



# AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PROFESSORA: LESLYE ESTEFANIA CASTRO ERAS

# AGENDA



TIPOS DE SISTEMAS



ARQUITECTURA



ESPECIFICAÇÕES DE  
CONTROLADORES  
LÓGICOS PROGRAMÁVEIS



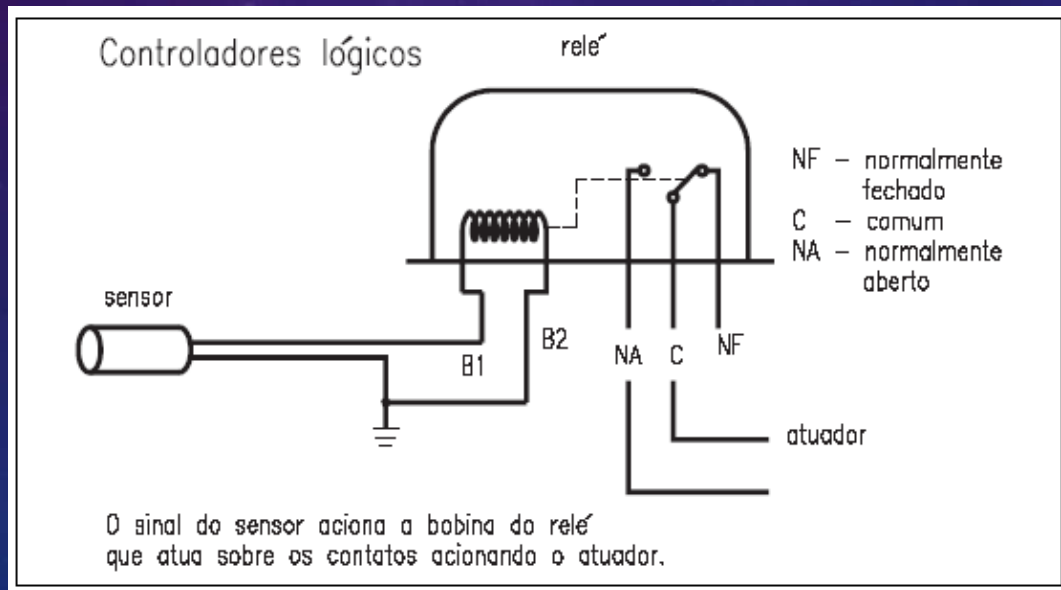
INTRODUÇÃO A  
LINGUAGENS DE  
PROGRAMAÇÃO

# TIPOS DE SISTEMAS

- Sistema rígido de automação:
  - O controle é automático, mas não permite alteração do processo depois da definição do sistema e seus componentes
- Sistema flexível de automação:
  - Permite fazer algumas alterações no sistema e em seus componentes, como incluir ou retirar entradas e saídas

# TIPOS DE SISTEMAS

- Exemplo de sistemas rígidos:
  - Os primeiros sistemas de automação operavam por meio de componentes eletromecânicos, como relês e contatores.



# CLASIFICAÇÃO DOS CLPS

- Nano e micro CLPs: possuem até 16 entradas e a saídas. Normalmente são compostos por um único módulo com capacidade de memória máxima de 512 passos.
- CLPs de médio porte: capacidade de entrada e saída em até 256 pontos, digitais e analógicas. Permitem até 2048 passos de memória.
- CLPs de grande porte: construção modular com CPU principal e auxiliares.
- Módulos de entrada e saída digitais e analógicas, módulos especializados, módulos para redes locais. Permitem a utilização de até 4096 pontos. A memória pode ser otimizada para o tamanho requerido pelo usuário.

# TIPOS DE ENTRADAS

- ENTRADAS DISCRETAS
- São aquelas que fornecem apenas um pulso ao controlador, ou seja, elas têm apenas um estado ligado ou desligado, nível alto ou nível baixo, remontando a álgebra booleana que trabalha com uns e zeros. Alguns exemplos são mostrados na figura 1.2, dentre elas: as botoeiras (1.2a), válvulas eletro-pneumáticas (1.2b), os pressostatos (1.2c) e os termostatos (1.2d).



Figura 1.2 – Entradas discretas



# TIPOS DE ENTRADAS

- ENTRADAS ANALÓGICAS
- Para trabalhar com este tipo de entrada os controladores tem conversores analógico-digitais (A/D). Atualmente no mercado os conversores de 10 bits são os mais populares. As principais medidas feitas de forma analógica são a temperatura e pressão. Na figura 1.3 mostram-se, como exemplo, sensores de pressão ou termopares.



Figura 1.3 – Exemplos de entradas analógicas – Termopares

# TIPOS DE SAÍDAS

- SAIDAS DISCRETAS
- São aquelas que exigem do controlador apenas um pulso que determinará o seu acionamento ou desacionamento. Como exemplo têm-se elementos mostrados na figura 1.4: Contatores (1.4a) que acionam os Motores de Indução (1.4b) e as Válvulas Eletropneumáticas (1.4c).



Figura 1.4 – Exemplos de saídas discretas



# TIPOS DE SAÍDAS

- SAIDAS ANALÓGICAS
- Necessita de um conversor digital para analógico (D/A), para trabalhar com este tipo de saída. Os exemplos mais comuns são: válvula proporcional, acionamento de motores DC, displays gráficos, entre
- outros.

# INTRODUÇÃO A LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

- 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 A LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

- 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.

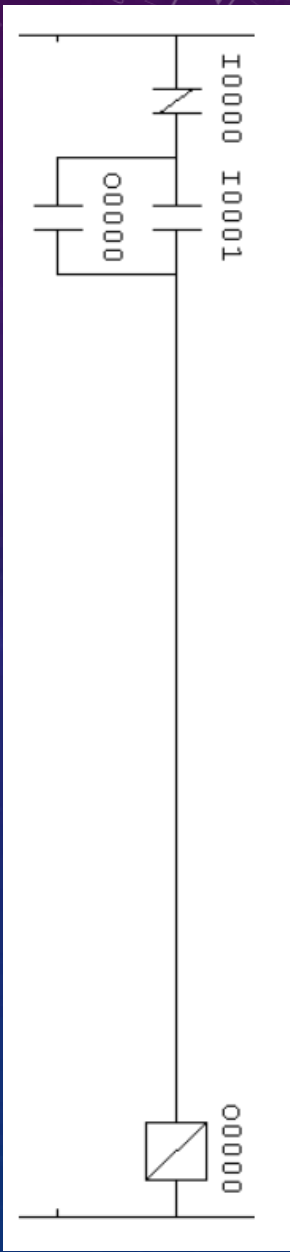
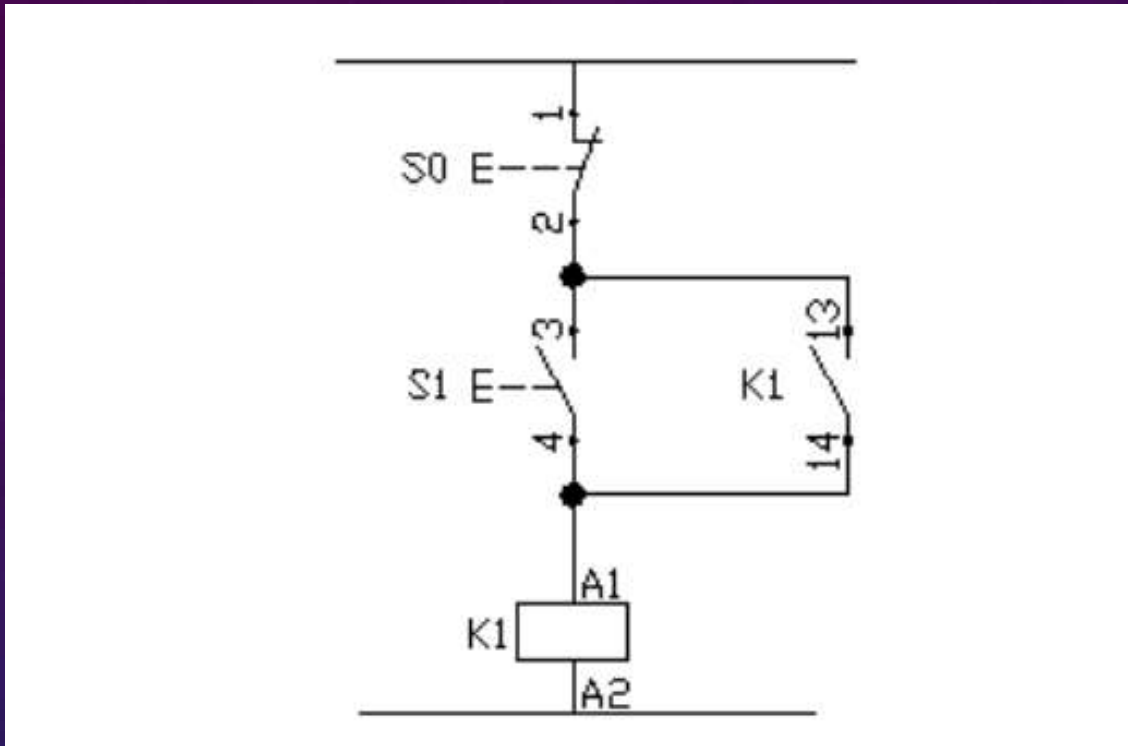
# INTRODUÇÃO A LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

**TABELA 2.1** Classificação das linguagens de programação, conforme IEC – 1131-3

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)

# ELEMENTOS BÁSICOS

O diagrama de contatos (Ladder) consiste em um desenho formado por duas linhas verticais, que representam os polos positivo e negativo de uma bateria, ou fonte de alimentação genérica. Entre as duas linhas verticais são desenhados ramos horizontais que possuem chaves. Estas podem ser normalmente abertas, ou fechadas e representam os estados das entradas do CLP. Dessa forma fica muito fácil passar um diagrama elétrico para linguagem Ladder. Basta transformar as colunas em linhas, como se mostra nas figuras seguintes, para o caso de uma simples partida direta.





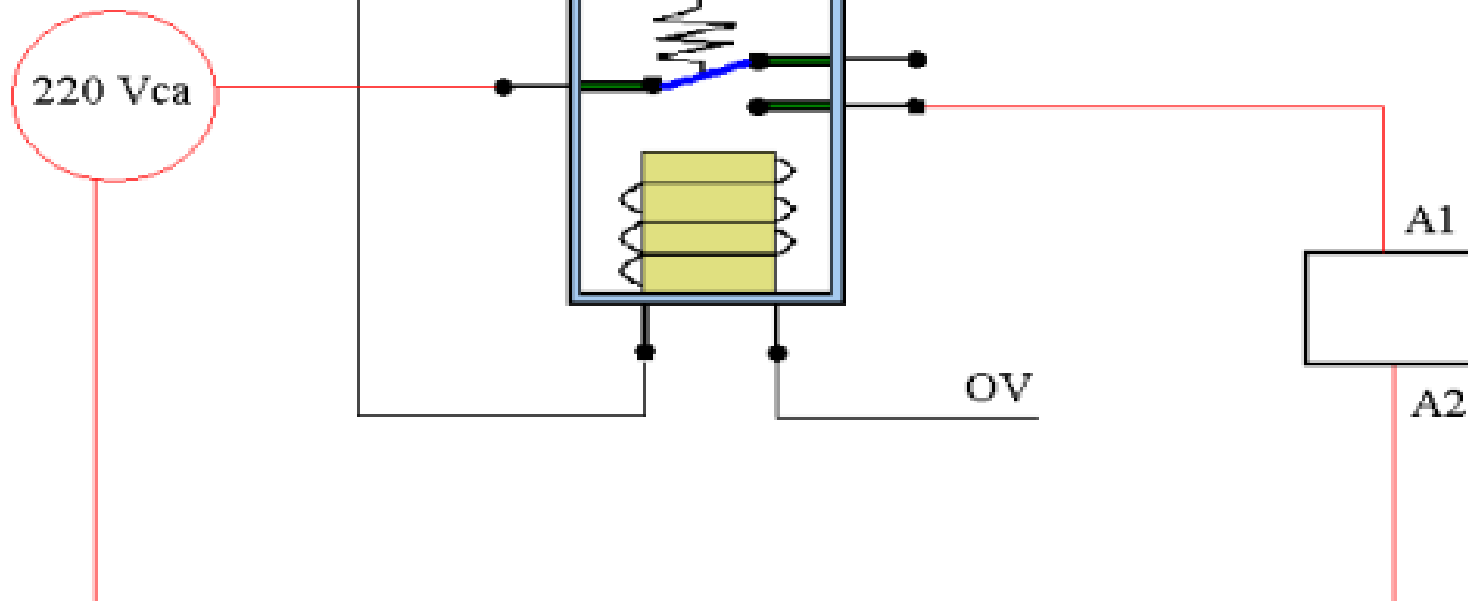
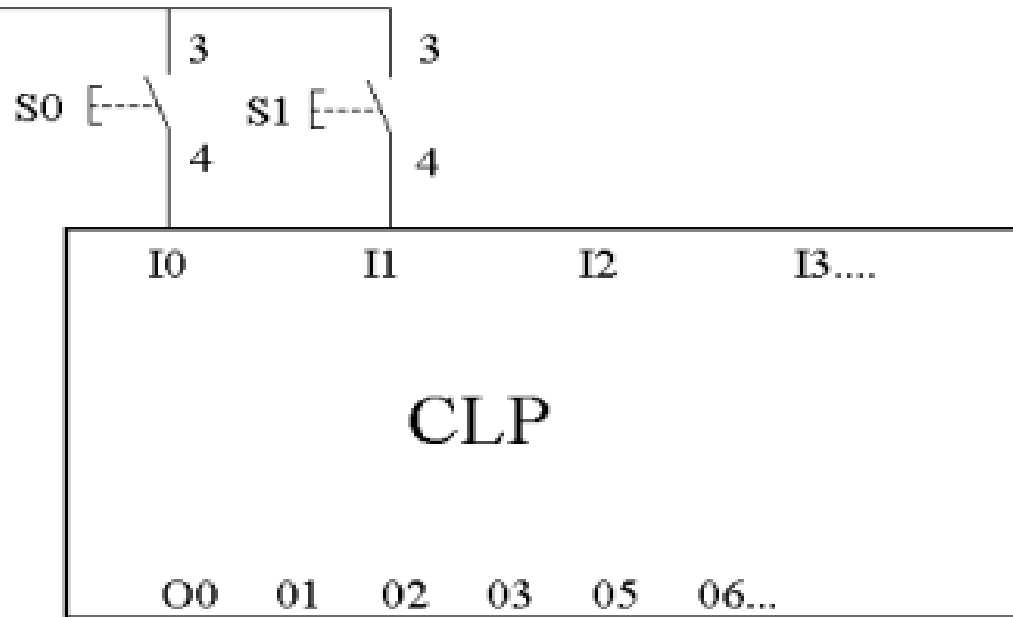
Não se deve esquecer de ligar as botoeiras e contatores, que são os elementos de comando, externamente ao CLP. Para o caso deste comando as ligações elétricas são mostradas na figura. É importante observar que o relé foi colocado para permitir a existência de dois circuitos diferentes, o de comando composto por uma tensão contínua de 24 V, e o circuito de potência, composto por uma tensão alternada de 220 V.

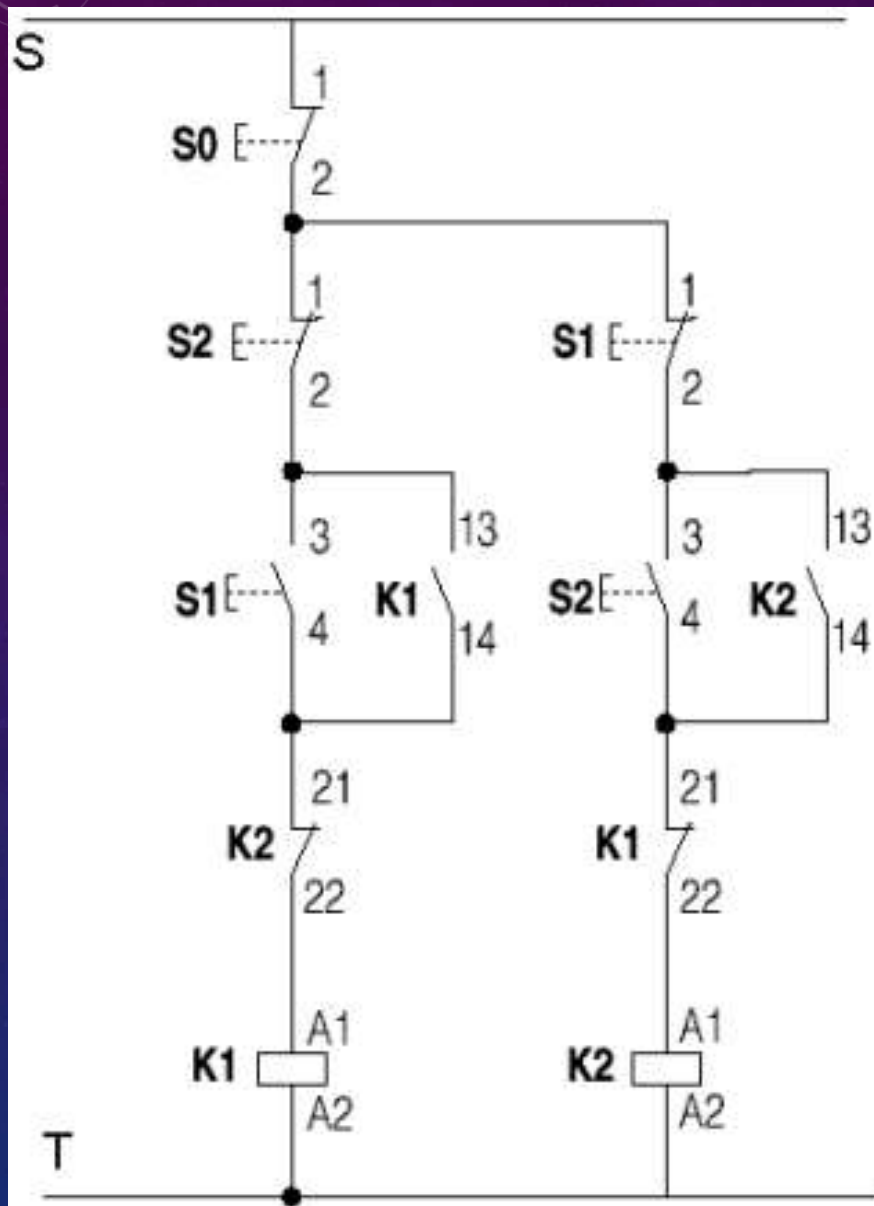
Ainda no CLP a letra “I” significa entrada (Input) e a letra “O” significa saída (Output).

Deve-se lembrar sempre que em painéis elétricos o CLP está inserido na parte de comando do mesmo.

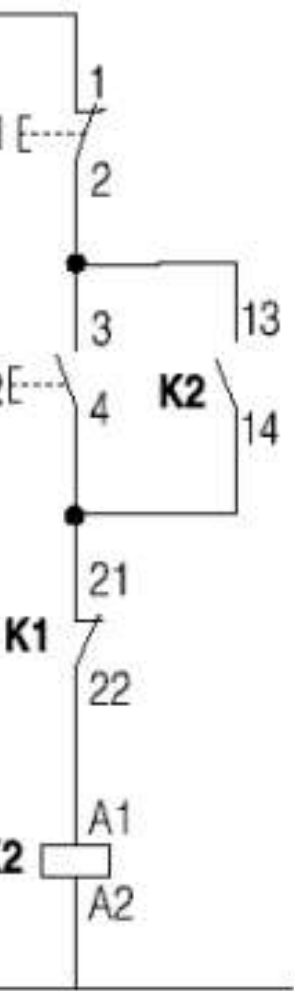
Deve-se lembrar sempre que em painéis elétricos o CLP está inserido na parte de comando do mesmo.

+24 Vcc





– Diagrama de comando para uma partida com reversão



uma partida com reversão

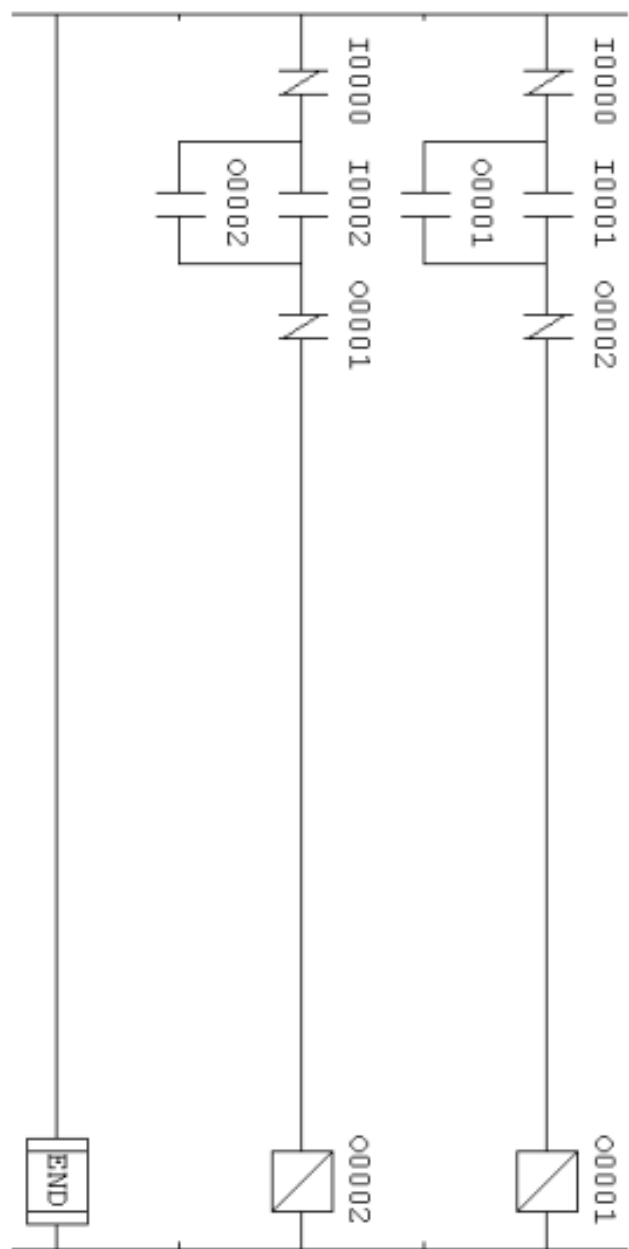





Figura 2.5 – Programa em Ladder para uma partida com reversão

Observando os dois exemplos dados, pode-se definir agora os elementos essenciais em uma programação Ladder:

Tabela 2.1 – Elementos Básicos em Ladder		
Nomeclatura	Abreviação	Símbolo
Contato Normalmente Aberto	NA	
Contato Normalmente Fechado	NF	
Bobina ou Saída	---	

Com os elementos básicos montam-se diversas combinações importantes, mostradas nos próximos itens.

## 2.1) Funções Lógicas em Ladder

As funções lógicas são estudadas em todos e quaisquer elementos. A combinação entre os contatos NA e NF servem de importante orientação para o projetista e programador de circuitos lógicos.

### A) Função "E" (AND)

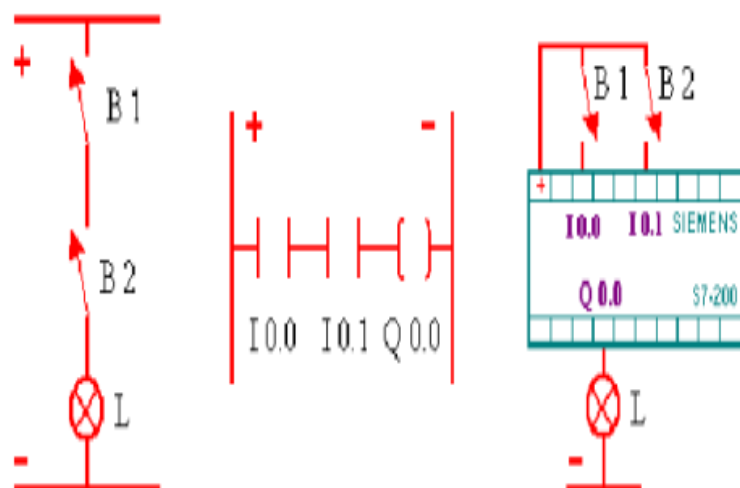


Figura 5 – Lógica AND.

Tabela verdade

I1	I2	Q1
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



## B) Função "OU" (OR)

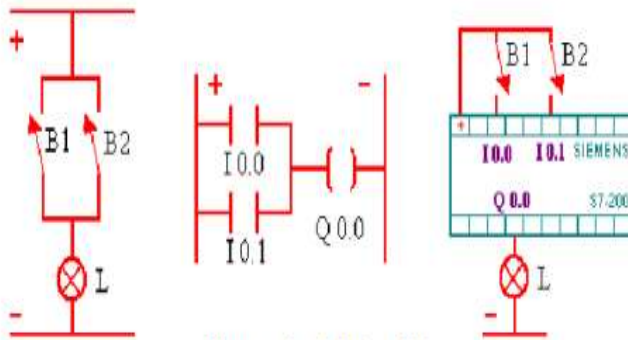


Figura 6 – Lógica OR.

Tabela Verdade

I1	I2	Q1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

## D) Função "Não E" (NAND)

Segundo a álgebra de Boole:  $\overline{A * B} = \overline{A} + \overline{B}$ . Assim a função NAND consiste em dois contatos NF em paralelo.

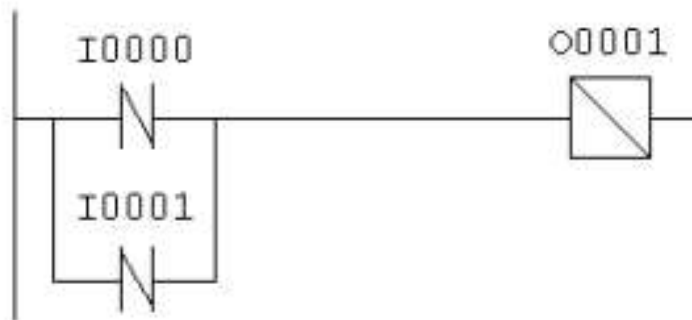


Tabela verdade

I1	I2	Q1
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

### D) Função “Não OU” (NOR)

Segundo a álgebra de Boole:  $\overline{A+B} = \overline{A} * \overline{B}$ . Assim a função NOR consiste em dois contatos NF em série.

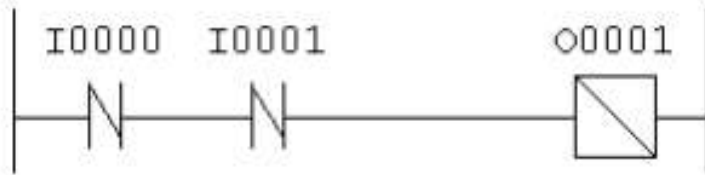


Tabela verdade

I1	I2	Q1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

## 2.2) Circuitos de Selo

Os selos são as combinações mais básicas entre elementos, destinados a manter uma saída ligada, quando se utilizam botoeiras.

### A) Selo com prioridade no ligamento

Com as duas chaves pressionadas o circuito sempre estará ligado.



Figura 2.6 – Selo com prioridade no ligamento

### A) Selo com prioridade no desligamento

Com as duas chaves pressionadas o circuito sempre estará desligado. É o mais utilizado por questões de segurança.



Figura 2.7 – Selo com prioridade no desligamento

### 2.3) Instruções de 'SET' e 'RESET'

A instrução de "SET" liga uma saída e mantém a mesma ligada mesmo que a alimentação da entrada seja retirada. Para se desligar a saída utiliza a instrução "RESET". A figura 2.8 mostra um exemplo da utilização destas instruções na partida direta de um motor. O programa na figura 2.8 é equivalente ao programa mostrado na figura 2.7.

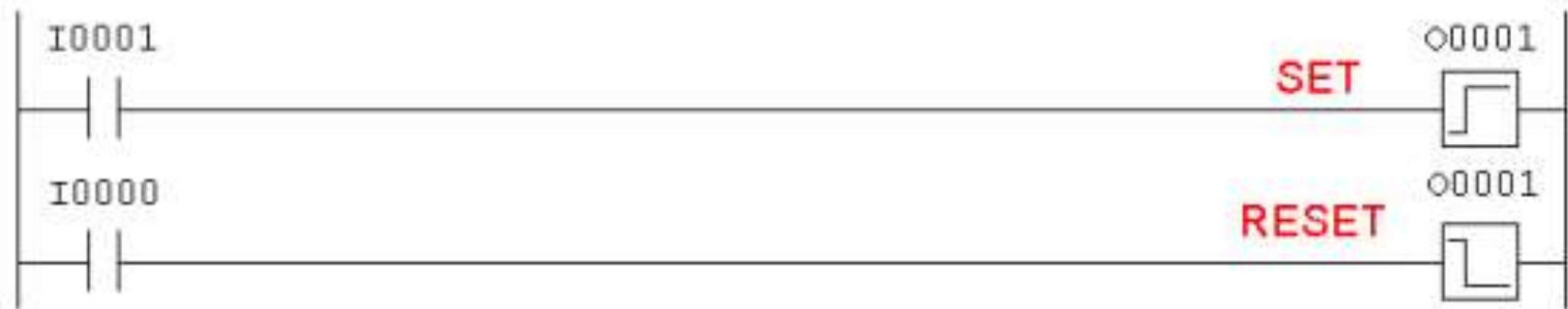


Figura 2.8 – Utilização das Instruções de SET e RESET



## 2.4) Circuitos de Detecção de Borda

Existem situações em que é necessário registrar não o estado da entrada, mas sim o instante em que essa entrada comuta. Isso é realizado pelos circuitos de detecção de borda, que podem detectar o flanco ascendente (instante de ativação da entrada) quanto o flanco descendente (instante de desativação da entrada).

Estes circuitos se aproveitam do modo de operação do CLP onde a varredura é feita através de uma linha de cada vez. A figura 2.9 mostra o exemplo de detecção de borda durante a subida.



Figura 2.9 – Circuito de detecção de borda



Uma aplicação prática deste circuito é quando se deseja ativar e desativar uma saída com um único pulsador (ou botoeira). O circuito completo para este tipo de operação de operação é mostrado na figura 2.10.

É importante notar que no programa da figura 2.10 nota-se que utilizou-se a letra “R” na saída e não “O”. A diferença é que “R” significa “**Relé de contato auxiliar**”, ou seja quando se aciona “R” nenhuma saída externa ao CLP é ligada. Este relé representa uma “memória” interna do CLP e como o próprio nome já diz, serve somente para auxiliar na lógica do programa. Este elemento é muito utilizado em programação com diagramas de contato.

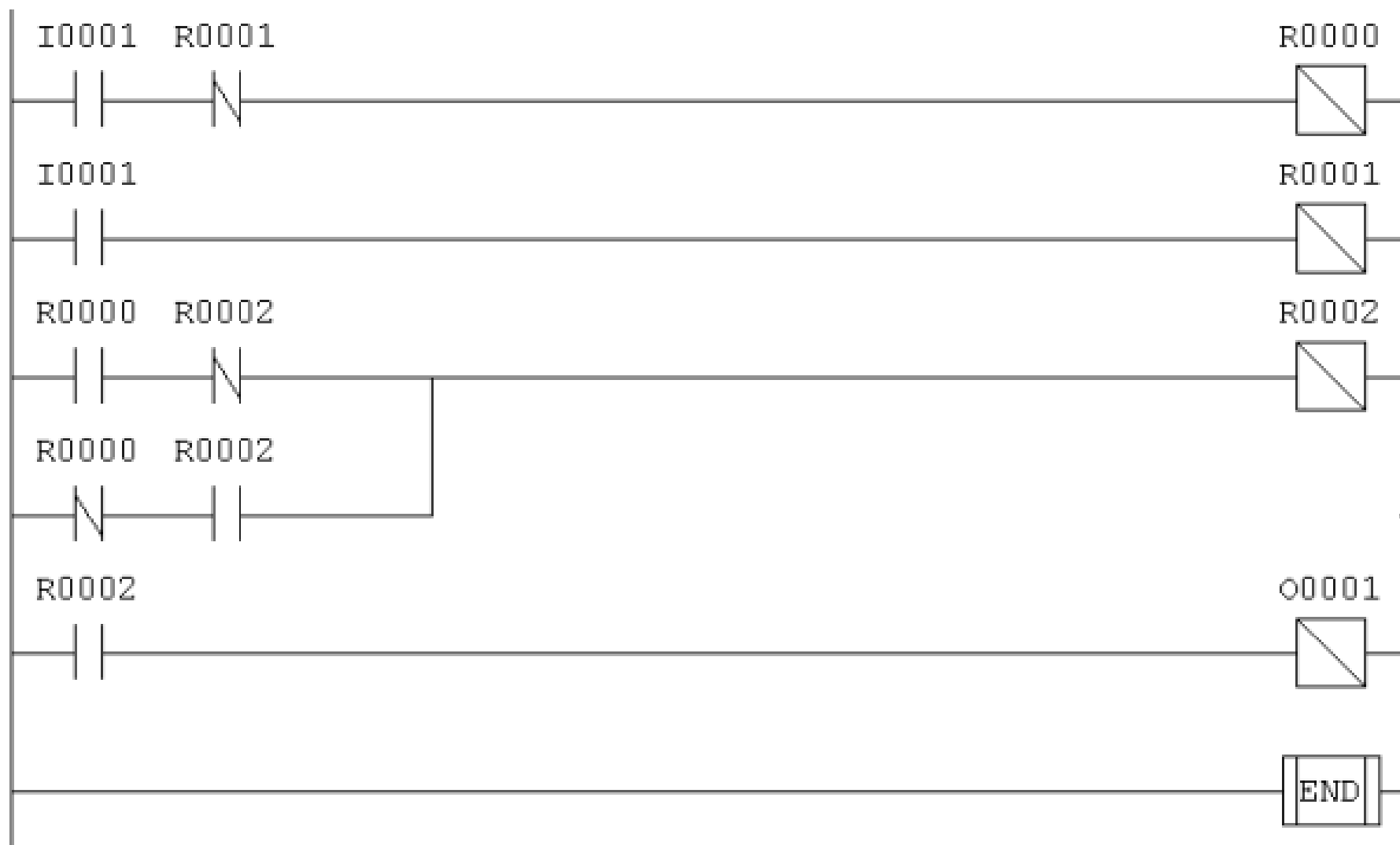
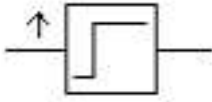
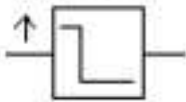



Figura 2.10 – Circuito de detecção de borda

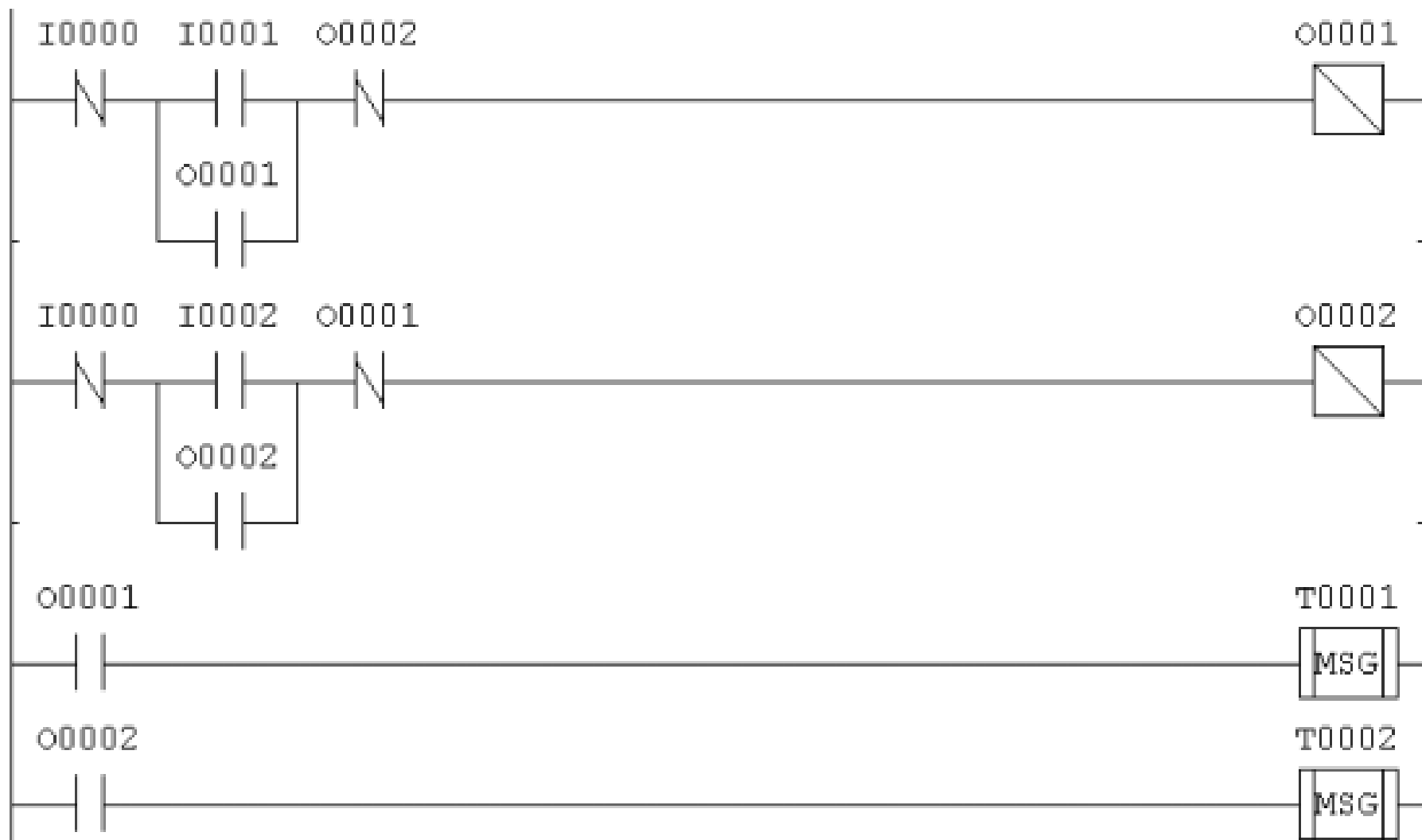
Para facilitar a programação, o CLP apresenta as funções de detecção de borda e acionamento com um único pulsador. A tabela 2.2 apresenta os símbolos destas funções.

Tabela 2.2 – Elementos de pulso		
Nomeclatura	Abreviação	Símbolo
Flip Flop SET de borda (aciona somente na borda de subida do sinal de entrada)	--	<div>R0001</div> 
Flip Flop RESET de borda (aciona somente na borda de subida do sinal de entrada)	--	<div>R0001</div> 
Flip Flop de Pulso (liga e desliga a saída dependendo do estado anterior)	---	<div>R0001</div> 

## 2.5) Mensagens na IHM do CLP

Todos os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) tem como opcional a chamada Interface Homem Máquina (IHM). Esta normalmente consiste de um teclado para entrada de dados e uma tela (display) onde pode-se visualizar dados e mensagens destinadas ao operador, técnico de manutenção ou programador.

Como exemplo tem-se o seguinte problema: deve-se fazer um programa em ladder para comandar uma partida com reversão, de forma a mostrar na IHM do controlador, as mensagens de "sentido-horário", "anti-horário" e "operação ilegal". Esta última deve aparecer em três condições distintas: o operador pressiona as duas botoeiras de forma simultânea, o motor gira no sentido anti-horário e ele pressiona a botoeira do sentido contrário e vice-versa. O programa correspondente é mostrado na figura 2.11.



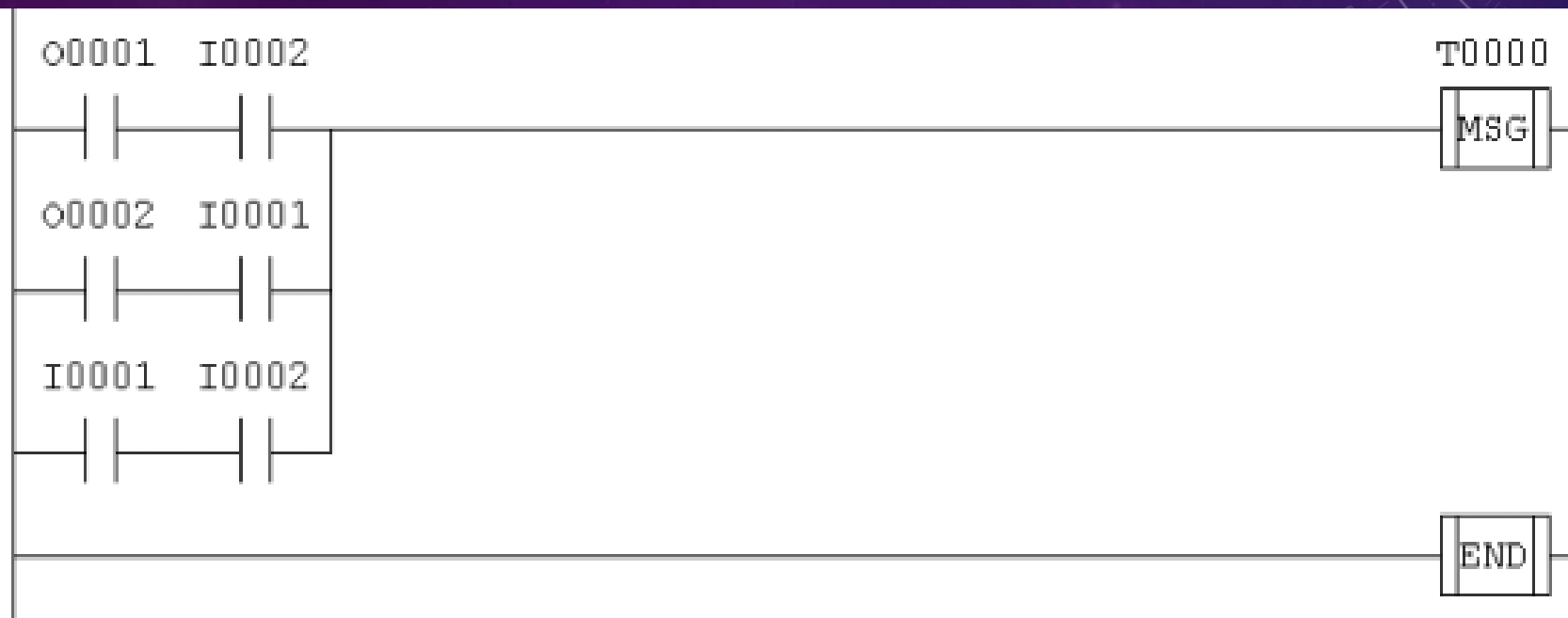


Figura 2.11 – Programa para partida com reversão mensagens



Na tela de inserção de mensagens foram inseridas:

- T0000 → operação ilegal
- T0001 → Sentido Horário
- T0002 → Sentido Anti-horário

Deve-se lembrar que o CLP não pode mostrar duas mensagens na tela ao mesmo tempo, assim ele prioriza as mensagens por ordem crescente de inserção, ou seja, T0000 tem prioridade sobre T0001, que por sua vez tem prioridade sobre T0002, e assim por diante. No programa da figura 2.11 a mensagem de operação ilegal tem prioridade sobre as demais, pois ela pode aparecer mesmo quando existe outra mensagem sobre a tela, assim sendo ela foi inserida em T0000.

# EXEMPLOS

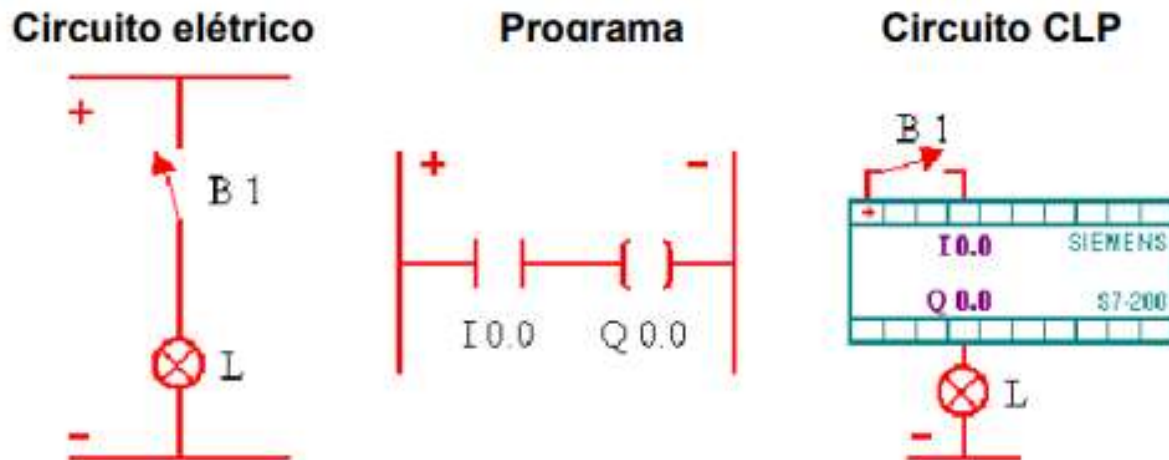
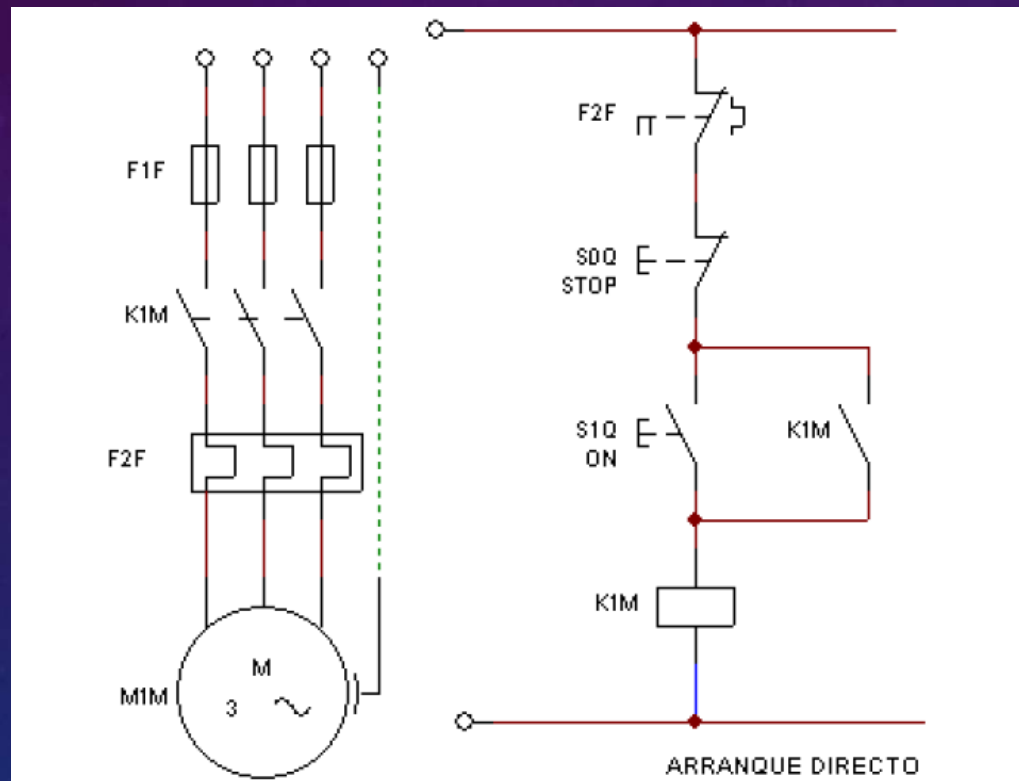


Figura 4 – Acionamento de uma lâmpada.

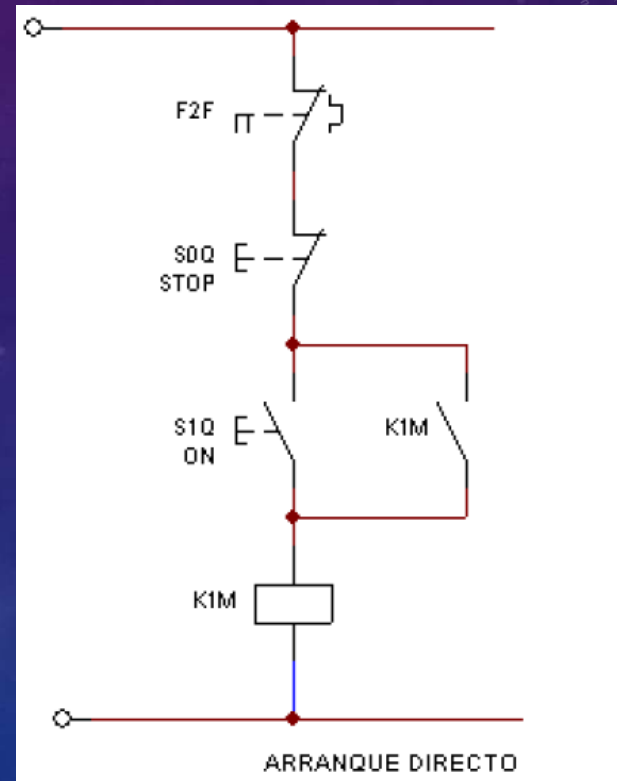
# PARTIDA DIRETA DE UM MOTOR



Circuitos: Força e Controle

# PARTIDA DIRETA DE UM MOTOR

Designación	Descripción	Operando (*)
F2F	Relé térmico (NC)	I:0/1
S0Q	Pulsador de parada (NC)	I:0/2
S1Q	Pulsador de marcha (NA)	I:0/3
K1m	Contactór Principal	Q:0/1



# PARTICULARIDADES DO PLC

Como já foi dito anteriormente, a linguagem de programação é padronizada. Entretanto os diferentes fabricantes apresentam certas diferenças e particularidades. Estas são mostradas, de forma resumida, para o CLP utilizado no laboratório.

Maiores detalhes devem ser consultados no manual do fabricante. Algumas características deste controlador são:

- Alimentação de 8 a 38 Vcc
- Consumo: 2,5 Watts
- Temperatura de operação de 0 a 65 °C
- 10 canais de I/O (Entradas / Saídas)
- Interface IHM com teclado de 15 teclas e 10 Led's Programáveis



O ambiente de desenvolvimento é composto por um Menu Principal com as seguintes opções:

- Projeto: carrega um projeto existente ou cria um novo
- Programa: edita um programa em Ladder;
- Controlador: gera um código executável para ser enviado ao controlador
- Depurador: permite a visualização do programa em funcionamento no microcontrolador
- Supervisão: gera a supervisão de blocos de controle (PID) ou gráficos de tendência ( “Trend Variáveis” )



### 3 - Temporizador e recursos avançados da IHM

O temporizador é um elemento fundamental na programação em Ladder, pois a partir deste elemento pode-se montar diversas aplicações.

O símbolo do temporizador para o CLP HI ZAP 500 é mostrado na figura 3.1. Este tem duas entradas E1 e E2, uma saída S1. A saída é acionada após a contagem do tempo programado em M2, que pode ser uma memória inteira, real ou uma constante. A memória M1 é de uso próprio do controlador e se destina a fazer a contagem regressiva do tempo, quando o temporizador estiver acionado.

A entrada E1 destina-se a paralização da contagem do tempo e a entrada E2 zera a contagem do mesmo. O comportamento do controlador, conforme a combinação das entradas é mostrado na tabela 3.1.

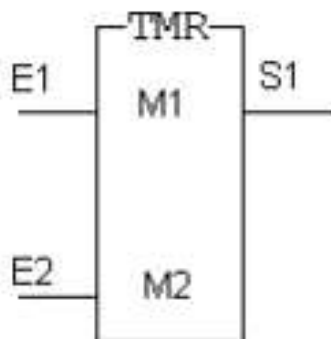


Figura 3.1 – Bloco Temporizador do CLP HI ZAP500

<i>Tabela 3.1 – Comportamento do temporizador</i>		
<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>Temporizador</b>
0	0	Zerado em espera
0	1	Paralisado
1	0	Zerado
1	1	Contando

Outra característica importante do temporizador é que ele conta tempos de 0,01s. Assim para programar 5s seria necessário fazer  $M1=500$ , como mostra a equação 3.1.

$$M1 = \frac{\text{tempo desejado}}{0,01} = \frac{5}{0,01} = 500 \quad (3.1)$$

### 3.1) Partida Seqüencial de motores

Uma aplicação interessante do temporizador consiste na partida seqüencial de motores. Para exemplificar pode-se fazer um programa para acionar 3 motores de forma que o primeiro seja acionado imediatamente, o segundo deve ser acionado 5s após o primeiro e o terceiro 8s após o primeiro. O programa é apresentado abaixo, nota-se que a aplicação é simples e direta. Esta estratégia é muito utilizada para evitar picos de consumo de energia e corrente, caso os motores partissem todos simultaneamente.

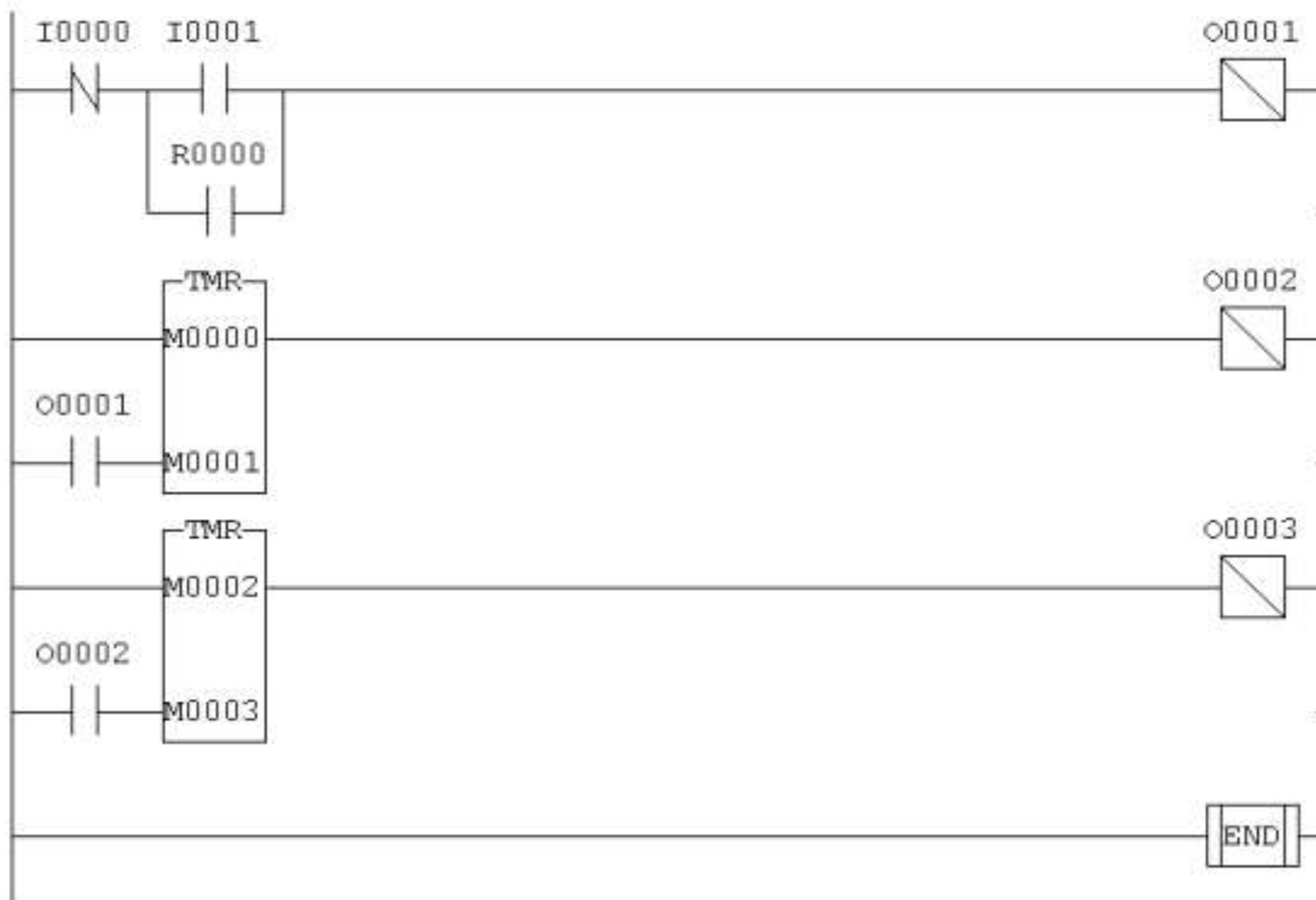


Figura 3.2 – Programa para uma partida seqüencial

Deve-se lembra que M1=500 e M3=800, para a correta contagem do tempo.



### 3.2) Partida Y/ $\Delta$ de motores

Uma outra aplicação do temporizador é no comando de uma partida Y/ $\Delta$ . Neste programa deve-se lembrar que são utilizados 3 contatores de forma que um contator está sempre ligado. O contator Y primeiramente e desliga após o tempo programado. O contator  $\Delta$  liga somente após o tempo programado. Deve haver um intertravamento entre os contatores Y/ $\Delta$ .

Uma das formas de confeccionar o programa é fazendo a cópia do diagrama elétrico, já visto na disciplina de comandos elétricos. O programa resultante é mostrado na figura 3.3.

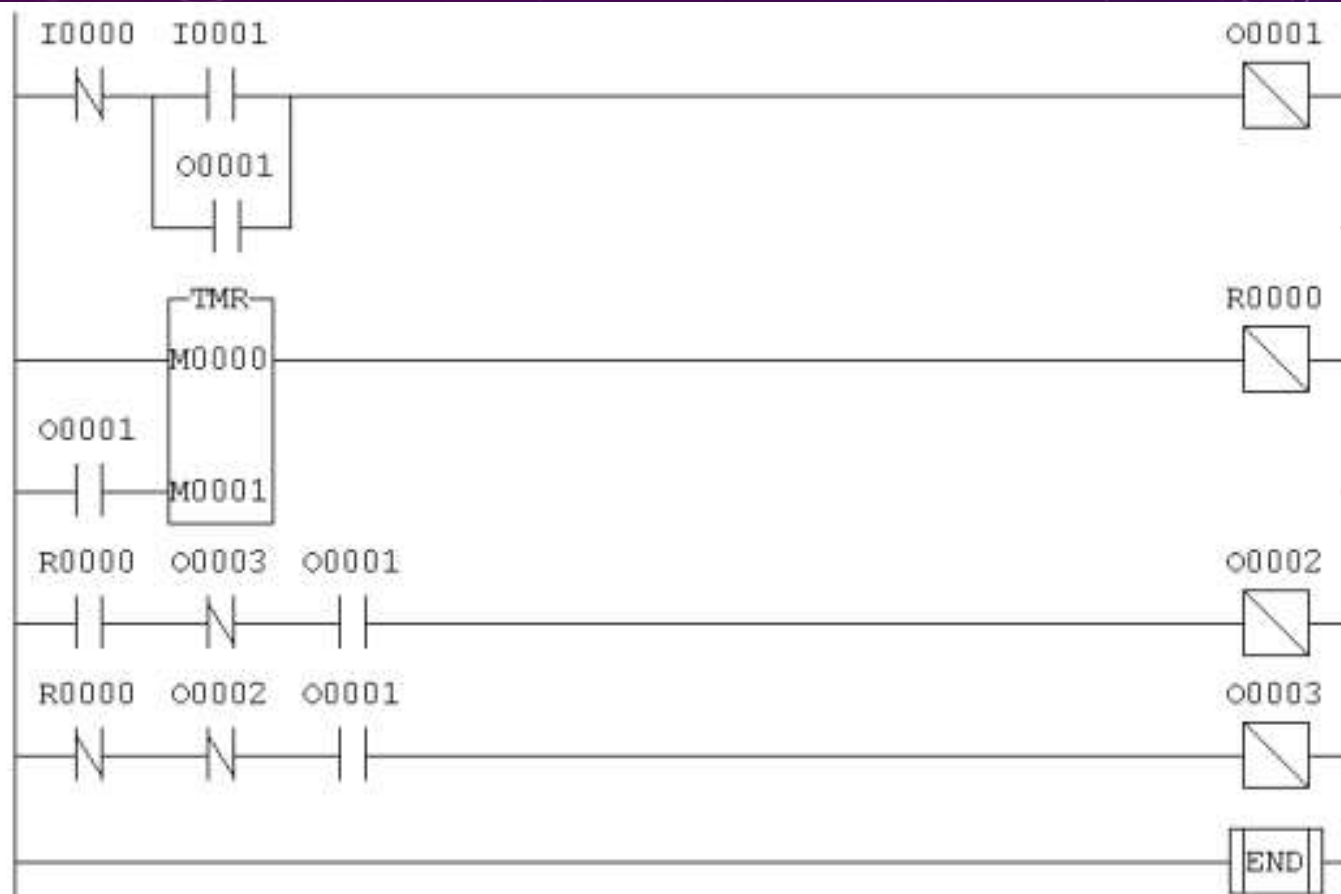


Figura 3.3 – Programa para uma partida Estrela-Triângulo

No programa da partida estrela-triângulo os elementos são: I0 está conectada a botoeira de desligamento, I1 à botoeira de ligamento, O1 ao contator fixo, O2 ao contator triângulo e O3 ao contator estrela.



### 3.4) Segurança no comando de prensas

No comando de prensas antigamente utilizavam-se duas botoeiras em série para evitar que o operador estivesse com uma mão livre ao acionar a mesma. Entretanto eles começaram a prender um dos botões com um peso, tornando a estratégia ineficaz. Nos comandos modernos faz-se com que as botoeiras devam ser acionadas em um intervalo de tempo menor que 3s, por exemplo, caso contrário a prensa não aciona. O programa em Ladder para acionamento é mostrado na figura 3.6.

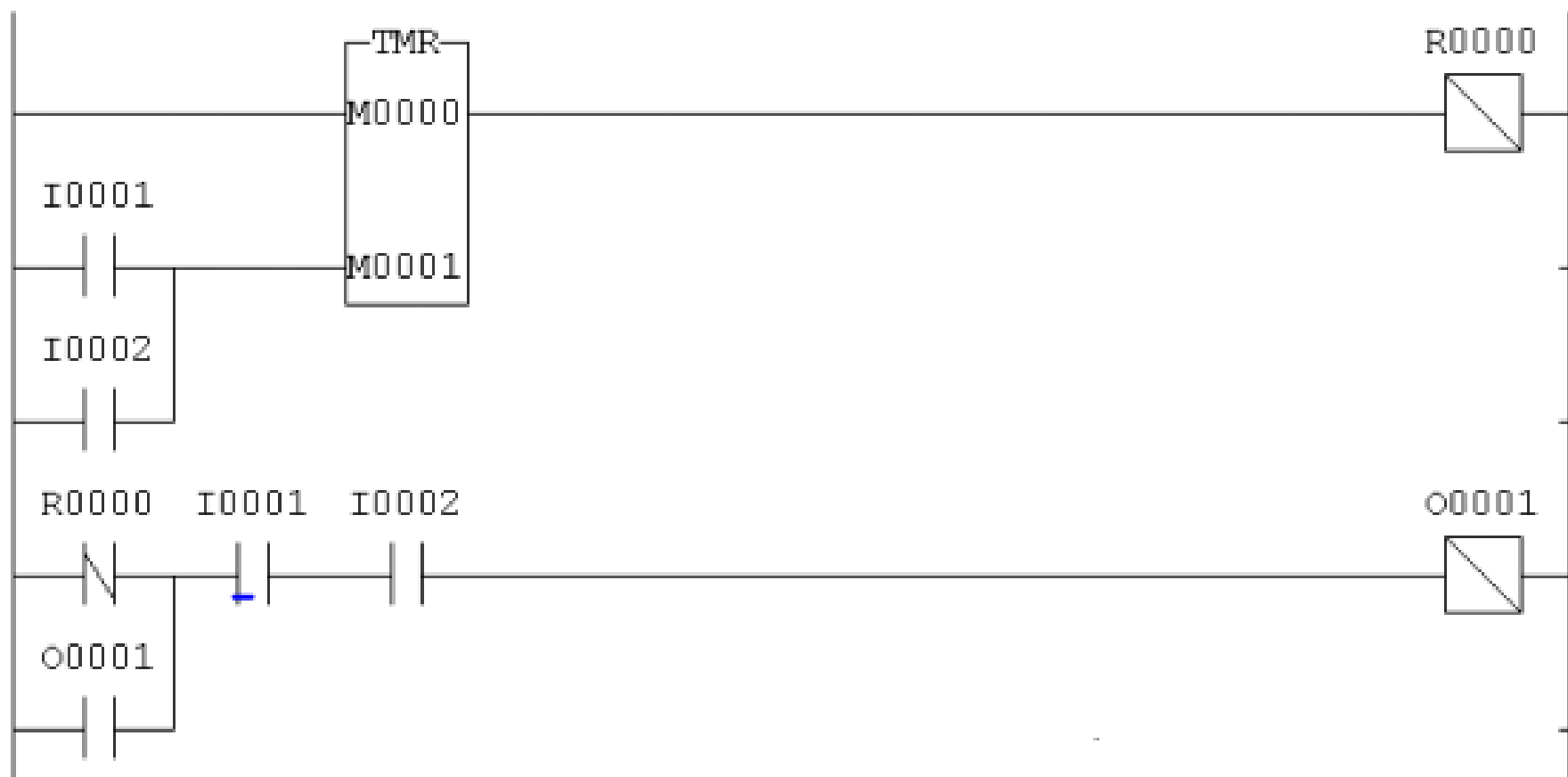


Figura 3.6 – Segurança em prensa com temporizador

## 4 - Introdução ao trabalho com variáveis analógicas

As variáveis analógicas são mais utilizadas em controles de processos químicos. Exemplos clássicos são as caldeiras de vapor, as usinas de açúcar, as indústrias de papel e celulose onde estão envolvidas variáveis tais como pressão, temperatura e vazão. Os dados fornecidos pelos sensores podem ser utilizados de forma simples, para interromper o funcionamento de uma caldeira por exemplo, ou de forma complexa, em controles Proporcionais-Integrais-Derivativos, onde se busca atingir um alvo, ou "set-point".

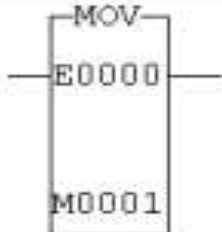
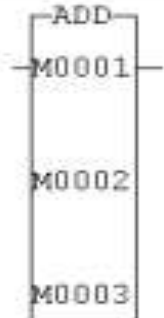
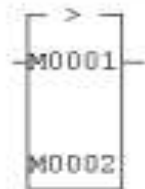
No CLP utilizado as as entradas analógicas tem resolução de 10 bits, e são configuráveis para sinais de correntes de 0 a 20 ma, 4 a 20 ma, ou tensão de 0 a 5 Vdc ou 1 a 5 Vdc. A configuração dependerá do sensor que está sendo ligado a referida entrada. A saída analógica tem resolução de 9 bits com sinal de corrente de 4 a 20 ma e impedância máxima de 1Kohm.

As entradas analógicas do CLP HI ZAP 500 estão localizadas no módulo de expansão ZEM530, são identificadas pela letra "E", num total de 4 entradas: E0000 a E0003.



A leitura de dos valores analógicos é feita através da função MOV. Outras funções que podem ser utilizadas são encontradas nas guias "movimento", "matemáticas" e "comparação". Na tabela 4.1 encontram-se os símbolos de algumas destas funções. Maiores detalhes devem ser consultados no manual fabricante.

**Tabela 4.1 – Exemplo de funções utilizadas com variáveis analógicas**

Nome e função	Símbolo
<p>→ Movimentação de Variáveis (MOV)</p> <p>→ Transfere o valor lido em E0000 para a memória inteira M0001. É utilizada na leitura de variáveis analógicas e também para transferir o valor para uma saída analógica.</p>	
<p>→ Soma de variáveis (ADD)</p> <p>→ Soma o valor das memórias inteiras M0001 e M0002 colocando o resultado em M0003. Pode ser usado, assim como as outras funções matemáticas, para somar valores já lidos de entradas analógicas.</p>	
<p>→ Comparação maior que (&gt;)</p> <p>→ Testa se o valor da memória M0001 é maior que o valor da memória M0002. Se isto for verdadeiro pode acionar uma saída especificada pelo usuário.</p>	

Como exemplo de manipulação de variáveis analógicas tem-se o programa mostrado na figura 4.1, cujo propósito é o de ler uma variável, comparar com um valor pré-estabelecido e acionar uma saída qualquer (no caso 01).

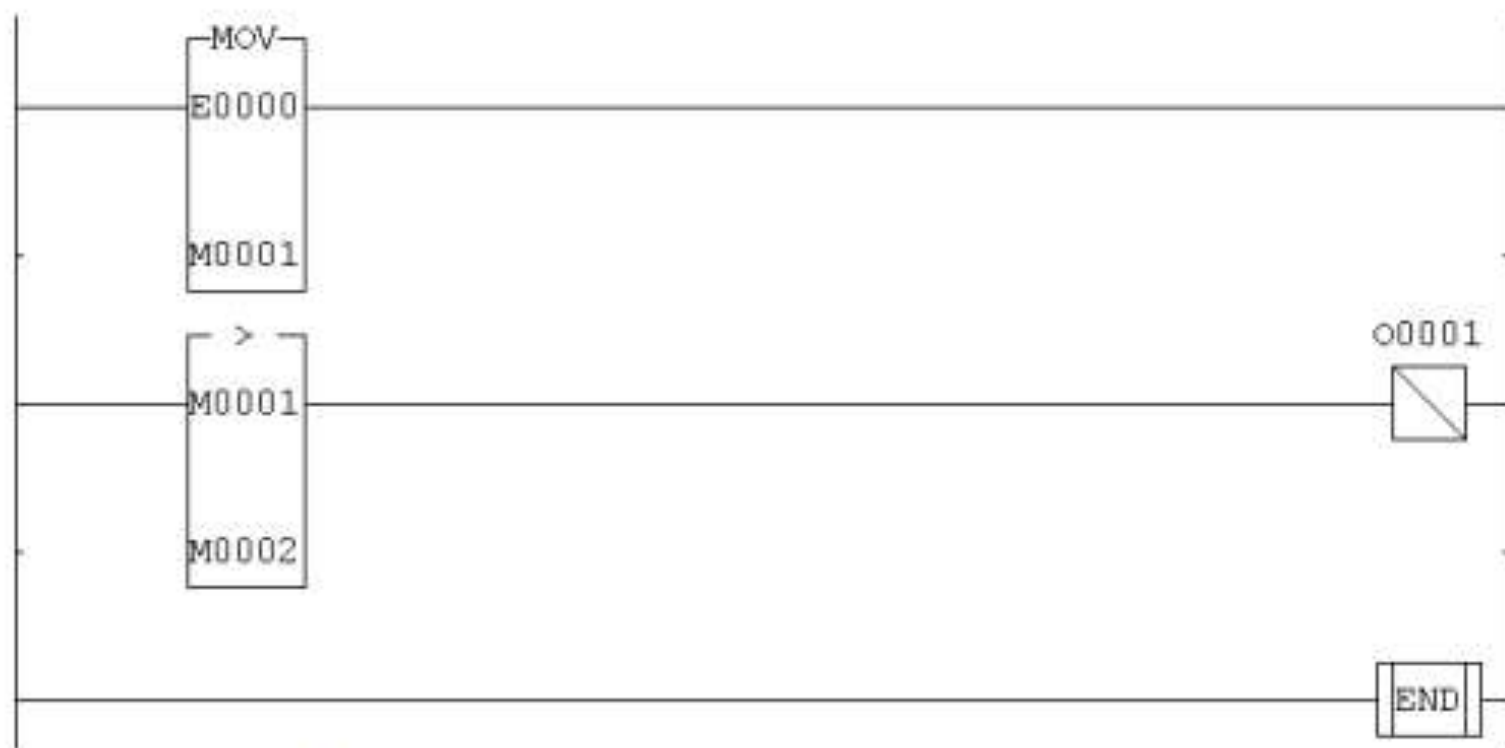
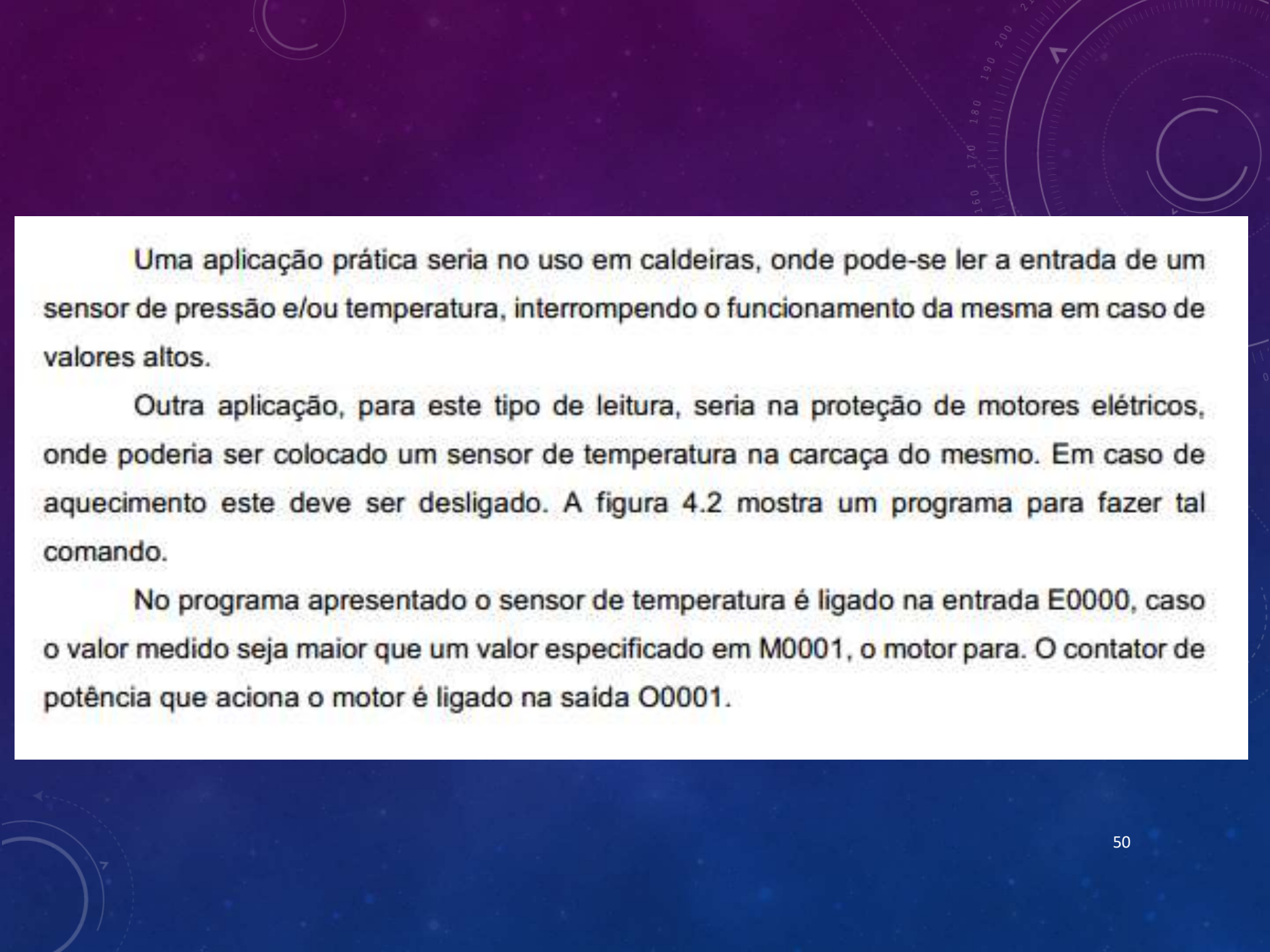


Figura 4.1 – Leitura e comaparação de uma variável analógica



Uma aplicação prática seria no uso em caldeiras, onde pode-se ler a entrada de um sensor de pressão e/ou temperatura, interrompendo o funcionamento da mesma em caso de valores altos.

Outra aplicação, para este tipo de leitura, seria na proteção de motores elétricos, onde poderia ser colocado um sensor de temperatura na carcaça do mesmo. Em caso de aquecimento este deve ser desligado. A figura 4.2 mostra um programa para fazer tal comando.

No programa apresentado o sensor de temperatura é ligado na entrada E0000, caso o valor medido seja maior que um valor especificado em M0001, o motor para. O contator de potência que aciona o motor é ligado na saída O0001.



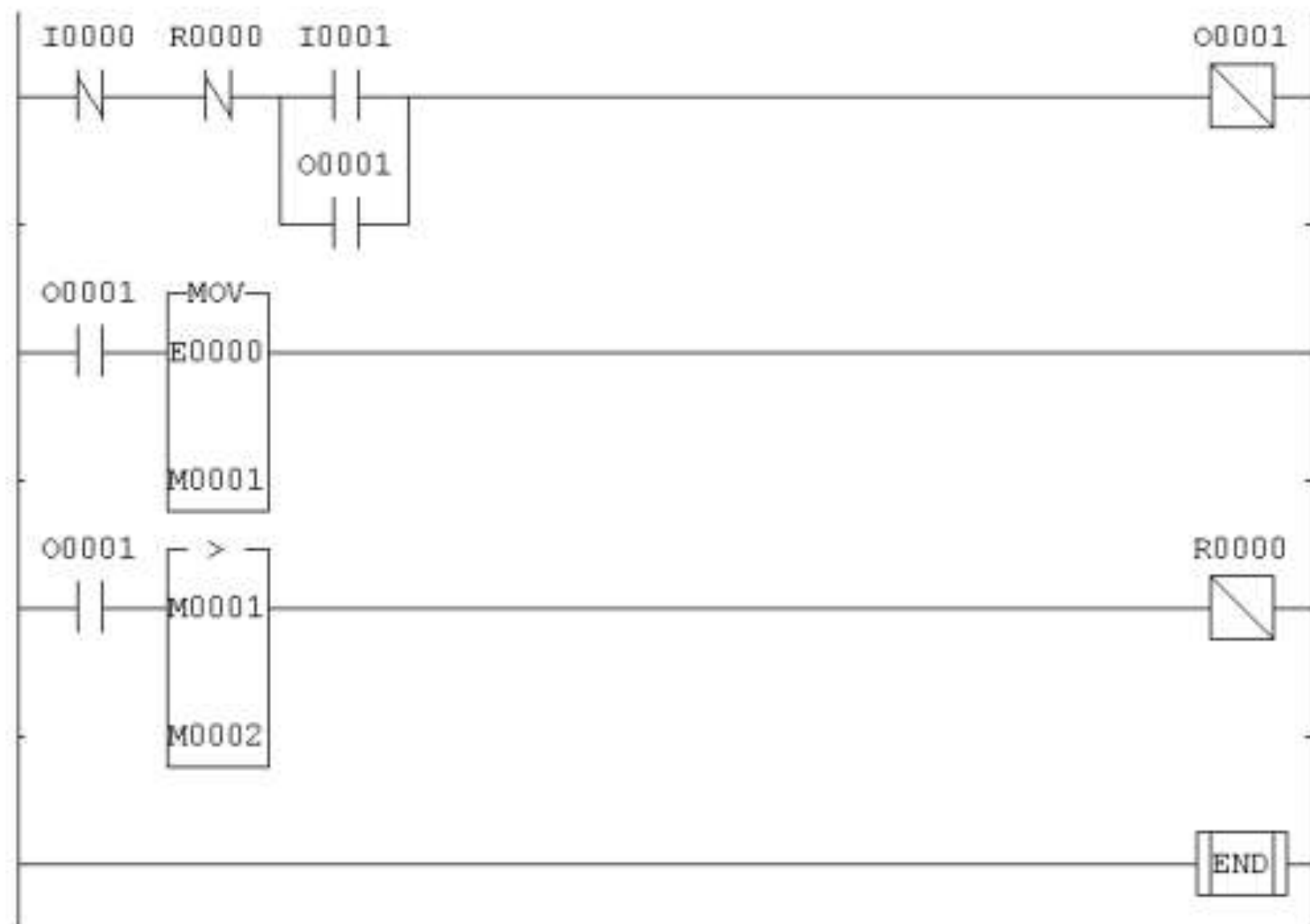


Figura 4.2 – Aplicação na proteção de motores elétricos

# REFERENCIAS

Prof. Dr. César Augusto Agurto Lescano. **Universidade  
Anhanguera Educacional**

- PLC LOGO EXEMPLOS E LOGICA