switches Redundantes e 6 CLPs em campo





EPUSP

Controladores Programáveis

Introdução às Linguagens de Programação

- São várias as linguagens de programação utilizadas em controladores programáveis.
- O IEC — International Electrotechnical Committee é o responsável pela padronização dessas linguagens de programação, sendo a norma IEC 61131-3 Programming Languages a recomendada para o assunto em questão.

Os estágios para o desenvolvimento de um programa são:

- escrever as instruções;
- editar o programa;
- verificar e corrigir erros de sintaxe;
- imprimir o programa;
- carregá-lo e testá-lo no controlador.

Introdução às Linguagens de Programação

| Classes | Linguagens |
|-----------|------------------------------|
| Tabulares | Tabela de Decisão |
| Textuais | IL (Instruction List) |
| | ST (Structured Text) |
| Gráficas | LD (Diagrama de Relés) |
| | FBD (Function Block Diagram) |
| | SFC (Sequential Flow Chart) |

Classificação das Linguagens de Programação, conforme IEC – 1131-3

Tabulares/tabela de decisão Consiste em uma Tabela-Verdade.

- ❑ Em cada linha há um conjunto de colunas que definem em lógica binária uma condição do sistema físico; outras colunas da mesma linha definem as consequências lógicas da condição.



EPUSP

Controladores Programáveis

Linguagem Ladder

Características da Linguagem

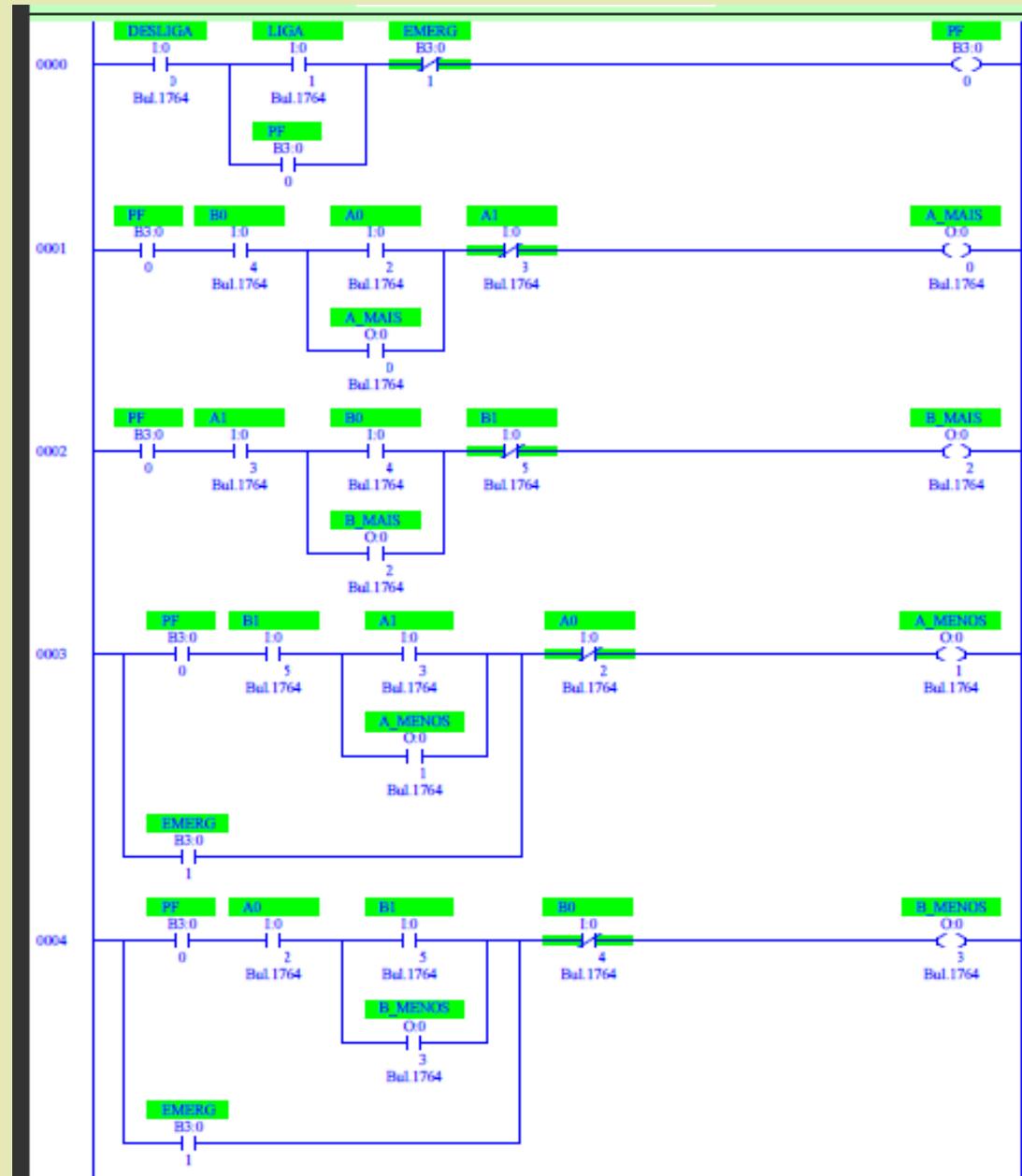
linhas verticais são denominadas linhas-mãe;

das linhas verticais partem linhas horizontais;

as sequências de causa e efeito orientam-se da esquerda para a direita e de cima para baixo;

bobinas sempre ficam totalmente à direita das linhas horizontais;

a habilitação das linhas horizontais depende da afirmação dos contatos à sua esquerda.



Introdução às Linguagens de Programação

□ Linguagem de Diagrama de Contatos (Ladder Diagram)

| Instrução | Representação |
|--|---------------|
| Contato normalmente aberto — NA | - - |
| Contato normalmente fechado — NF | - / - |
| Bobina | -()- |
| Bobina inversa (acionada, desenergiza) | -(I)- |
| Bobina set | -(S)- |
| Bobina reset | -(R)- |

Instruções para Diagrama Lader

✓ Temporizador

Possui:

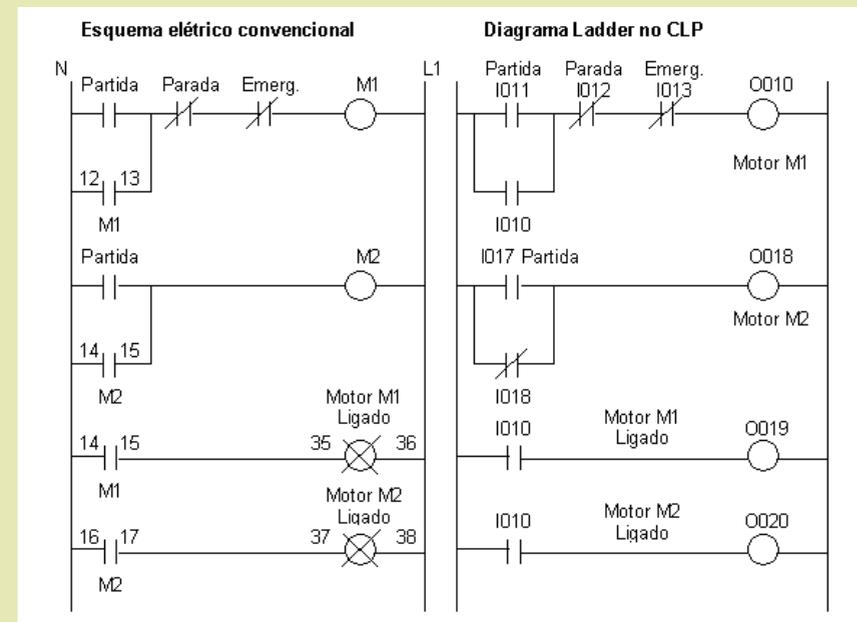
- indicações do estado da temporização em curso e concluída
- valor final
- palavra de temporização (tempo restante)

Linguagens de Programação

A Origem da Linguagem Histograma de Contatos

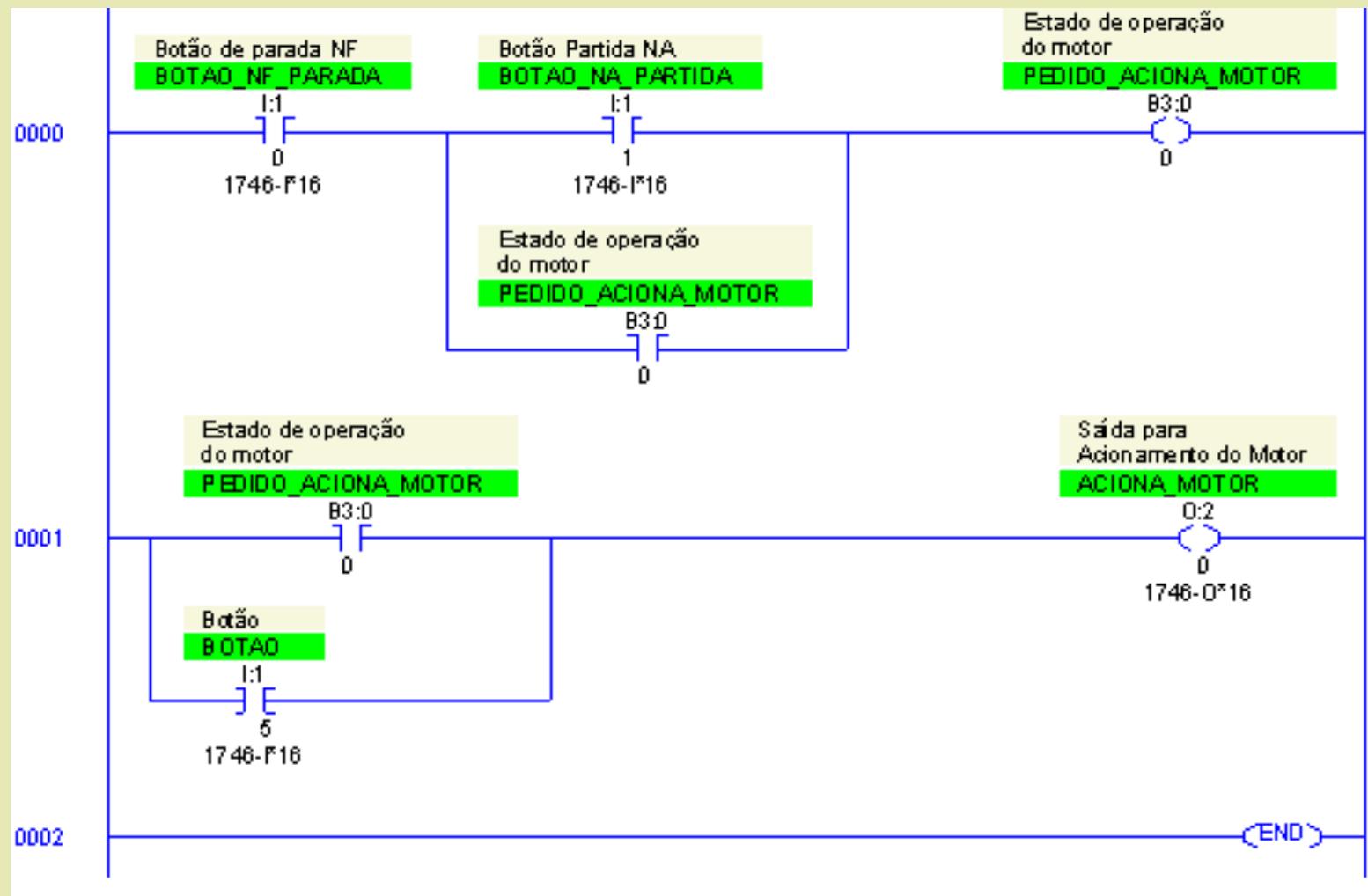
Os primeiros CLP's se destinavam a substituir os grandes armários de lógica a relés, e, por isso, a primeira linguagem de programação desenvolvida, e até hoje largamente empregada nos CLP's, é o chamado Histograma de Contatos, ou Diagrama de Escada (*Ladder Diagram*).

Um esquema elétrico e seu programa de CLP correspondente



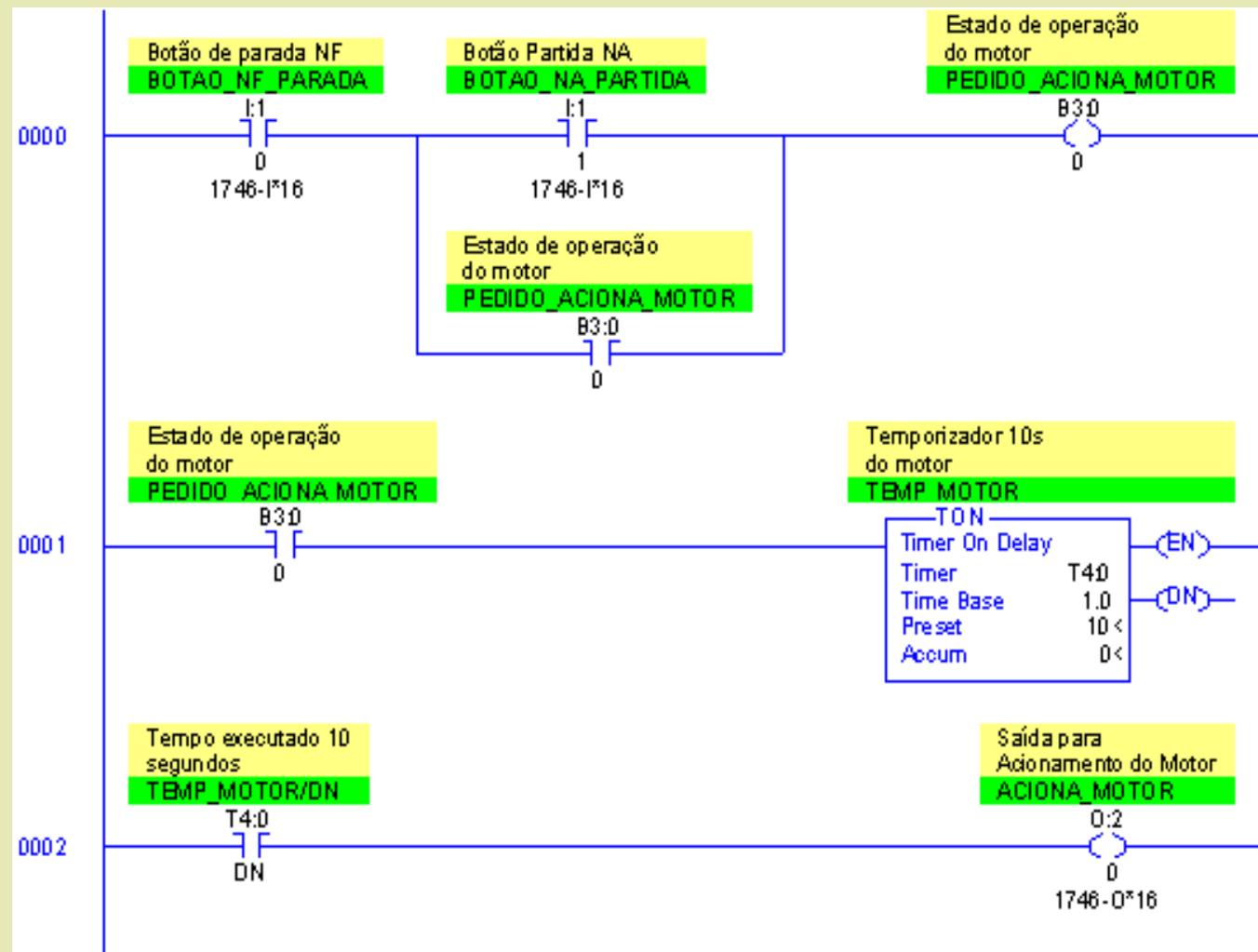
Linguagens de Programação dos Controladores Programáveis

Partida/Parada com Impulso/JOG



Linguagens de Programação dos Controladores Programáveis

Temporizador na Energização





EPUSP

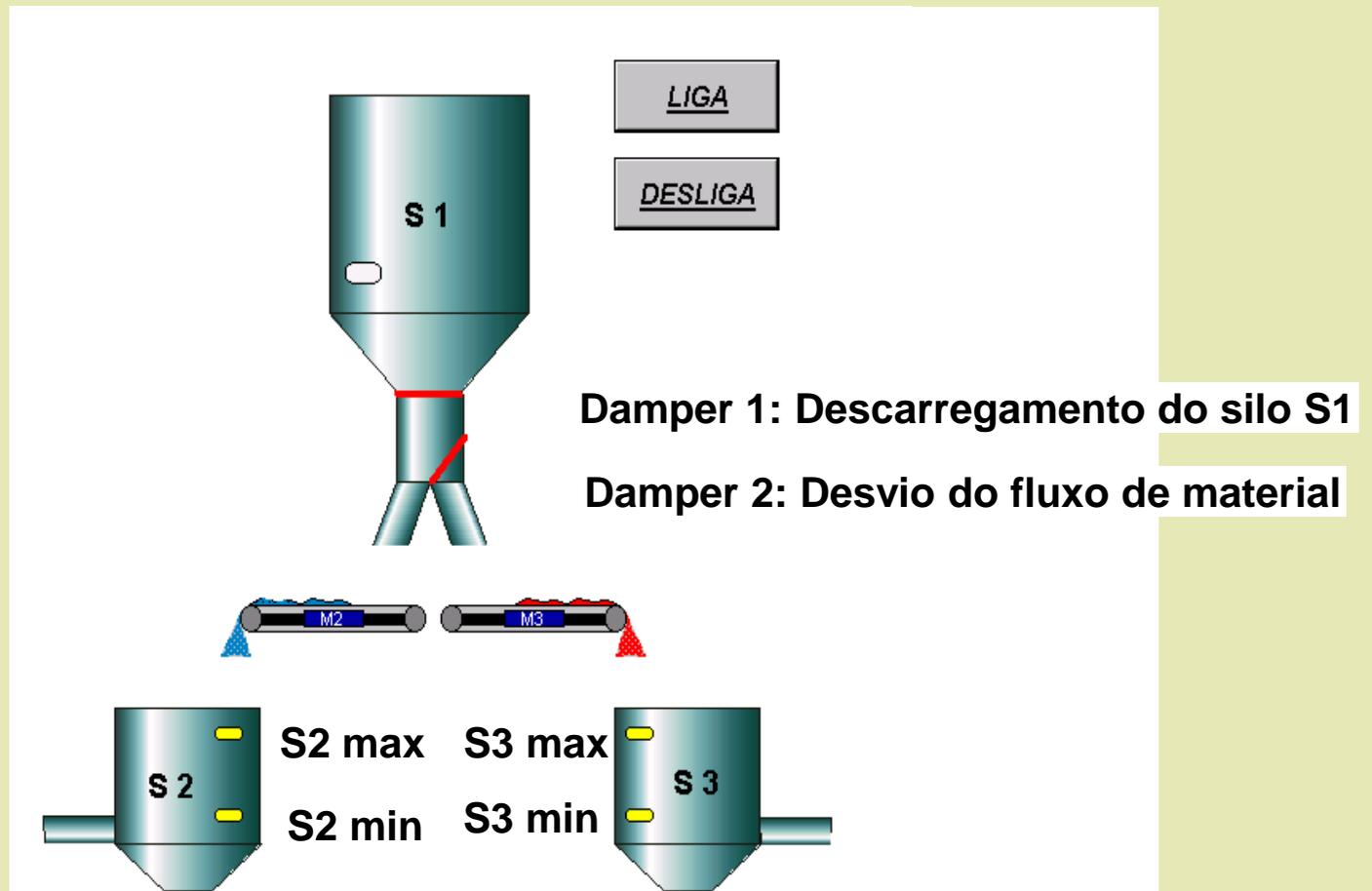
Controladores Programáveis

Linguagens de Programação dos Controladores Programáveis

Exemplo : Carregamento de Silos

Apresentação do problema

Acionamento do Damper 2, motor m2 e motor m3 para enchimento dos silos S2 e S3. Os silos S2 e S3 possuem sensor de nível alto e baixo, enquanto o Silo S1 possui somente sensor de nível baixo.





EPUSP

Controladores Programáveis

Linguagens de Programação dos Controladores Programáveis

Esclarecimentos e análise

Variáveis de Entrada

| | | |
|-------|-----------|------------------------|
| I:1/0 | BOTAO_LIG | Botão Liga |
| I:1/1 | BOTAO_DES | Botão Desliga |
| I:1/2 | S1_MIN | Mínimo Silo 1 atingido |
| I:1/3 | S2_MIN | Mínimo Silo 2 atingido |
| I:1/4 | S2_MAX | Máximo Silo 2 atingido |
| I:1/5 | S3_MIN | Mínimo Silo 3 atingido |
| I:1/6 | S3_MAX | Máximo Silo 3 atingido |

Variáveis de Saída

| | | |
|-------|----------|----------------------------------|
| O:2/0 | MOTOR_2 | Aciona motor 2 |
| O:2/1 | MOTOR_3 | Aciona motor 3 |
| O:2/2 | DAMPER_1 | Fecha Damper 1 |
| O:2/3 | DAMPER_2 | Direciona Damper 2 para o Silo 2 |

Variáveis Auxiliares

| | | |
|------|------------------|-------------------------|
| B3/1 | Sist_funcionando | Bit utilizado para selo |
|------|------------------|-------------------------|



EPUSP

Controladores Programáveis

Linguagens de Programação dos Controladores Programáveis

ANALISE DO PROBLEMA

- O Damper D1 do silo 1 despeja o material no desviador até que o detetor de nível máximo do silo que está sendo carregado seja atingido (S2_MAX ou S3_MAX) ou até ser atingido o nível mínimo no Silo 1 (S1_MIN).
- O Damper 1 é aberto novamente quando o nível mínimo de um dos dois silos (S2_MIN ou S3_MIN) for atingido.
- O Damper 2 é ativado pelo sensor de mínimo dos silos de carregamento direcionando-o para este silo.



EPUSP

Controladores Programáveis

Linguagens de Programação dos Controladores Programáveis

