



UNIVERSIDADE DE FORTALEZA

RELATÓRIO DE CLP

FORTALEZA

2013

Relatório de CLP

Relatório de CLP apresentado ao Professor Jose Nilo Da Silva Junior da disciplina de Sistemas de Controle e Automação do curso de Bacharelado em Engenharia de Computação da Universidade de Fortaleza

Orientador:
Jose Nilo Da Silva Junior

Fortaleza

2013

Resumo

O presente relatório visa descrever, de forma geral, os controladores lógicos programáveis (CLP) e suas características. Serão apresentados, também, alguns CLP disponíveis no mercado e abordadas cada uma de suas partes com seus detalhes técnicos. Assim, focando em sua história, sua programação e suas aplicações.

Palavras chaves: CLP, Controlador.

Lista de Figuras

1.1	Fluxo de dados entre o CLP e um sistema a controlar	p. 6
2.1	Tipico controlador CLP dos anos 70	p. 8
2.2	Tipico controlador mais atual	p. 10
3.1	Exemplo de programação em ladder	p. 13
4.1	Exemplo de aplicação do CLP	p. 18

Sumário

1	Introdução	p. 6
2	História	p. 7
2.1	Década de 70	p. 8
2.2	Década de 80	p. 9
2.3	Década de 90	p. 9
2.4	Gerações	p. 10
2.4.1	1 ^a Geração	p. 10
2.4.2	2 ^a Geração	p. 11
2.4.3	3 ^a Geração	p. 11
2.4.4	4 ^a Geração	p. 11
2.4.5	5 ^a Geração	p. 11
3	Programação	p. 12
3.1	Linguagem de programação (ladder)	p. 12
3.2	Programadores	p. 13
4	Aplicações	p. 15
4.1	Vantagens	p. 15
4.1.1	Praticidade	p. 15
4.1.2	Localização de Falhas	p. 16
4.1.3	Operações Complexas	p. 16
4.1.4	Flexibilidade	p. 16

4.1.5	Tempo de Processamento	p. 17
4.1.6	Expansão	p. 17
4.2	Utilizações comuns	p. 17
5	Referências	p. 19

1 *Introdução*

Neste capítulo será feita uma análise geral sobre controladores lógicos programáveis (CLP) com suas características. Serão apresentados, também, alguns CLP disponíveis no mercado e abordadas cada uma de suas partes com seus detalhes técnicos.

Um controlador lógico programável (CLP) é um equipamento eletrônico de tecnologia digital que utiliza memória programável para armazenamento interno de instruções para cumprimento de rotinas específicas, como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, por intermédio dos sinais provenientes de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos [1]. A Figura 1.1 apresenta um fluxo de dados de um CLP e um processo sob seu controle [2].

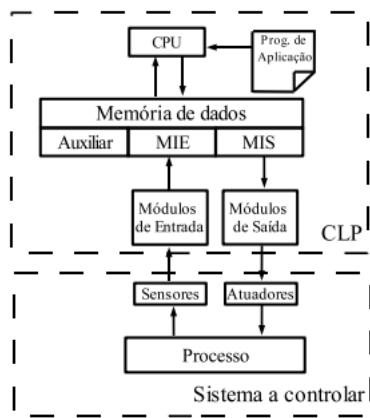


Figura 1.1: Fluxo de dados entre o CLP e um sistema a controlar

O conceito de controlador programável é bastante amplo. Um controlador programável nada mais é que um computador com uma construção física que atende os requisitos de operação em ambientes industriais. Além disso, ele possui um software específico para automação e controle e muitas vezes possui um sistema operacional de tempo real e com configuração fixa de memória. No entanto nos últimos anos têm se tornado cada vez mais populares os controladores baseados em barramentos padronizados, sistemas operacionais de uso generalizado e estrutura de memória aberta.

2 História

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o controlador lógico programável (CLP) é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. A National Electrical Manufacturers Association (NEMA), de acordo com a International Electrotechnical Commission (IEC), segundo a norma IEC 1131-1, define CLP como sendo um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para o armazenamento interno de instruções para implementações específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos [3].

O termo CLP surgiu em meados da década de sessenta nos Estados Unidos em razão da dificuldade de se atualizar sistemas elétricos convencionais baseados em relés. Foi desenvolvido para aplicação em unidades fabris da General Motors, a empresa montadora de automóveis tinha uma grande dificuldade de atualizar seus sistemas automáticos de montagem sempre que mudava ou alterava um modelo de automóvel ou método de produção, seus técnicos passavam horas ou até mesmo semanas fazendo alterações em painéis de controle, mudando fiação, relés, temporizadores e coisas do gênero, isso trazia à empresa grande ociosidade e baixa produtividade, uma vez que os painéis eram modificados e, se existissem erros de montagem, o tempo para reparo era demasiadamente longo.

Dessa necessidade surgiu então o CLP, um dispositivo com flexibilidade comparado ao computador que poderia ser programado em pouco tempo e operado pelos técnicos e engenheiros da fábrica, trazia a funcionalidade de se poder instalar em ambiente industrial, podia suportar extremos de temperatura, poeira, vibração, umidade etc. E uma outra grande vantagem para a época, a tecnologia de estado sólido, os transistores substituíam os relés e suas partes móveis, que comumente apresentavam desgaste e paravam de funcionar, acarretando assim perda de produtividade e aumento de custos nas linhas de produção.

2.1 Década de 70

Por volta de 1969 os CLPs já estavam difundidos por todo o país, com uma incrível aceitação pelas indústrias devido a sua facilidade de instalação e confiabilidade, até mesmo os primeiros CLPs da época eram considerados mais confiáveis do que os sistemas baseados em relés e temporizadores mecânicos utilizados naquele período. A Figura 2.1 ilustra um controlador CLP desta época.



Figura 2.1: Tipico controlador CLP dos anos 70

Os CLPs apresentavam-se em tamanhos reduzidos e podiam ser substituídos de forma mais rápida e eficiente, pois sua estrutura modular trazia essa funcionalidade. Porém o fato que mais alavancou o desenvolvimento dos CLPs foi a linguagem utilizada para programação, essa linguagem era idêntica aos símbolos utilizados pelos eletricistas no chão de fábrica para as montagens elétricas, os diagramas com símbolos conhecidos como chaves, bobinas de relés, contatos elétricos, facilitou em muito a aceitação das pessoas envolvidas com a instalação do equipamento. Essa linguagem chamada de Ladder (Escada) teve aceitação quase que imediata, pois os trabalhadores não necessitavam de conhecimento avançado, qualquer um que montasse um painel elétrico podia programar um CLP, desta forma as empresas diminuíam custos, pois o treinamento de qualificação era mínimo, já que os trabalhadores já possuíam conhecimento prévio do assunto. U

Esta especificação despertou o interesse de algumas empresas como a Reliance Electric, Shuthers-Dunn, Modicon, Digital e outras que começaram a desenvolver protótipos de controladores programáveis. Os primeiros resultados apareceram no final de 1969 e início de 1970. A empresa ganhadora da concorrência da GM foi a Modicon, mas a ideia já havia mobilizado

o mercado e vários outros fabricantes passaram a produzir CLPs nos anos seguintes. Nos anos de 1970 a 1974, tais equipamentos ganharam grande impulso com a aceleração de tecnologias eletrônicas:

- Microprocessador, que facilitou a tarefa de projeto, pois todas as funções lógicas, aritméticas, acumuladores e registradores que antes eram feitos com lógica discreta. Estes passaram a estar em um único chip. facilitando o projeto e reduzindo o tamanho dos aparelhos.
- Circuitos integrados em larga escala, dando aos CLPs maior confiabilidade, menor tamanho e principalmente, diminuição de custos. Foi possível então, que estes equipamentos passassem a ser utilizados em muitas aplicações industriais, limitando-se ainda a funções antes realizadas por painéis eletromecânicos.
- Maior maturidade de aplicação que gerava novos tipos de entradas e saídas, além de funções cada vez mais avançadas, utilizando plenamente os recursos oferecidos pelos microprocessadores.

Durante a década de 70 os CLPs foram evoluindo à medida em que era necessária uma maior velocidade de integração e desenvolvimento de novos componentes no mercado, fechando a década com recursos e confiabilidade bastante atrativos.

2.2 Década de 80

Foi na década de 80 que os CLPs tiveram sua utilização altamente difundida, principalmente pelo alto grau de funcionalidade de aplicações anteriores, que agora já podiam ser analisadas, discutidas e relatadas, isso fez com as empresas preocupadas com qualidade, produtividade, flexibilidade, e competitividade, adotassem de vez esta tecnologia e consagrasssem definitivamente o equipamento, juntamente com CNCs e SDCDs como as melhores soluções para automação de "Chão de Fábrica".

2.3 Década de 90

Na década de 90 novas tecnologias vieram juntar-se aos CLPs, ao mesmo tempo em que os SDCDs passaram a ser cada vez menos utilizados. Com a popularização e redução de custo dos

microcomputadores pessoais, vários softwares de controle em PC passaram a ser comercializados e sistemas baseados nesta tecnologia começaram a ser utilizados no lugar dos CLPs. Junto com isso foram criadas redes padronizadas não proprietárias que possibilitam a distribuição do controle pela planta, colocando o elemento de controle próximo ao elemento inicial e final. Além disso, todos os segmentos mais importantes da automação industrial possuem iniciativas de padronização, por organismos normalizadores nacionais e internacionais ou por consórcios independentes. A Figura 2.2 ilustra um painel de comando com CLP mais atual.



Figura 2.2: Tipico controlador mais atual

2.4 Gerações

Podemos didaticamente dividir os CLP's historicamente de acordo com o sistema de programação por ele utilizado [4]:

2.4.1 1^a Geração

Os CLP's de primeira geração se caracterizam pela programação intimamente ligada ao hardware do equipamento. A linguagem utilizada era o Assembly que variava de acordo com o processador utilizado no projeto do CLP, ou seja, para poder programar era necessário conhecer a eletrônica do projeto do CLP. Assim a tarefa de programação era desenvolvida por uma equipe técnica altamente qualificada, gravando-se o programa em memória EPROM, sendo realizada normalmente no laboratório junto com a construção do CLP.

2.4.2 2^a Geração

Aparecem as primeiras “Linguagens de Programação” não tão dependentes do hardware do equipamento, possíveis pela inclusão de um “Programa Monitor” no CLP, o qual converte (no jargão técnico, “compila”), as instruções do programa, verifica o estado das entradas, compara com as instruções do programa do usuário e altera os estados das saídas. Os Terminais de Programação (ou maletas, como eram conhecidas) eram na verdade Programadores de Memória EPROM. As memórias depois de programadas eram colocadas no CLP para que o programa do usuário fosse executado.

2.4.3 3^a Geração

Os CLP’s passam a ter uma Entrada de Programação, onde um Teclado ou Programador Portátil é conectado, podendo alterar, apagar, gravar o programa do usuário, além de realizar testes (Debug) no equipamento e no programa. A estrutura física também sofre alterações sendo a tendência para os Sistemas Modulares com Bastidores ou Racks.

2.4.4 4^a Geração

Com a popularização e a diminuição dos preços dos microcomputadores (normalmente clones do IBM PC), os CLP’s passaram a incluir uma entrada para a comunicação serial. Com o auxílio dos microcomputadores a tarefa de programação passou a ser realizada nestes. As vantagens eram a utilização de várias representações das linguagens, possibilidade de simulações e testes, treinamento e ajuda por parte do software de programação, possibilidade de armazenamento de vários programas no micro, etc.

2.4.5 5^a Geração

Atualmente existe uma preocupação em padronizar protocolos de comunicação para os CLP’s, de modo a proporcionar que o equipamento de um fabricante “converse” com o equipamento outro fabricante, não só CLP’s, como Controladores de Processos, Sistemas Supervisórios, Redes Internas de Comunicação e etc., proporcionando uma integração a fim de facilitar a automação, gerenciamento e desenvolvimento de plantas industriais mais flexíveis e normalizadas, fruto da chamada Globalização. Existem Fundações Mundiais para o estabelecimento de normas e protocolos de comunicação. A grande dificuldade tem sido uma padronização por parte dos fabricantes.

3 *Programação*

3.1 Linguagem de programação (ladder)

A Linguagem Ladder mantém-se ainda como a mais utilizada, estando presente praticamente em todos os CPL disponíveis no mercado. Essa é uma linguagem gráfica baseada em símbolos, semelhantes aos contatos de bobinas nos esquemas elétricos. Por sua semelhança com sistemas de controle a relés é facilmente compreendida.

Existem outros tipos de linguagem que são utilizadas nos CLPs, como a linguagem de “lista de instruções” que é amplamente difundida na Europa. A lista de 46 instruções é uma linguagem textual, semelhante ao assembly, e faz parte das linguagens básicas normalmente disponíveis em um CLP.

As outras linguagens de programação encontrados no mercado para programação dos CLP são as linguagens C e BASIC. A Norma IEC 61131 (inicialmente 1131), de agosto de 1992, apresenta atualmente oito partes (IEC 61131-1 a IEC 61131-8). A terceira parte (IEC 61131-3), aborda as linguagens de programação, e define, também, a estrutura de um projeto, os tipos de dados e a organização interna do programa. As cinco linguagens de programação definidas com sintaxe e semântica de duas linguagens textuais e duas linguagens gráficas, e estruturação por diagramas funcionais, podendo, inclusive, ser interligadas, são: ladder (LD), lista de instruções (IL), texto estruturado (ST), diagrama de blocos de função (FBD) e diagrama funcional seqüencial (SFC) [5][6].

O nome Ladder deve-se à representação da linguagem se parecer com uma escada (ladder), na qual duas barras verticais paralelas são interligadas pela Lógica de Controle, formando os degraus (rungs) da escada. Portanto, a cada Lógica de Controle existente no Programa de Aplicação dá-se o nome de rung, a qual é composta por Colunas e Linhas, conforme apresentado na Figura 3.1.

A quantidade de Colunas e Linhas, ou Elementos e Associações, que cada rung pode conter é determinada pelo fabricante do PLC, podendo variar conforme a CPU utilizada. Em geral,

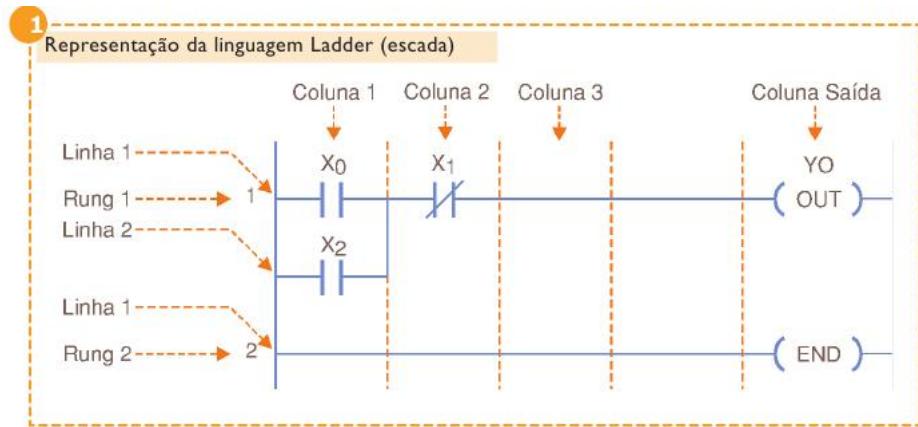


Figura 3.1: Exemplo de programação em ladder

este limite não representa uma preocupação ao usuário durante o desenvolvimento do Programa de Aplicação, pois os Softwares de Programação indicam se tal quantidade foi ultrapassada, por meio de erro durante a compilação do Programa de Aplicação.

Cada Elemento (contato ou bobina, por exemplo) da Lógica de Controle representa uma instrução da Linguagem Ladder sendo alocada em um endereço específico e consumindo uma quantidade determinada de memória (word) disponível para armazenamento do Programa de Aplicação, conforme a CPU utilizada. Um mesmo símbolo gráfico da Linguagem Ladder (Contato Normalmente Aberto, por exemplo) pode representar Instruções diferentes, dependendo da localização na Lógica de Controle.

3.2 Programadores

As principais ferramentas para programação disponíveis atualmente para as famílias de CLP encontrados no mercado são o programador manual e o software de programação para PC. Ambas as ferramentas possuem recursos para monitoração de condições internas à CPU (diagnósticos e erros), verificação da execução do programa de aplicação e controle sobre os modos de operação, entre outros. Cada fabricante, e em alguns casos cada família de CLP, tem suas próprias ferramentas de programação que não podem ser usadas para CLP (ou CPU) distintos.

O programador manual é uma ferramenta de menor custo e é utilizada para pequenas alterações. O programador manual possui um display de cristal líquido com duas linhas para apresentação das informações (endereço e dados do programa, condição dos pontos de I/O e diagnósticos internos) e um teclado de membrana para entrada dos dados. O programador manual, contudo, não é indicado para o desenvolvimento de todos os programas de aplicação, pois

permite edição e alteração apenas por meio de mnemônicos (linguagem de lista de instruções).

Porém, é bastante útil como ferramenta de manutenção para trabalho de campo, proporcionando visualização, monitoração e alteração de parâmetros e do programa de aplicação com muita rapidez e com a vantagem de ser portátil e resistente ao ambiente industrial.

O software de programação para PC é desenvolvido de acordo com as normas da IEC, variando muito de acordo com o fabricante em seu ambiente de trabalho e em suas configurações internas.

4 Aplicações

Muitos engenheiros e técnicos de indústrias ainda fazem esta pergunta: “Quais as vantagens de se utilizar um CLP para controlar máquinas e equipamentos?” a resposta é óbvia, custo, praticidade e economia. Podemos considerar que se há necessidade de se utilizar mais de cinco relés em um sistema, o CLP se torna economicamente mais viável, com o advento da tecnologia e do surgimento dos Micros CLPs de baixo custo, aliado à enorme quantidade de fabricantes tornou esse equipamento acessível à grande maioria dos usuários, desde pequenas empresas até grandes indústrias.

4.1 Vantagens

Além desses fatores, podemos destacar seis grandes qualidades desses sistemas que podem influenciar na utilização e aplicação dos equipamentos, são elas:

4.1.1 Praticidade

Depois de desenvolvido e testado, o programa pode ser gravado em um computador ou CLP e transferido para quantos equipamentos o usuário possa ter, isso viabiliza a produção em série de máquinas e equipamentos, além do fato de que, uma vez testado e qualificado, o programa não sofre alteração, é impossível que uma instrução ou lógica de controle funcione de forma errônea dentro da memória do CLP. Ao contrário dos elementos de fiação e relés utilizados no sistema convencional de montagem, uma vez compilado o programa, ele irá funcionar de mesma forma sempre, além do fato de se não utilizar fiação para as lógicas de operação , a única fiação necessária é aquela utilizada para fornecer o suprimento de energia elétrica para o funcionamento do equipamento, além da fiação para os dispositivos de entrada e saída, mesmo assim em menor número, o que acarreta menor probabilidade de falhas por parte humana na ligação do equipamento.

4.1.2 Localização de Falhas

O CLP, por ser um equipamento microprocessado, traz ao usuário a facilidade de interação com o hardware via software, assim se torna muito prática e fácil a localização de falhas nos sistemas criados pelo usuário, bem como a utilização das ferramentas de compilação e programação do fabricante para localização de incoerências na programação, embora o software não consiga identificar erros na lógica criada pelo usuário, erros de digitação e endereçamento são facilmente detectados.

Outra ótima funcionalidade é o fato de operadores com mais experiência criarem rotinas de teste para os dispositivos de entrada e saída do CLP, isso torna o trabalho de manutenção uma tarefa simples e auxilia usuários e operadores com pouca experiência.

4.1.3 Operações Complexas

Os CLPs possuem uma grande variedade de funções e rotinas avançadas, podem executar desde tarefas simples e repetitivas até grandes cálculos matemáticos, trigonométricos além da manipulação de variáveis numéricas com números inteiros e com ponto flutuante, isso dá ao projetista uma série de recursos impossíveis de se utilizar com a lógica convencional de relés. Com um pouco de experiência o projetista pode desenvolver aplicações avançadas, como por exemplo, geração de relatórios, coleta de dados estatísticos do equipamento ou linha de produção dentre outras funções, dependendo somente da criatividade do projetista.

Os CLPs modulares de médio e grande porte possuem recursos de interação com redes de comunicação em vários padrões, assim o equipamento pode ser conectado a uma rede de computadores corporativa em que as variáveis de processo e controle podem ser visualizadas ou controladas por usuários dentro ou fora da planta industrial.

4.1.4 Flexibilidade

Como a aplicação é executada em um ambiente virtual nas memórias e processadores da CPU, as mudanças no projeto podem ser realizadas apenas com a adição ou exclusão de linhas no programa fonte, existem equipamentos que permitem essa mudança em ambiente on-line, assim o equipamento ou linha de produção não sofrem paradas para intervenção da manutenção.

Outra característica de flexibilidade é o fato de que empresas integradoras desses equipamentos possam fazer alterações ou melhorias nos seus projetos em campo. Além do fato de que se pode proteger o conteúdo do programa de eventuais modificações feitas por usuários sem

experiência, isso é um importante recurso para segurança do projeto ou instalação.

4.1.5 Tempo de Processamento

Em certas aplicações é solicitado ao CLP que processe informações de forma rápida e precisa, isso não é problema, existem CPUs que processam informações provenientes dos dispositivos de entrada em frações de milissegundos. Assim, por mais rápido que seja o processo industrial, sempre haverá um modelo de CLP que atenda à necessidade.

4.1.6 Expansão

Atualmente, existem no mercado equipamentos capazes de se comunicar com tudo que existe em chão de fabrica, isto é, equipamentos como computadores, sensores, dispositivos de pesagem, interfaces de operação (IHM), softwares supervisórios, até mesmo outros CLPs de fabricantes diferentes, enfim a capacidade de expansão e interação com outros dispositivos é fato comprovado na maioria dos CLPs existentes no mercado atual.

4.2 Utilizações comuns

O CLP pode ser utilizado em praticamente qualquer aplicação industrial ou até mesmo comercial. Podemos destacar dentre os segmentos que utilizam estes equipamentos as indústrias alimentícias, farmacêuticas, indústrias de bebidas, estações de petróleo, em navios, usinas hidroelétricas e até mesmo em sistemas espaciais, como plataformas de lançamento de foguetes e satélites etc. Basicamente qualquer utilidade que necessite de controle elétrico ou eletrônico pode utilizar um CLP. Também utilizados em máquinas industriais em geral, prensas, máquinas de usinagem de madeira, parafusadeiras, manipuladores, máquinas de solda, estações de tratamento de efluentes, estações de bombeamento de fluidos, elevadores, transportadores de cargas, máquinas de lavar veículos, sistemas de empacotamento, automação predial, sistema de alarme com monitoramento remoto, entre outras aplicações.

Finalizando, os CLP estão muito difundidos nas áreas de controle de processos e de automação industrial. No primeiro caso a aplicação se dá nas indústrias do tipo contínuo, produtoras de líquidos, materiais gasosos e outros produtos, no outro caso a aplicação se dá nas áreas relacionadas com a produção em linhas de montagem, por exemplo na indústria do automóvel. A Figura 4.1 ilustra uma aplicação de CLP na industria onde um CLP comanda o avanço e corte preciso de uma chapa bobinada. Aplicações deste tipo normalmente requerem baixíssimo

tempo de resposta.

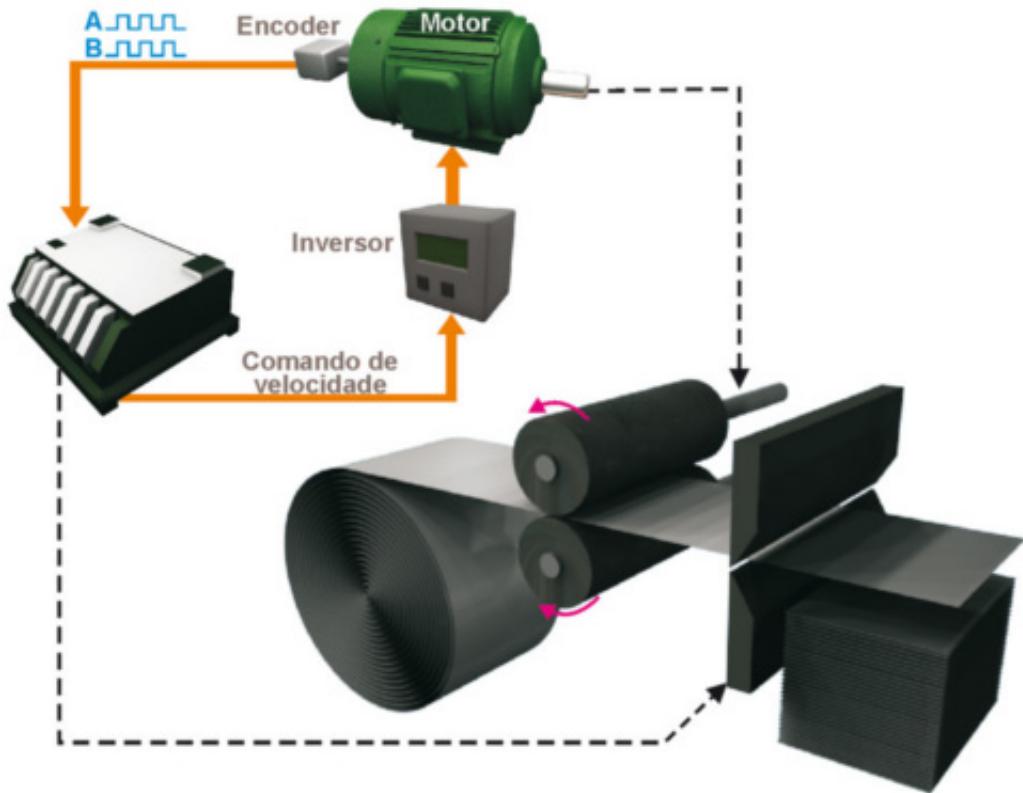


Figura 4.1: Exemplo de aplicação do CLP

5 Referências

- [1] DIAS, C. A. Técnicas Avançadas de Instrumentação & Controle de Processos Industriais. Editora e Grafica ao Livro Tecnico, 1a edição, 2005.
- [2] MOON, I. Modeling Programmable Logic Controllers for Logic Verification. IEEE Transactions on Automatic Control, 53-59, Abril 1994.
- [3] DA SILVA DIAS, José Ricardo. UM LABORATÓRIO PARA UM CURSO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL UTILIZANDO A TEORIA DE SISTEMAS A EVENTOS DISCRETOS. 2005. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.
- [4] Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_program%C3%A1vel
- [5] NATALE, F., Automação Industrial. Ed. Érica. 2º Edição. São Paulo, 1995.
- [6] OLIVEIRA, J. C. P., Controlador Lógico Programável. Editora Makron Books. São Paulo, 1993.