

Jurandir Primo

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
Part 5 - PLCs & Fieldbus Control Systems

Jurandir Primo
Copyright @ 2019
1ª edição – janeiro de 2020

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Robótica, Automação, Sistemas Industriais;

Índice para pesquisas: Automação, Robótica, Tecnologia da Informação, Sistemas Industriais

ISBN:

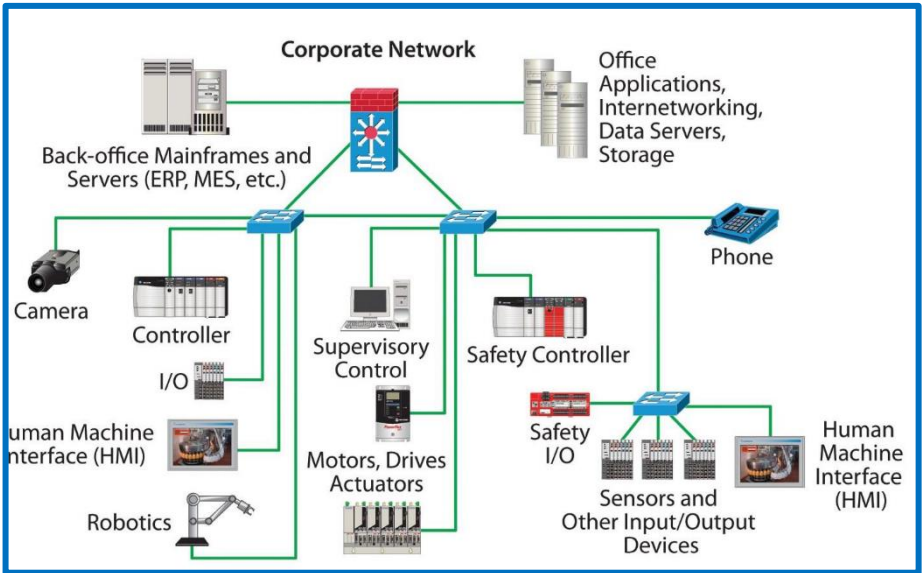
Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

[*primotechcourses@hotmail.com*](mailto:primotechcourses@hotmail.com)

PLCs & Fieldbus Control Systems



Conteúdo:

- 1. ORIGEM DO CLP:**
- 2. INTRODUÇÃO:**
- 3. RECURSOS DE ENTRADA/SAÍDA (E/S):**
- 4. PROGRAMAÇÃO LÓGICA LADDER:**
- 5. FUNCIONAMENTO BÁSICO DOS PLCs:**
- 6. HUMAN-MACHINE INTERFACE (HMI):**
- 7. SISTEMAS DE CONTROLE FIELDBUS:**
- 8. DESENVOLVIMENTO DO DCS & FIELDBUS:**
- 9. NETWORK FIELDBUS - MODELOS E ESTRUTURA:**
- 10. PADRÕES BÁSICOS DE COMUNICAÇÃO**
- 11. REFERENCES & LINKS:**

1. ORIGEM DO CLP:

O início da história do CLP (Controlador Lógico Programável) remonta à década de 1960, quando os sistemas de controle ainda eram controlados usando o controle de relé. Durante esse tempo, as salas de controle consistiam em várias paredes contendo muitos relés, blocos de terminais e uma massa de fios.

Em 1968, Bill Stone, que fazia parte de um grupo de engenheiros da Divisão Hidráulica da General Motors Corporation, apresentou um artigo na Westinghouse Conference descrevendo seus problemas com confiabilidade e documentação para as máquinas desta fábrica. Ele também apresentou um critério de projeto desenvolvido pelos engenheiros da GM para um “*controlador de máquina padrão*”, para eliminar o dispendioso refugo de revezamento da linha de montagem.

Essas especificações, com uma solicitação de proposta para construir um protótipo, foram fornecidas a quatro construtores de controle:

- Allen-Bradley, com sede em Michigan, Information Instruments, Inc.
- Corporação de Equipamentos Digitais (DEC).
- Detroit do século.
- Associados de Bedford.

Atendendo ao pedido de proposta, a equipe da Digital Equipment trouxe para a GM um “*mini-computador*”, que foi rejeitado por diversos motivos, sendo a memória estática uma de suas sérias limitações. A Allen-Bradley na época, já bastante conhecida por seus reostatos, relés e controles de motores, respondeu correndo o risco de competir com um de seus principais negócios de maior sucesso, que eram os relés eletromecânicos. A primeira tentativa, o PDQ-II ou “Program Data Quantifier”, foi considerada muito grande, muito complexa e

muito difícil de programar. A segunda tentativa, o PMC ou “Controlador de Matriz Programável”, era menor e mais fácil de programar, mas ainda não era capaz de atender totalmente às necessidades do cliente para controles de máquinas.

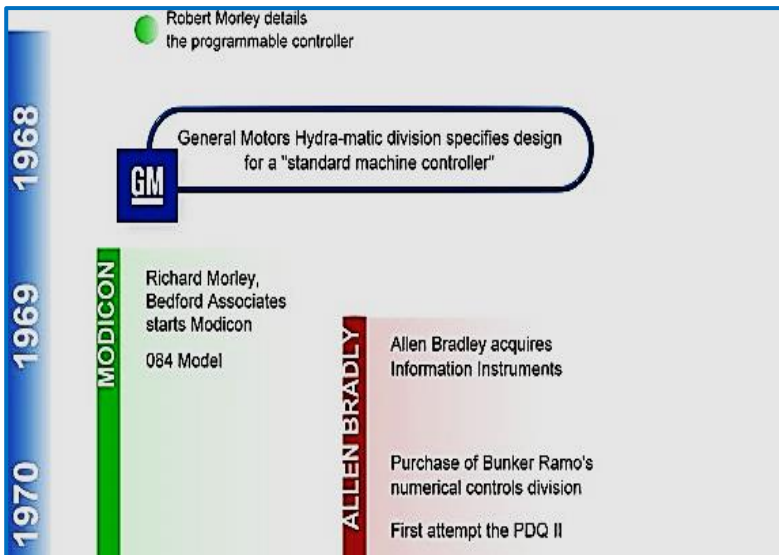
A Bedford Associates, com Richard Morley, Mike Greenberg, Jonas Landau, George Schwenk e Tom Boissevain, já trabalhava no projeto de uma unidade, batizada de 084, por ser o 84º projeto da empresa, cujas características incluíam uma estrutura modular e design robusto, sem interrupções para processamento, bem como mapeamento direto na memória. Depois de algum apoio financeiro, a equipe decidiu formar uma empresa chamada Modicon (Modular Digital CONTroller) trabalhando em colaboração com Bedford para criar o controlador e construir o 084, designado como o controlador programável (PC).

Em 1969 na GM, uma proposta vencedora veio da Bedford Associates e da Modicon, quando demonstraram na empresa, um solucionador lógico sequencial de estado sólido Modicon 084, que consistia em três componentes distintos, incluindo a placa do processador, a memória e a placa do solucionador lógico, para calcule os algoritmos dominantes associados à lógica ladder. Em 1971, Odo Struger e Ernst Dummermuth, engenheiros da Allen-Bradley, começaram a desenvolver um novo conceito que incluía melhorias baseadas nas necessidades do cliente. A Allen-Bradley nomeou este novo dispositivo como o “**Controlador Lógico Programável**” (CLP). Em 1985, a Rockwell Automation adquiriu a Allen-Bradley. O nome CLP ainda hoje está associado a Allen-Bradley.

Evolução do CLP: O início dos anos 80 viu uma polinização cruzada entre CLPs e DCSs (Distributed Control Systems). Com base nessas tendências, surgiram as empresas de software e, durante os anos 90, a padronização e os sistemas abertos foram os temas principais. A

rede Ethernet peer-to-peer tornou-se disponível em praticamente todos os fabricantes de PLC, com memórias EEPROM e Flash que substituíram as EPROMs da década de 1980.

Os primeiros anos do século 21 viram uma consolidação dos fabricantes de CLPs, e CLPs de segurança com redundância tripla foram introduzidos, incluindo CLPs pequenos chamados “Bricks”. PLCs nano ou pico muito pequenos, tão pequenos quanto relés industriais, surgiram. Hoje em dia, os painéis de interface do operador de base LCD substituíram amplamente os CRTs, especialmente no chão de fábrica. Há muito mais a dizer sobre a história do PLC, mas focamos apenas nos dois principais fornecedores, que viram o nascimento do PLC e ainda se mantiveram no mercado: a Modicon como parte da Schneider Electric e a Allen-Bradley como parte da Rockwell Automation. Os computadores pessoais (PCs) e os tubos de raios catódicos (CRTs) em geral, passaram a ser aceitos e começaram a substituir interruptores e luzes nos painéis do sistema de controle.



2. INTRODUÇÃO:

O Controlador Lógico Programável (CLP ou PLC) é um controlador de uso geral, aplicável a muitos tipos diferentes de aplicações de controle de processo. A palavra “programável” em seu nome revela por que os PLCs são tão úteis: o usuário final é capaz de programar ou instruir o PLC para fazer virtualmente qualquer função de controle imaginável. Ao contrário dos controladores de loop PID, que são dispositivos de finalidade especial destinados a executar um único tipo de função de controle, um PLC pode ser instruído a fazer quase tudo com os sinais que recebe dos dispositivos de entrada.

A reprogramação de um PLC também significava que mudanças poderiam ser implementadas na estratégia do sistema de controle mais facilmente do que com circuitos de relé, onde a religação era a única maneira de alterar a função do sistema. Além disso, a natureza baseada em computador de um PLC significava que os dados de controle do processo agora podiam ser comunicados pelo PLC em redes, permitindo que as condições do processo fossem monitoradas em locais distantes e por várias estações do operador.

Controladores lógicos programáveis nada mais são do que computadores industriais para fins especiais. Como tal, eles são construídos de maneira muito mais robusta do que um computador pessoal (PC) comum e projetados para executar um software de sistema operacional extremamente confiável. Dispositivos típicos que podem ser conectados às entradas do PLC incluem interruptores manuais, interruptores de processo, sensores, transmissores analógicos (4-20 mA), termopares, termistores e medidores de tensão. Dispositivos típicos conectados às saídas de um PLC incluem lâmpadas elétricas, solenóides, bobinas de relé, contadores, elementos de controle final analógico (por exemplo, válvulas de controle, acionamentos de motor de velocidade variável) e campainhas audíveis.

Os CLPs, via de regra, não contêm unidades de disco, ventiladores de resfriamento ou quaisquer outras partes móveis. Esta é uma decisão de projeto intencional, destinada a maximizar a confiabilidade do hardware em ambientes industriais hostis, onde o chassi do PLC pode ser submetido a temperaturas extremas, vibração, umidade e partículas transportadas pelo ar (poeira, fibras e/ou vapores).

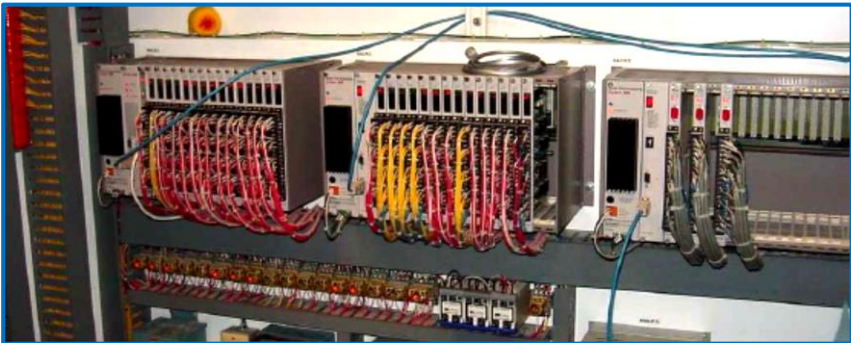
Os grandes sistemas PLC consistem em um rack no qual os “cartões” do circuito são conectados. Esses cartões incluem processadores, pontos de entrada e saída (E/S), portas de comunicação e outras funções necessárias para a operação de um sistema PLC. Esses PLCs “modulares” podem ser configurados de forma diferente de acordo com as necessidades específicas da aplicação. Falhas de cartões individuais também são mais fáceis de reparar em um sistema modular, pois apenas o cartão com falha precisa ser substituído, não todos os cartões ou todo o rack de cartões.

Os sistemas PLC pequenos consistem em um “tijolo” monolítico contendo todas as funções de processador, E/S e comunicação. Esses PLCs são geralmente muito mais baratos do que seus primos modulares, mas também são mais limitados em capacidade de E/S e devem ser substituídos como um todo em caso de falha. As fotografias seguintes mostram vários exemplos de sistemas PLC reais, alguns modulares e outros monolíticos. Essas seleções não são abrangentes de forma alguma, pois há muito mais fabricantes e modelos de PLC do que aqueles que fotografei. Eles, no entanto, representam algumas das marcas e modelos mais comuns em uso industrial atual.

A linguagem de programação dos PLCs é uma convenção gráfica conhecida como **Diagrama Ladder**. Este programa PLC é chamado de Diagrama Ladder porque se assemelha a esquemas elétricos estilo

escada, onde “trilhos” de energia vertical transmitem energia de controle a um conjunto de circuitos “degrau” paralelos contendo contatos de comutação e bobinas de relé. Embora a programação do Diagrama Ladder definitivamente tenha limitações em comparação com outras linguagens de programação de computador, é relativamente fácil de aprender e diagnosticar, e é por isso que continua popular como uma linguagem de programação PLC hoje.

O exemplo abaixo é um CLP modular da Siemens, instalado em um painel de controle de uma estação municipal de tratamento de águas residuais com processador individual, E/S e placas de comunicação conectadas a um rack. Três estantes aparecem nesta fotografia (duas completamente preenchidas com cartões e a terceira apenas parcialmente preenchida). A programação desses CPs envolve temporizadores, contadores, sequenciadores e outras funções para gerenciar adequadamente a operação contínua dos racks modulares.

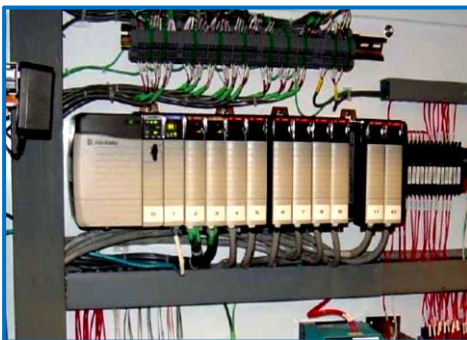


Algumas das entradas deste PLC incluem interruptores de nível de água, interruptores de pressão, medidores de fluxo de água e medidores de condutividade (para medir a pureza da água, maior condutividade elétrica indicando a presença de mais minerais dissolvidos). Por sua vez, o PLC controla o arranque e paragem das bombas de água

e o comutação das válvulas de controle para gerir os processos de purificação e armazenamento de água.

A fonte de alimentação e a placa do processador de cada rack estão localizadas na extremidade esquerda, com as placas de E/S conectadas aos slots no restante do rack. Dispositivos de entrada, como interruptores e sensores, conectam-se por fio aos terminais nos cartões de entrada, enquanto dispositivos de saída, como lâmpadas, solenoides e bobinas do contator do motor, conectam-se por fio aos terminais nos cartões de saída.

O sistema ControlLogix 5000, mostrado abaixo, fabricado pela Allen-Bradley (Rockwell) é usado para controlar um processo de fabricação de cereais. O projeto modular do sistema ControlLogix 5000 segue o esquema mais tradicional de placas individuais conectadas a um rack de tamanho fixo. A imagem mostrada ao lado é um projeto PLC semi-modular, é a série Koyo “CLICK” PLC. O módulo processador com oito canais de entrada discretos e seis canais de saída discretos e com software de programação gratuito. Este CLP possui um mínimo de canais de entrada/saída (E/S) embutidos no módulo processador, mas com capacidade para aceitar múltiplos módulos de E/S plugados na lateral, muito parecido com o PLC Siemens S7-300.



ControlLogix 5000 system



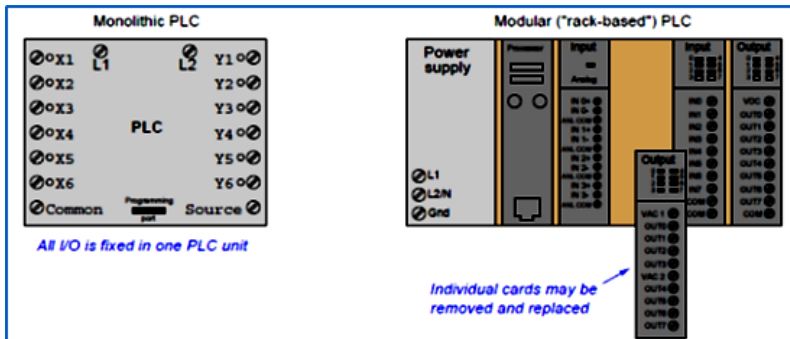
Koyo “CLICK” PLC series

As placas de E/S podem ser trocadas conforme desejado, alterando a configuração de E/S do CLP conforme necessário. Se, por exemplo, o CLP precisar ser configurado para monitorar um número maior de sensores, mais placas de entrada podem ser conectadas ao bastidor. Se um sensor precisar ser trocado, por ex. de um sensor de 24 volts CC para 120 volts CA – um tipo diferente de cartão de entrada pode ser substituído para corresponder ao(s) novo(s) sensor(es).

3. RECURSOS DE ENTRADA/SAÍDA (E/S):

Todo Controlador Lógico Programável deve ter algum meio de receber e interpretar sinais de sensores do mundo real, como interruptores e codificadores, e também ser capaz de efetuar controle sobre elementos como solenóides, válvulas e motores. Isso é geralmente conhecido como capacidade de entrada/saída ou E/S.

Os PLCs monolíticos (“bricks”) têm uma quantidade fixa de capacidade de E/S incorporada à unidade, enquanto os PLCs modulares (“racks”) usam “cartões” de placa de circuito individual para fornecer capacidade de E/S personalizada. As vantagens de usar cartões de E/S substituíveis em vez de um PLC monolítico é o fato de que os cartões de E/S individuais podem ser facilmente substituídos em caso de falha sem a necessidade de substituir todo o PLC.



Alguns CLPs têm a capacidade de se conectar a racks remotos sem processador com placas ou módulos de E/S adicionais, fornecendo assim uma maneira de aumentar o número de canais de E/S além da capacidade da unidade base. A conexão do CLP host aos racks de E/S remotos geralmente ocorre na forma de uma rede digital especial, que pode abranger uma grande distância física. Um esquema alternativo para a expansão do sistema é conectar vários CLPs em rede, onde cada CLP tem seu próprio rack e processador dedicados.

Placas de E/S específicas podem ser escolhidas para aplicações personalizadas, para aplicações que usam muitas entradas e saídas liga/desliga, ou polarização para placas analógicas para aplicações que usam muitos sinais de 4-20 mA e similares. Alguns PLCs ainda oferecem o recurso de cartões hot-swappable, o que significa que cada cartão pode ser removido e um novo inserido sem desenergizar o processador e o rack do PLC. Através do uso de instruções de comunicação, um CLP pode ser programado para ler dados e/ou gravar dados em outro CLP, usando efetivamente o outro CLP como uma extensão de sua própria E/S.

