

PLC / CLP

- 1.0 Objetivos

- Apresentar definição conceitual de um CLP
- Apresentar divisão de memória de um CLP
- Identificar entradas e saídas de um CLP
- Identificar conexões elétricas entre sensores e o CLP
- Apresentar linguagens de programação

PLC / CLP

- CLP => **Controlador Lógico Programável.**
- PLC => **Programmable Logic Controller**
- Principais funções:
 - Executar comandos lógicos
 - Permitir que a programação seja modificada

Definição



- **National Electrical Manufacturers Association (NEMA - USA)**

"Aparelho eletrônico digital que utiliza memória programável para o armazenamento interno de instruções para a implementação de específicas tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos."

Definição



- **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT-BR)**

"É um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicação industrial."

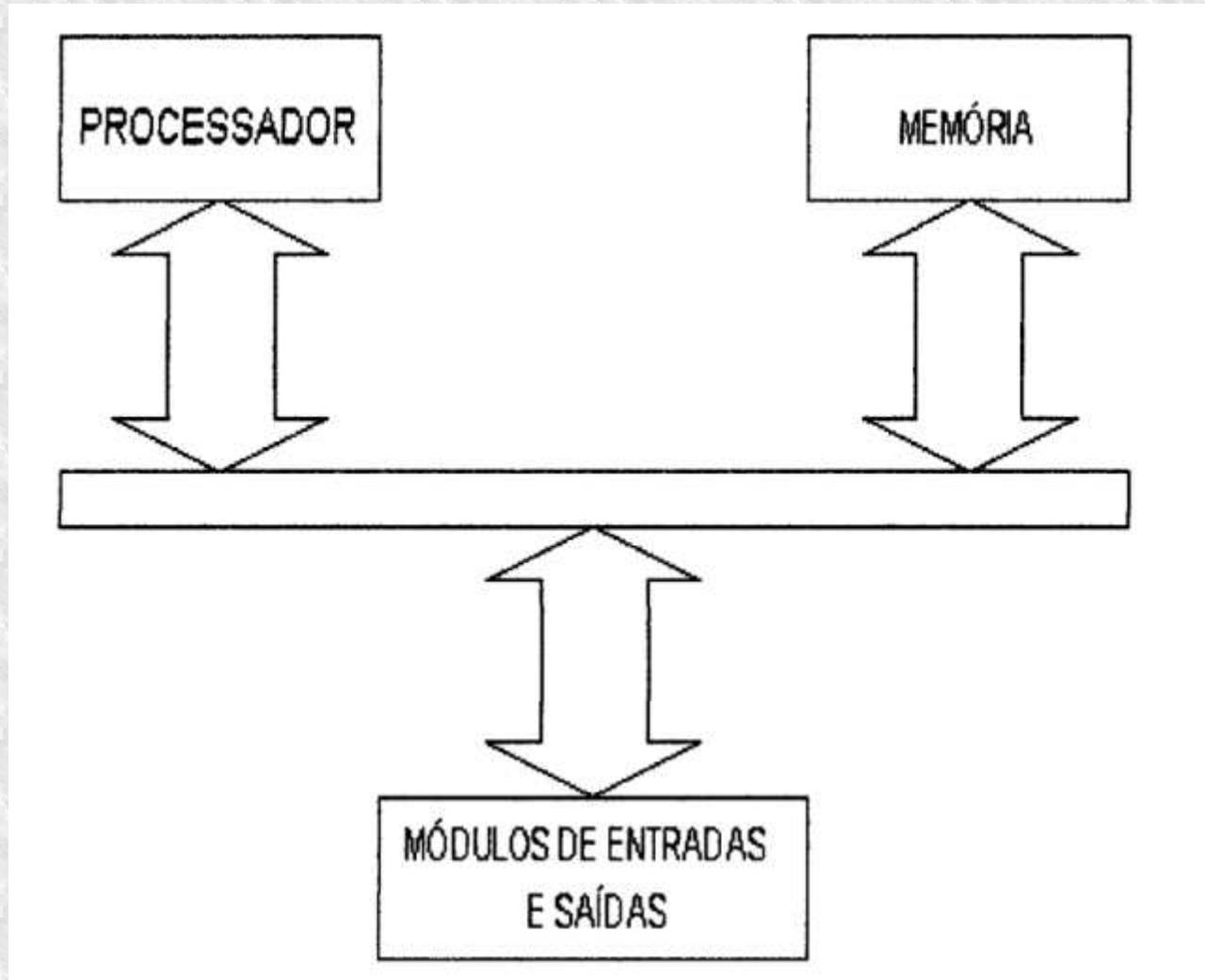
Atribuições de um CLP

- Executar funções lógicas
- Temporização
- Contagem
- Acionamento Sequência
- Controle
- Comunicação com outros dispositivos

Vantagens

- Facilidade de programação
- Ocupa menos espaço físico
- Custo mais baixo
- Menor consumo de energia

Arquitetura de um CLP



Processador

- Processa o programa gravado na memória
- Executa operações lógicas e aritméticas
- Recebe o sinal lógico das entradas
- Atua sobre as saídas

Memória

- ROM do sistema operacional
 - Guarda o programa que gerencia o funcionamento do CLP
- ROM de programação
 - Guarda o programa desenvolvido pelo usuário
- RAM
 - Guarda o estado atual das entradas e saídas e de todas as memórias internas e variáveis que necessitem ser modificadas durante a execução do programa

Módulo de Entrada e Saída

- Transforma os sinais vindos dos sensores, em nível de tensão e/ou corrente compatíveis com o esperado pelo processador
- Tem a função de transformar os níveis de tensão e/ou corrente vindos do processador, em níveis compatíveis com o esperado pelos dispositivos de acionamento do processo

Processo

- 24V
- 12V,
- 110VAC ou 220VAC,
- 0-10V
- 4-20mA
- Entre outros

Processador

- TTL 0 – 5 Vdc

Tempo de Processamento

- O tempo que um programa leva para ser executado depende;
 - Tamanho do programa (número de instruções)
 - Tempo do ciclo de varredura (Scan Time)
- As entradas e saídas de um programa são atualizadas no fim ou no início de cada ciclo de varredura
- O tempo de ciclo deve ser mais rápido que o tempo de acionamento do sensor
- Quando isso não é possível, faz-se uso das entradas rápidas
 - Contadores
 - Interrupções

Linguagem de Programação



- A norma NORMA IEC 61131 padroniza 5 tipos de linguagens para programação de CLP
 - Diagrama Ladder (LD)
 - Carta de Função Sequencial (SFC)
 - Diagrama de Bloco de Função (FBD)
 - Texto Estruturado(ST)
 - Lista de Instrução (IL)

Carta de Função Sequencial

Sequential Function Chart

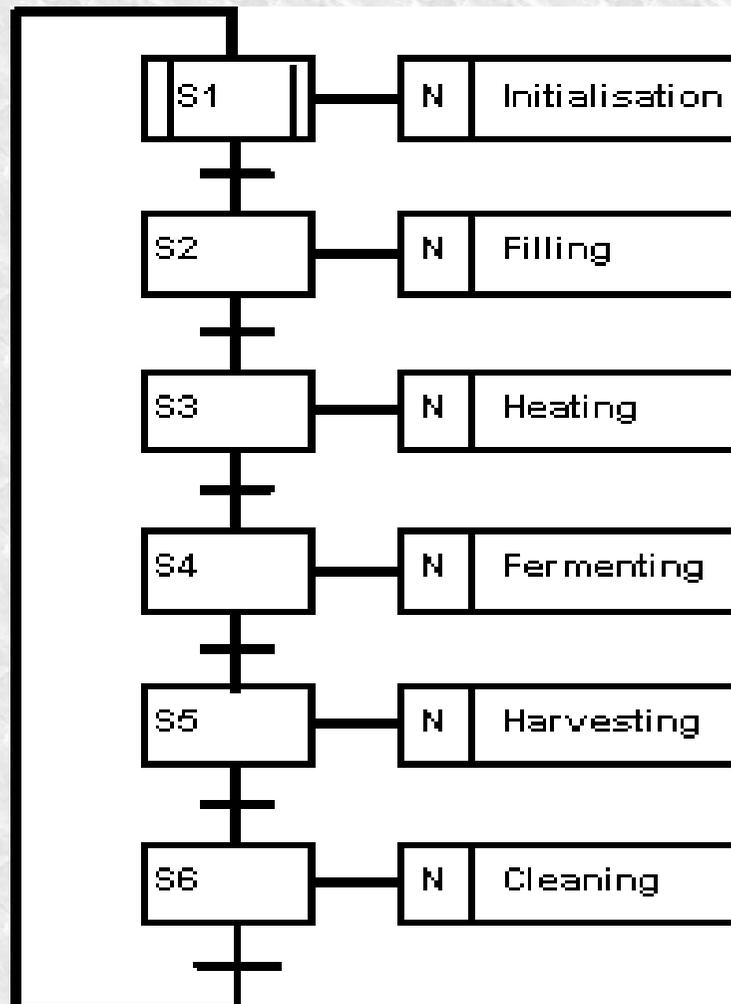
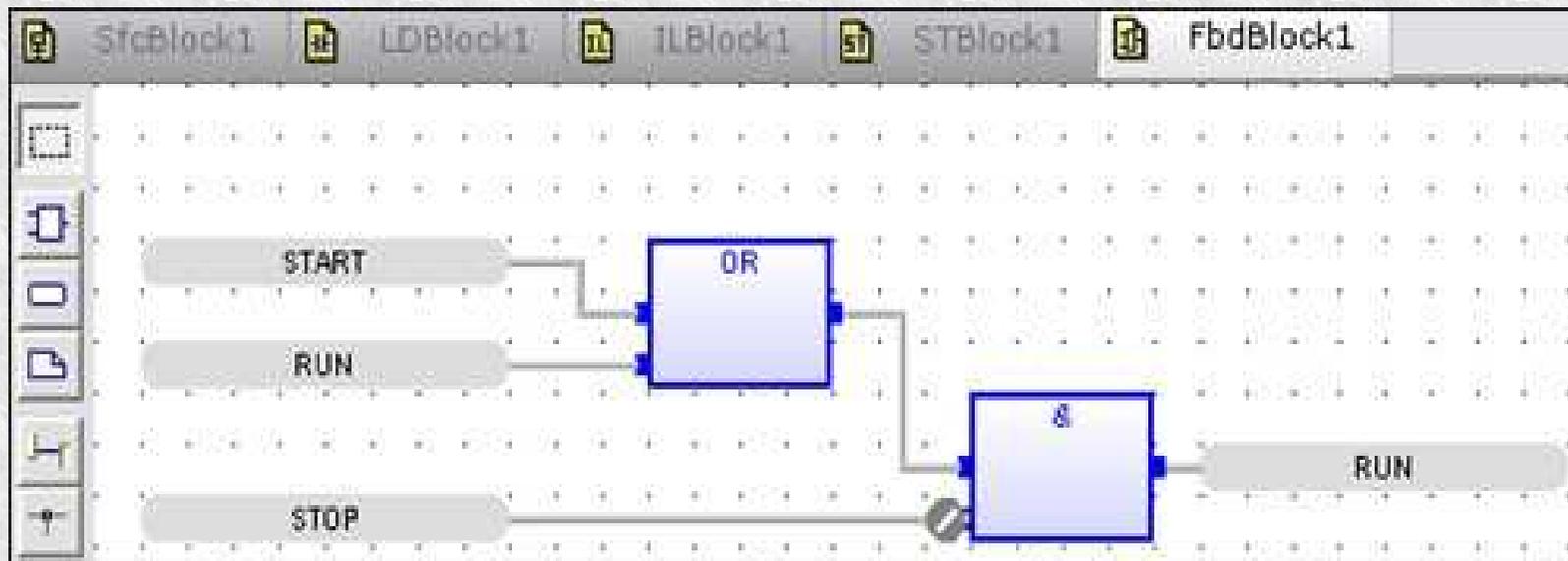


Diagrama de Bloco de Função Function Block Diagram



Texto Estruturado

Structured Text

```

If State = 0 then
  MSO (axis0, axis0_MS0);          (* Turn servos on and set tags to initial values *)
  MSO (axis1, axis1_MS0);
  gear_ratio [:=] 0;
  State [:=] 1;
end_if;

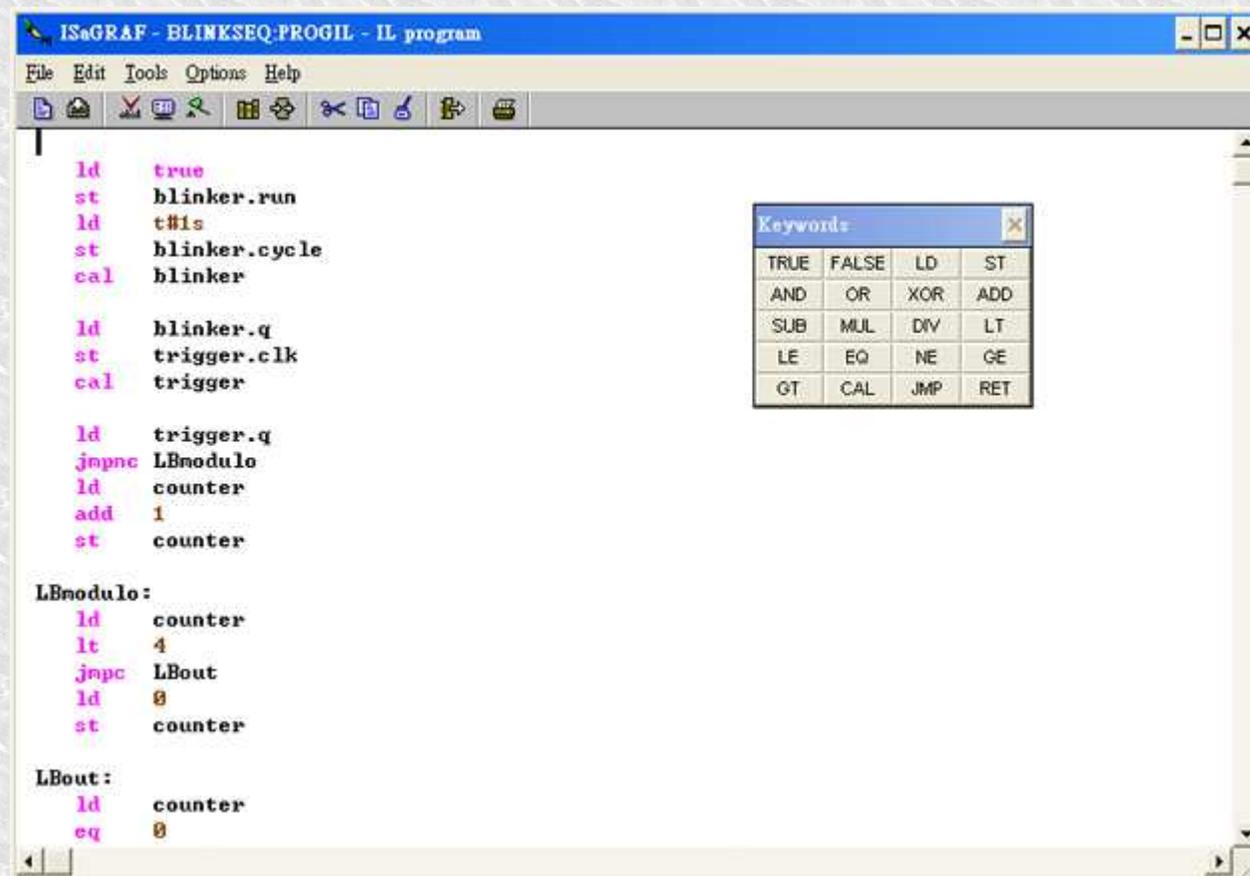
If axis0.ServoActionStatus & axis1.ServoActionStatus & State = 1 then
  State := 2;
end_if;

  If State = 2 & input_1 then      (** This IF statement monitors inputs 1, 2 & 0
    gear_ratio := gear_ratio + .5;  Depending on which one is enabled the program will either
    State := 3;                    increase or decrease the gear ratio. If input 0 is pressed the
    elseif State = 2 & input_2 then program jumps to a subroutine called LadderFile. **)
      gear_ratio := gear_ratio - .5;
      State := 3;
    elseif State = 2 & input_0 then
      State := 5;
    end_if;

If State = 3 then
  MAC (axis0, axis1, axis0_axis1_MAC, 1, gear_ratio, 1, 1, Actual, Real, Disabled, 10, 1);
end_if;
```

Lista de Instrução

Instruction List



The screenshot shows the ISaGRAF software interface with the title bar "ISaGRAF - BLINKSEQ.PROGIL - IL program". The menu bar includes "File", "Edit", "Tools", "Options", and "Help". The main window displays an instruction list with the following code:

```
ld true
st blinker.run
ld t#1s
st blinker.cycle
cal blinker

ld blinker.q
st trigger.clk
cal trigger

ld trigger.q
jmpnc Lbmodulo
ld counter
add 1
st counter

Lbmodulo:
ld counter
lt 4
jmpc LBout
ld 0
st counter

LBout:
ld counter
eq 0
```

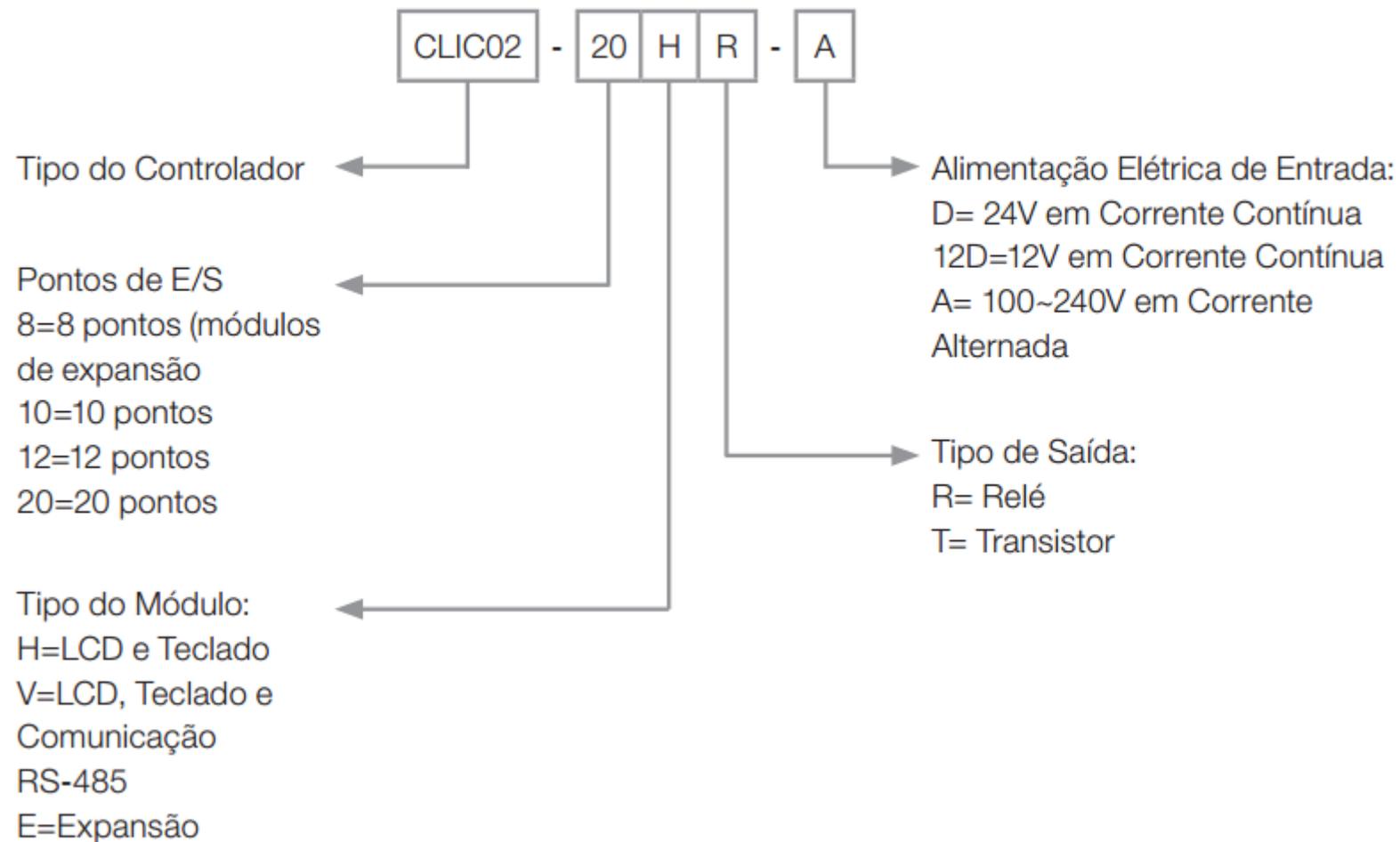
A "Keywords" dialog box is open, displaying a table of keywords:

TRUE	FALSE	LD	ST
AND	OR	XOR	ADD
SUB	MUL	DIV	LT
LE	EQ	NE	GE
GT	CAL	JMP	RET

CLP WEG

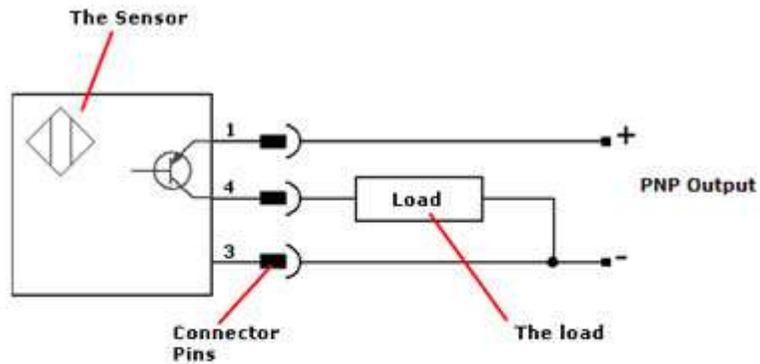
Manual do fabricante

2.3 IDENTIFICAÇÃO DO MODELO DO CLIC-02

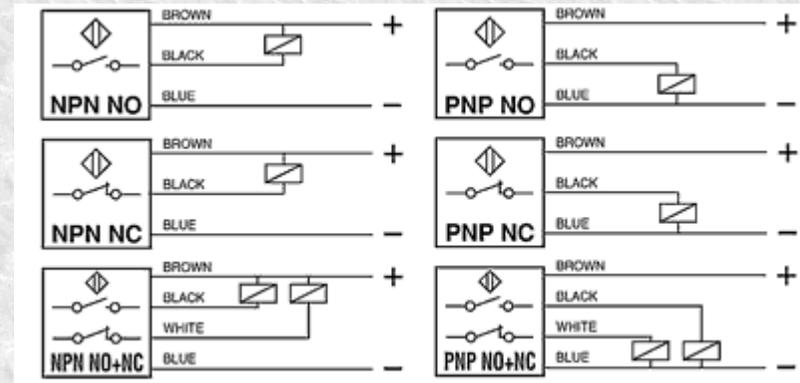
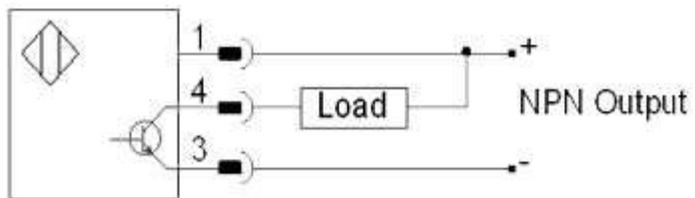


Sensores NPN e PNP

PNP 3-wire Standard Diagram



NPN 3-wire Standard Diagram



CLP WEG

Entradas Discretas		
Consumo de Corrente	Alimentação	Corrente
	24 Vcc	3,2 mA
	12 Vcc	4,0 mA
	100 ~ 240 Vac	1,3 mA
	24 Vac	3,3 mA
Sinal de Tensão na Entrada para estado "DESLIGADO"	Alimentação	Nível Tensão
	24 Vcc	< 5 Vcc
	12 Vcc	< 2,5 Vcc
	100 ~ 240 Vac	< 40 Vca
	24 Vac	< 6 Vca
Sinal de Tensão na Entrada para estado "LIGADO"	Alimentação	Nível Tensão
	24 Vcc	> 15 Vcc
	12 Vcc	> 7,5 Vcc
	100 ~ 240 Vac	> 79 Vca
	24 Vac	> 14 Vca
Tempo de Resposta de Off->On	Tensão na Entrada	Tempo Resposta
	24 Vcc / 12 Vcc	5 ms
	220 Vac	22/18 ms – 50/60 Hz
	110 Vac	50/45 ms – 50/60 Hz
	24 Vac	90/90 ms – 50/60 Hz
Tempo de Resposta de On->Off	Tensão na Entrada	Tempo Resposta
	24 Vcc / 12 Vcc	3 ms
	220 Vac	90/85 ms – 50/60 Hz
	110 Vac	50/45 ms – 50/60 Hz
	24 Vac	90/90 ms – 50/60 Hz
Compatibilidade com dispositivos à transistor	NPN, somente dispositivos 3-fios	
Frequência da Entrada de Alta Velocidade	1 KHz	
Frequência da Entrada Padrão	< 40 Hz	
Proteção Exigida	Proteção de tensão inversa	

CLP WEG

Manual do fabricante

Saídas à Relé	
Material dos Contatos	Liga de Prata
Regime de Corrente	8A
Regime HP - pode acionar diretamente motores nesta potência	120 Vca: 1/3 HP 250 Vca: 1/2 HP
Carga Máxima	Resistiva: 8A / ponto Indutiva: 4A / ponto
Tempo de Resposta	15ms (condição normal)
Expectativa de Vida	100.000 operações com carga nominal
Carga Mínima	16,7 mA

CLP WEG

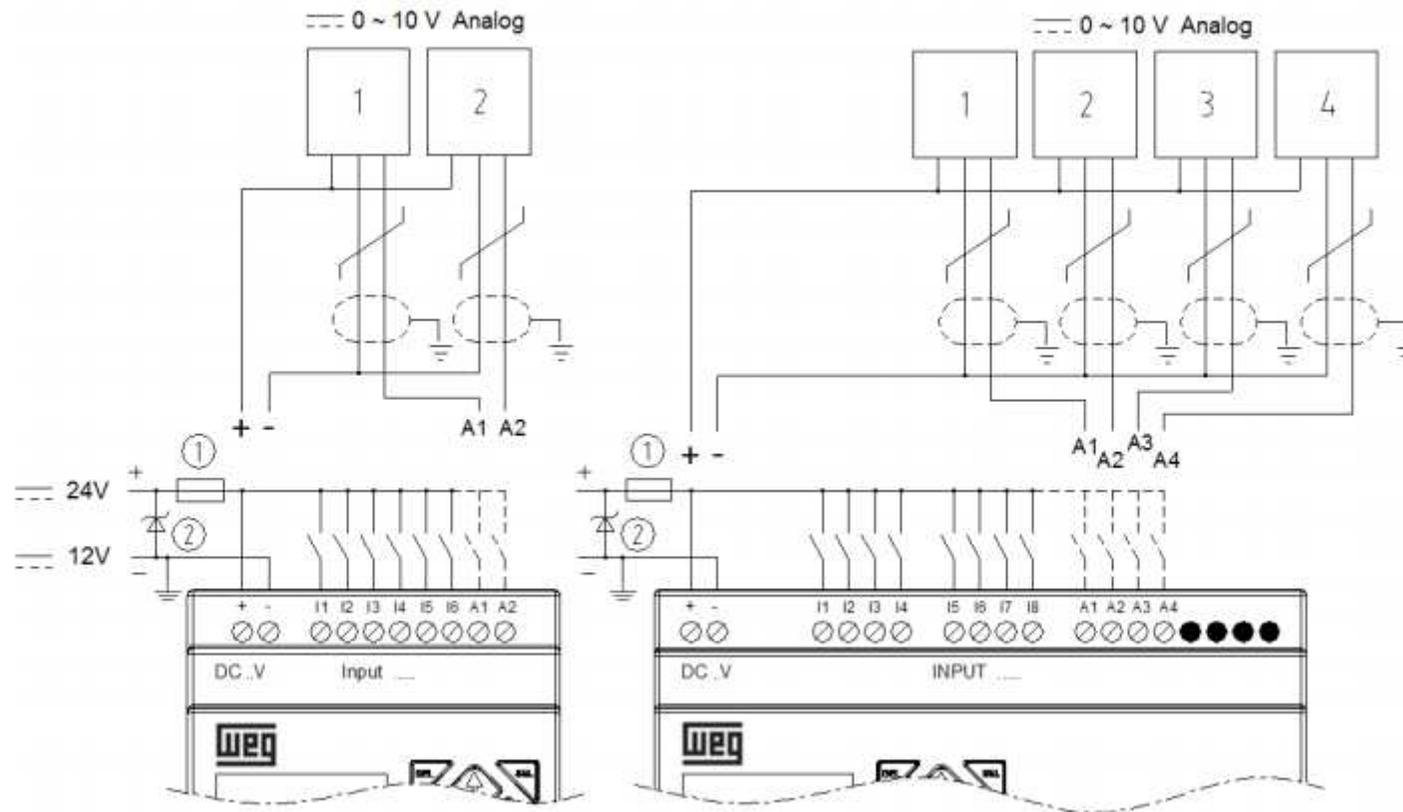
Manual do fabricante

Saídas à Transistor	
Frequência Máxima da Saída PWM	1 KHz (0,5 ms ligado, 0,5 ms desligado)
Frequência Máxima da Saída Padrão	100 Hz
Especificações da Tensão	10 ~ 28,8 Vcc
Capacidade da Corrente	1 A
Carga Máxima	Resistiva: 0,5A / ponto Indutiva: 0,3A / ponto
Carga Mínima	0,2 mA

CLP WEG

Manual do fabricante

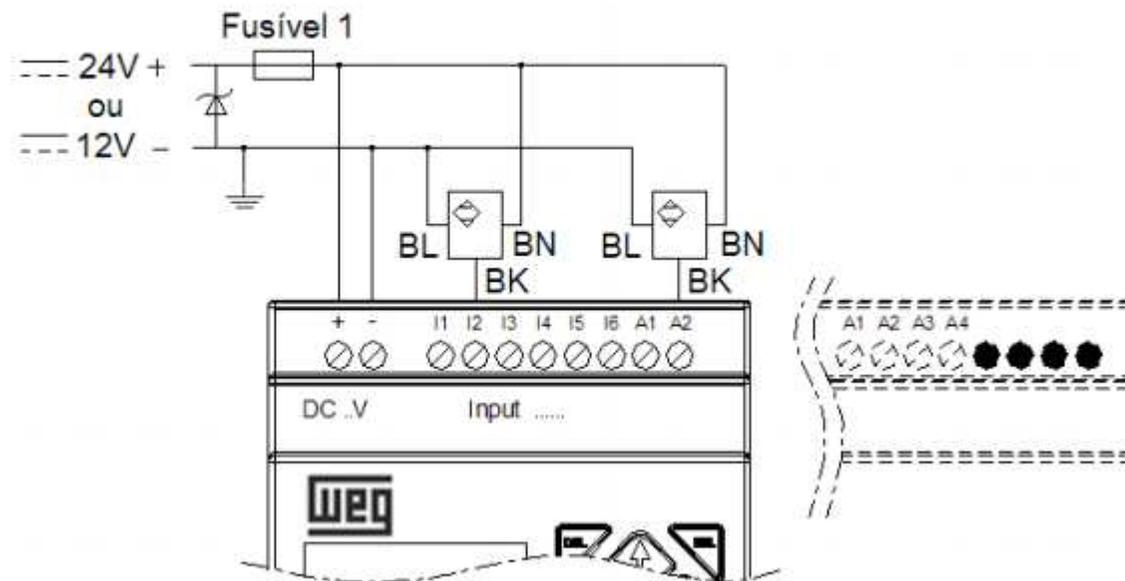
4.4.2 Entradas 12 / 24 Vcc



CLP WEG

Manual do fabricante

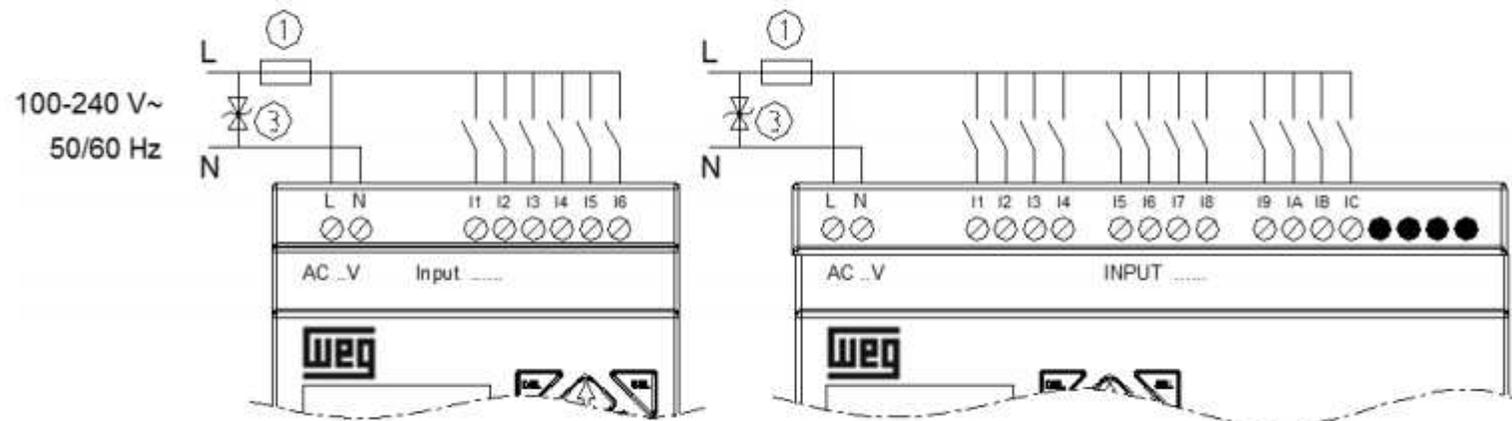
4.4.3 Conexão de Sensores



CLP WEG

Manual do fabricante

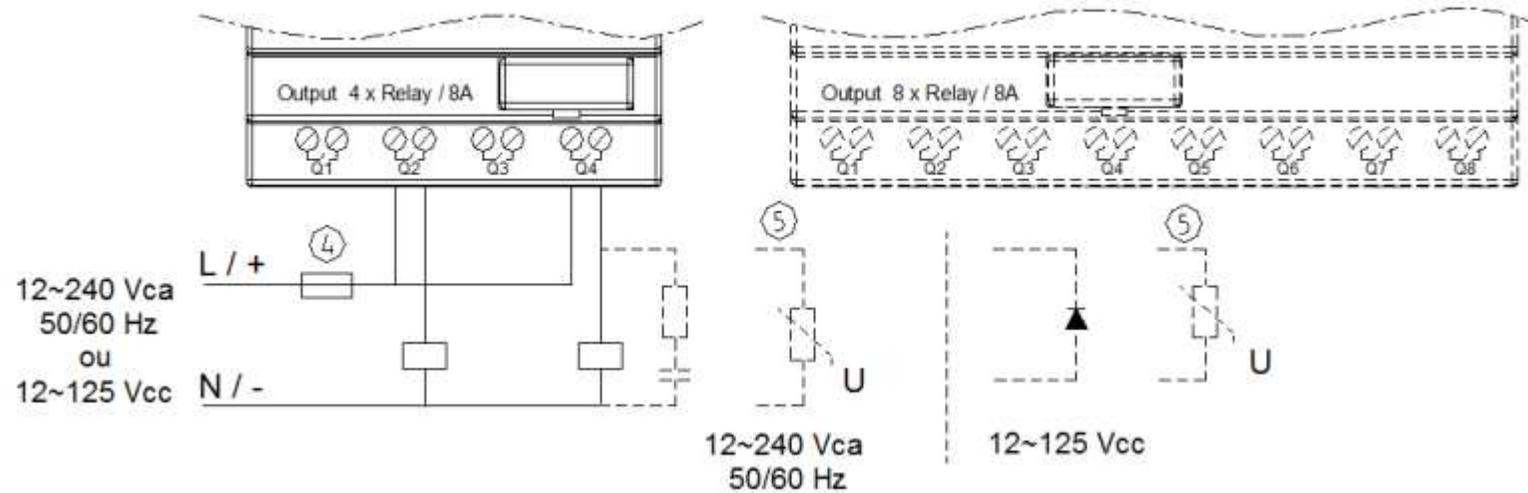
4.4.4 Entradas 100~240Vca



CLP WEG

Manual do fabricante

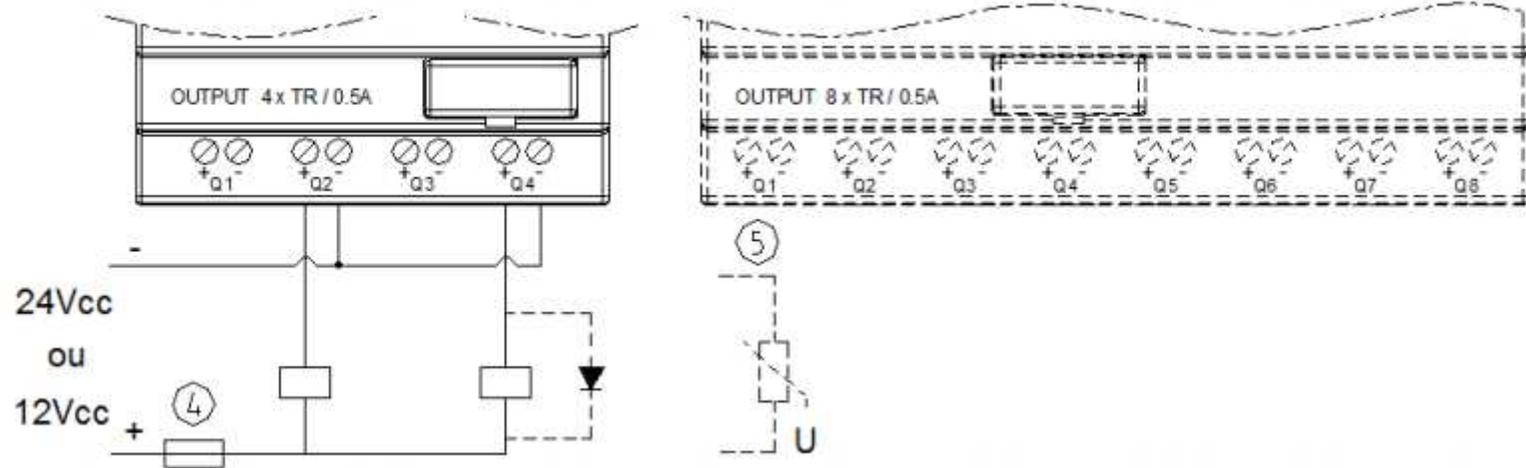
4.4.5 Saídas a Relé



CLP WEG

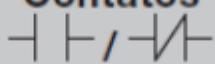
Manual do fabricante

4.4.6 Saídas a Transistor



CLP WEG

Variáveis digitais

	Símbolo	Contatos 	Quantidade	Faixa Válida
Entrada Digital	I	I / i	12	I01 ~ I0C
Saída Digital	Q	Q / q	8	Q01 ~ Q08
Entrada via Teclado	Z	Z / z	4	Z01 ~ Z04
Entrada Digital de Expansão	X	X / x	12	X01 ~ X0C
Saída Digital de Expansão	Y	Y / y	12	Y01 ~ Y0C
Marcador Auxiliar	M	M / m	63	M01 ~ M3F
	N	N / n	63	N01 ~ N3F
Temporizador	T	T / t	31	T01 ~ T1F
Contador	C	C / c	31	C01 ~ C1F
RTC	R	R / r	31	R01 ~ R1F
Comparador	G	G / g	31	G01 ~ G1F

CLP WEG

Variáveis analógicas

	Símbolo	Quantidade	Faixa Válida
Entrada Analógica	A	8	A01 ~ A08
Ganho Entrada Analógica	V	8	V01 ~ V08
Temporizador	T	31	T01 ~ T1F
Contador	C	31	C01 ~ C1F
Entrada de Temperatura	AT	4	AT01 ~ AT04
Saída Analógica	AQ	4	AQ01 ~ AQ04
Adição-Subtração	AS	31	AS01 ~ AS1F
Multiplicação-Divisão	MD	31	MD01 ~ MD1F
PID	PID	15	PI01 ~ PI0F
Multiplexador de Dados	MX	15	MX01 ~ MX0F
Rampa Analógica	AR	15	AR01 ~ AR0F
Registrador de Dados	DR	240	DR01 ~ DRF0

CLP WEG

Instruções de aplicação

	Símbolo	Quantidade	Faixa Válida
Temporizador	T	31	T01 ~ T1F
Contador	C	31	C01 ~ C1F
Adição-Subtração	AS	31	AS01 ~ AS1F
Multiplicação-Divisão	MD	31	MD01 ~ MD1F
RTC	R	31	R01 ~ R1F
Comparador	G	31	G01 ~ G1F
IHM	H	31	H01 ~ H1F
Datalink(1)	L	8	L01 ~ L08
Modbus Mestre(1)	MU	15	MU01 ~ MU0F
PID	PI	15	PI01 ~ PI0F
Multiplexador de Dados	MX	15	MX01 ~ MX0F
Rampa Analógica	AR	15	AR01 ~ AR0F
Registrador de Dados	DR	240	DR01 ~ DRF0
Shift	S	1	S01
PWM(2)	P	2	P01 ~ P02

(1) Disponível apenas nos modelos com porta de comunicação RS-485;

(2) Disponível apenas nos modelos com saída a transistor.

PLC / CLP

- 2.0 Objetivos

- Identificar entradas e saídas de um CLP
- Identificar portas de comunicação
- Identificar conexões elétricas entre sensores e o CLP
- Verificar o funcionamento do ambiente de programação
- Desenvolver um programa para o CLP
- Carregar programas no CLP
- Simular o funcionamento do programa

Entradas e Saídas

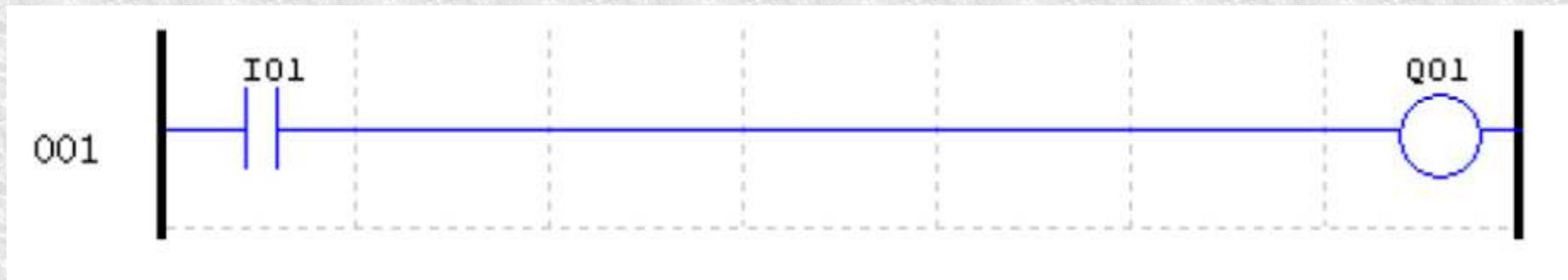
	Símbolo	Contatos + - / + -	Quantidade	Faixa Válida
Entrada Digital	I	I / i	12	I01 ~ I0C
Saída Digital	Q	Q / q	8	Q01 ~ Q08
Entrada Digital de Expansão	X	X / x	12	X01 ~ X0C
Saída Digital de Expansão	Y	Y / y	12	Y01 ~ Y0C
	Símbolo	Quantidade	Faixa Válida	
Entrada Analógica	A	8	A01 ~ A08	

Programa Ladder

- Exemplo 1

Através do acionamento de um botão, ligado à entrada do CLP acionar um LED ligado à uma de suas saídas.

- OBS: Utilizar a entrada I01 e a saída Q01



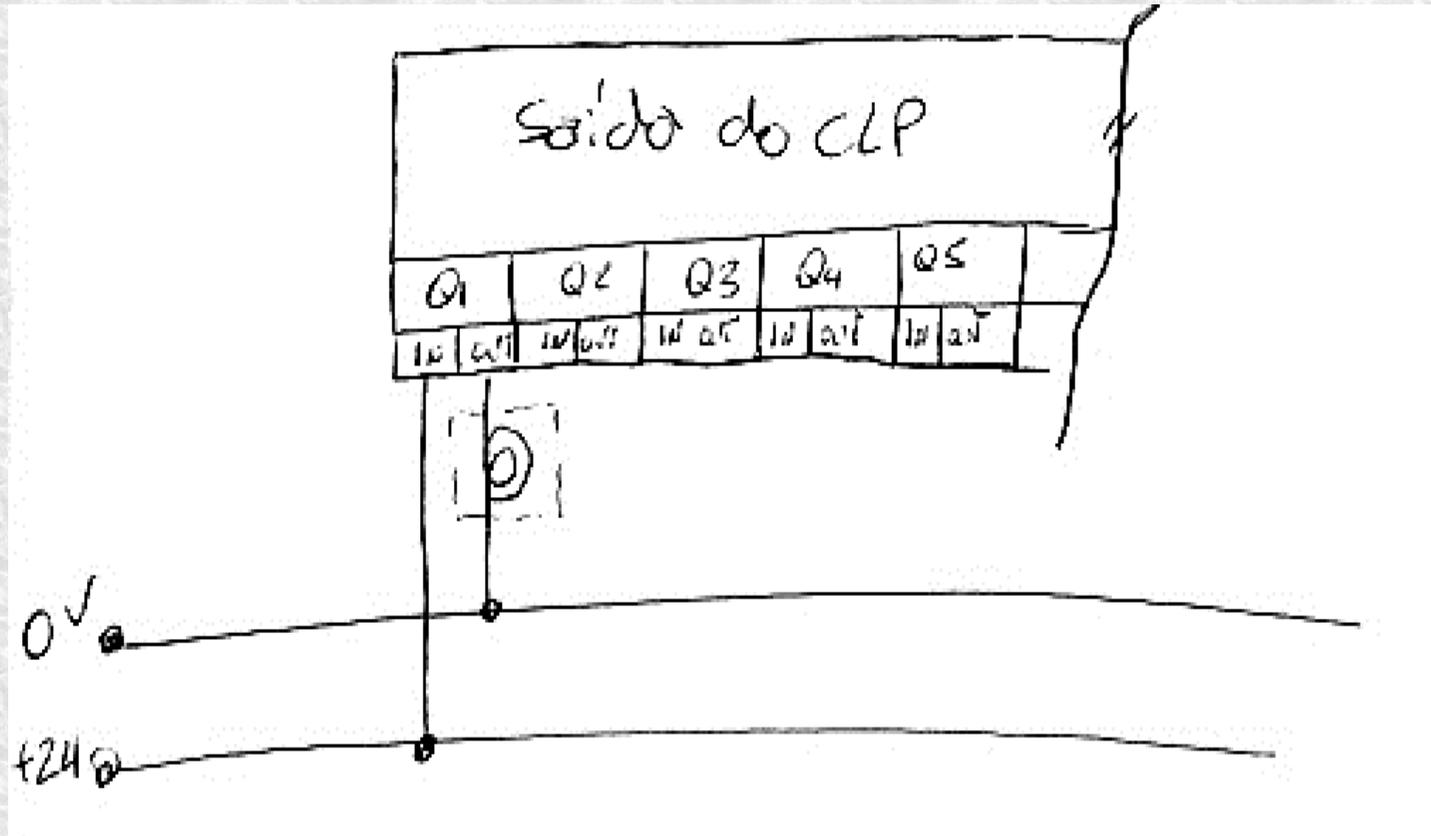
Esboço das Entradas



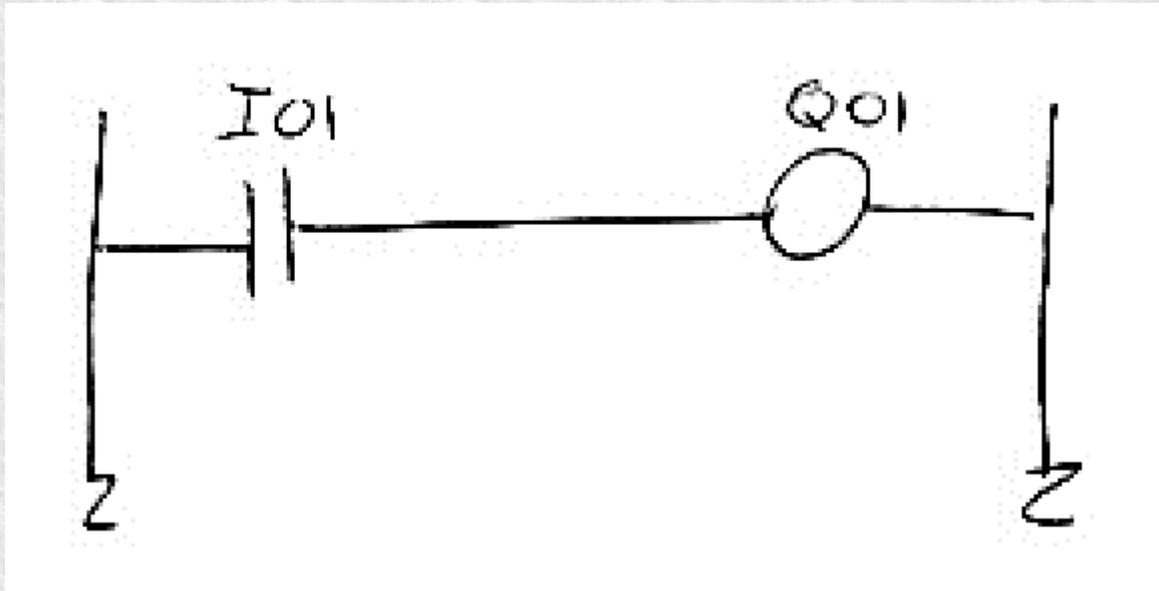
Esboço das Saídas (Transistor)



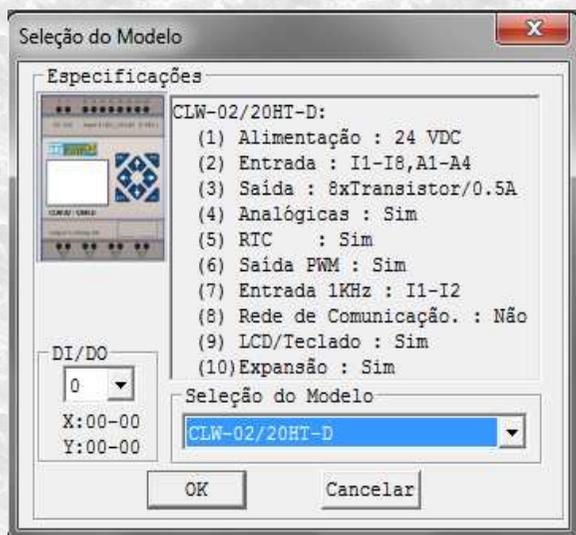
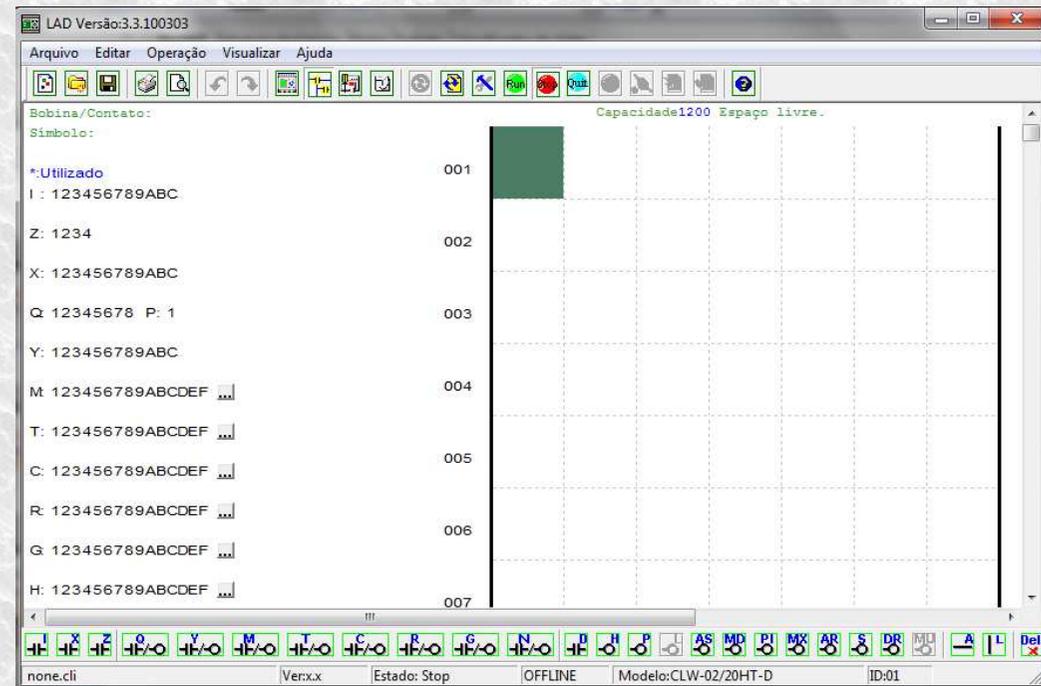
Esboço das Saídas (Rele)



Esboço da Programação Ladder



Ambiente de Desenvolvimento Ladder



PLC / CLP

- 3.0 Objetivos

- Implementar atividade prática
- Verificar o funcionamento de sensores com saídas digitais

Atividade 1A

Implementar uma aplicação usando CLP que permita:

- Receber o sinal de 8 botões
- Acionar 8 LEDs
- Cada botão aciona apenas 1 LED
- Quando o botão é pressionado o LED liga

Atividade 1B

Implementar uma aplicação usando CLP que permita:

- Receber o sinal de 8 botões
- Acionar 8 LEDs
- Cada botão aciona apenas 1 LED
- Quando o botão é pressionado o LED desliga

Lógica Combinacional

- 4.0 Objetivos
 - Entender o conceito de lógica combinacional
 - Solucionar um problema de lógica combinacional usando CLP

Lógica Combinacional

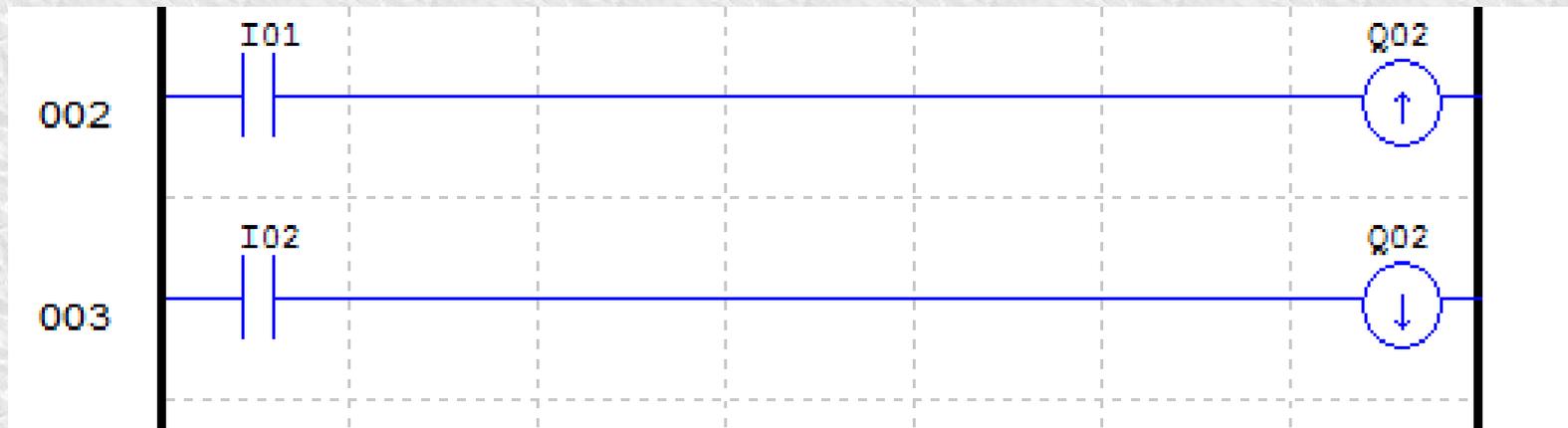
- Na lógica combinacional, o resultado obtido na saída de um sistema, depende exclusivamente de suas entradas.
- Exemplo 2:
 - Desenvolver um programa que acione a saída Q1 quando as a chave ligada à entrada I1 esteja acionada e a chave ligada à entrada I2 esteja desacionada



Bobina Set Reset

- Bobina **SET**: Mantém o contato acionado após ser energizada
- Bobina **Reset**: Mantém o contato desacionado após ser energizada

– Exemplo 3:



Atividade 2A

- Usar 3 chaves para gerar um código binário
- Ligar as chaves na entrada do CLP
- Desenvolver um programa que acione as saídas do CLP de Q1-Q8 seguido a tabela da verdade abaixo

Chave I1	Chave I2	Chave I3	Saída Ligada
0	0	0	Q1
0	0	1	Q2
0	1	0	Q3
0	1	1	Q4
1	0	0	Q5
1	0	1	Q6
1	1	0	Q7
1	1	1	Q8

Atividade 2B

- Usar 4 botões para acionar 4 entradas do CLP
- Usar a tabela da verdade para gerar os acionamentos
- Todas as bobinas envolvidas são do tipo SET/RESET
- (-) é condição irrelevante

Botão I1	Botão I2	Botão I3	Botão I4	Saída Ligada
1	0	0	-	Q1 seta
0	1	0	-	Q2 seta
0	0	1	-	Q3 seta
-	-	-	1	Q1 reseta Q2 reseta Q3 reseta

Lógica Sequencial

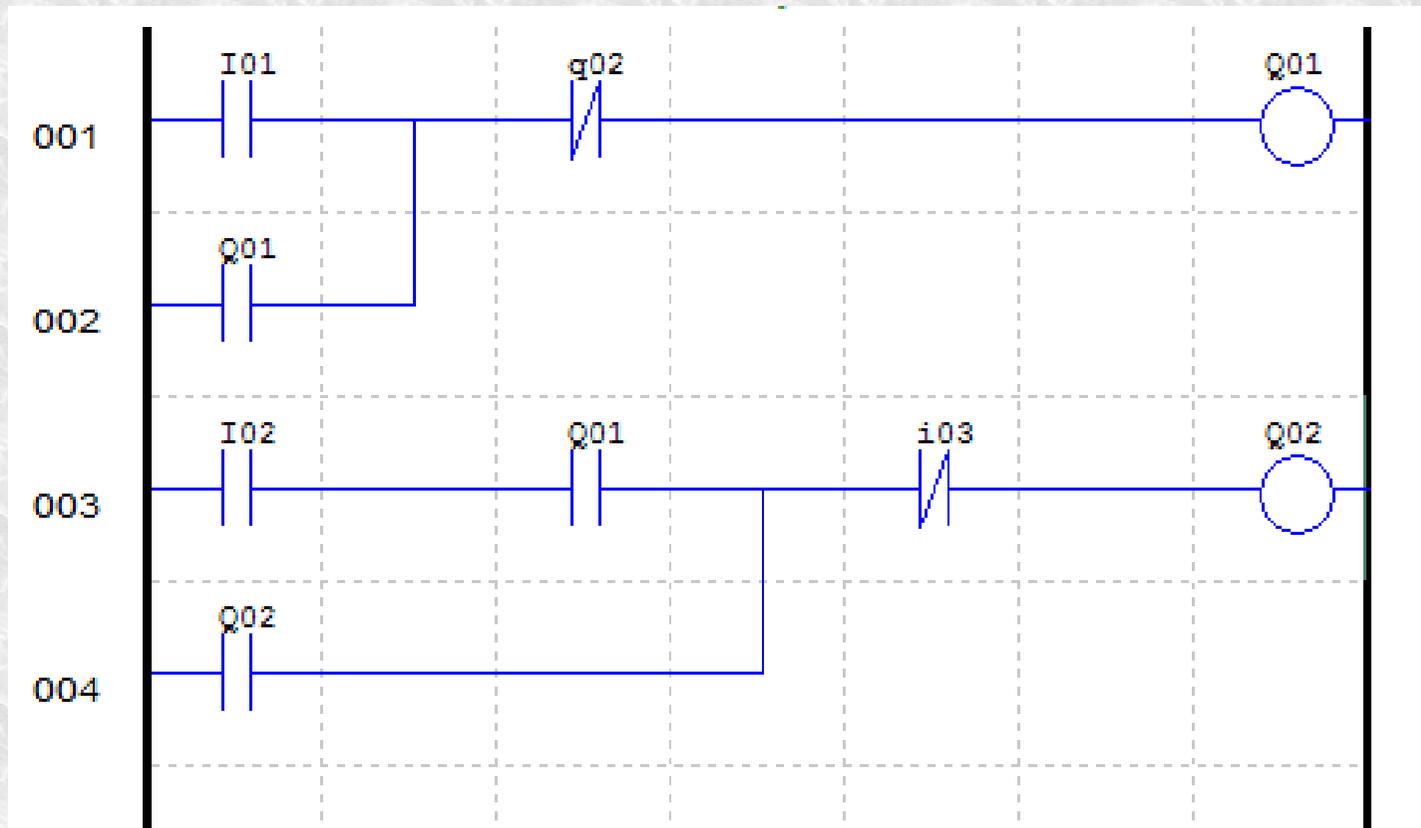
- 5.0 Objetivos
 - Entender o conceito de lógica sequencial
 - Solucionar um problema de lógica sequencial usando CLP

Lógica Sequencial

- Na lógica sequencial, o resultado obtido na saída de um sistema, depende de suas entradas e do estado anterior.
- Exemplo:
 - O botão ligado à entrada I1 aciona a saída Q1
 - O acionamento da saída Q2 depende do acionamento do botão ligado à entrada I2 e da saída Q1
 - Quando Q2 aciona, Q1 desliga
 - O Botão ligado à entrada I3 desliga Q2

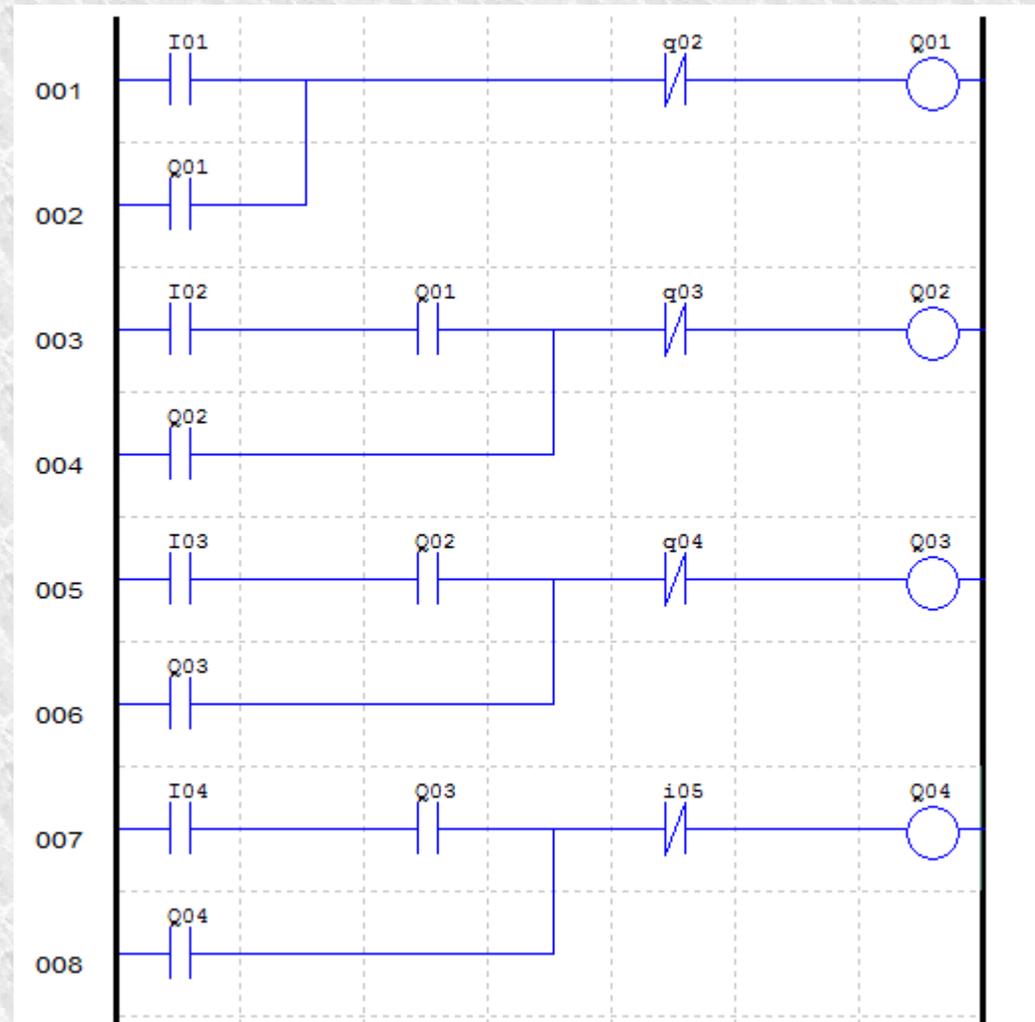
Lógica Sequencial

- Exemplo 4: Dois estados Sem memória de estado



Lógica Sequencial

- Exemplo 5: Qual seria o possível problema com essa lógica?

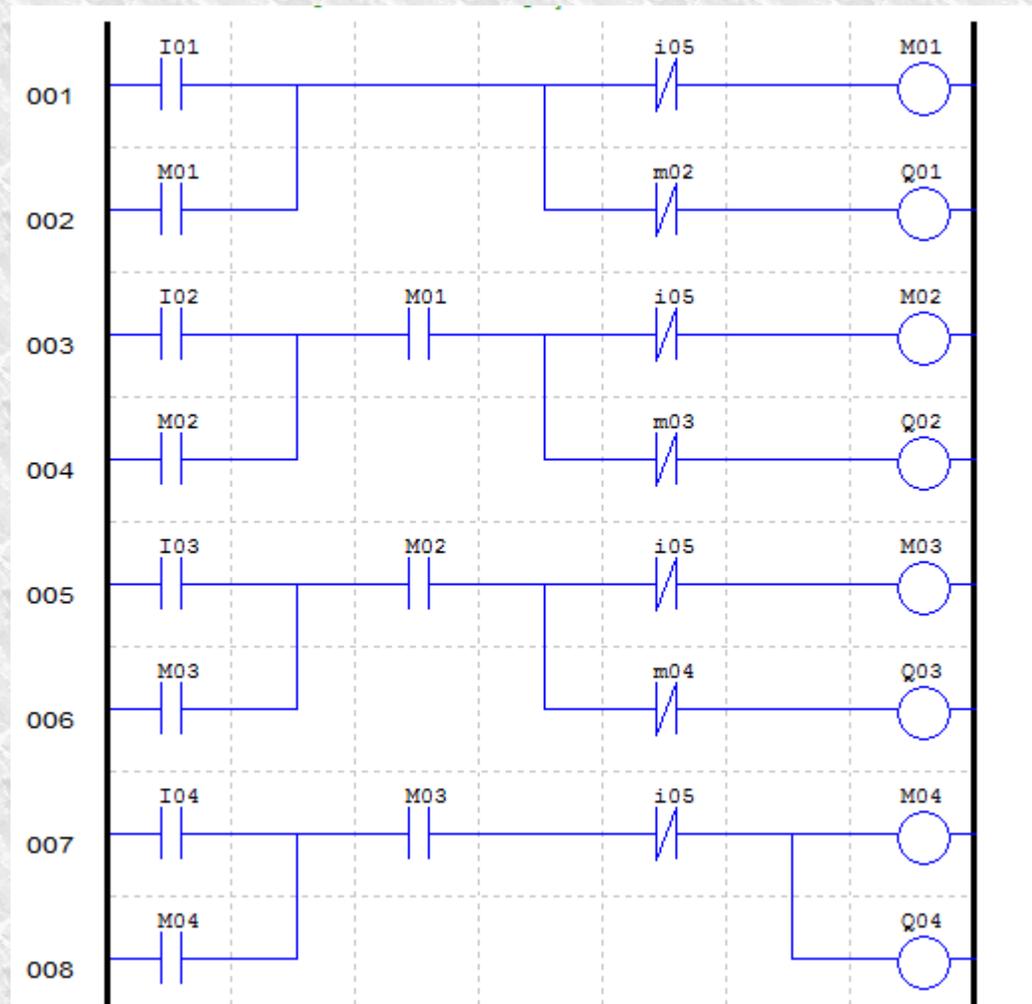


Lógica Sequencial

- Exemplo 6: Memória de estado
 - Implementar um máquina de estados que aciona 4 estados através do acionamento de 4 botões.
 - Os estados devem ser acionados um após o outro e não podem ser acionados fora dessa ordem, começando pelo primeiro.
 - Apenas um atuador (LED) poderá estar acionado
 - O estado anterior permite o acionamento do estado seguinte
 - O estado atual desliga o atuador (LED) do estado anterior
 - Um quinto botão é usado como botão de Reset

Lógica Sequencial

- Exemplo 6: Quatro estados com Memória de estado



Atividade 3A

- Usar 3 botões para o acionamento de 3 estados (I1,I2,I3)
- Cada estado aciona uma saída Q1,Q2,Q3, ligadas e um atuador (LED)
- O estado atual permite o acionamento dos estados seguintes
- O estado atual inibe o acionamento dos atuadores anteriores
- Usar um botão para resetar a máquina de estados (I4)
- Usar máquina de estado sem memória de estado

Atividade 3B

- Usar 5 botões para o acionamento de 5 estados (I1,I2,I3, I4,I5)
- Cada estado aciona uma saída Q1,Q2,Q3,Q4,Q5 ligadas a um atuador (LED)
- O estado atual permite o acionamento dos estados seguintes, o estado atual inibe o acionamento do atuador anterior
- Usar um botão para resetar a máquina de estados (I6) em qualquer momento do processo
- A sequência deve começar pelo primeiro estado, as saídas não podem ser acionadas fora da ordem preestabelecida

Questionário

1- Qual é a diferença entre lógica combinacional e lógica sequencial ?

2- Qual é a diferença entre uma máquina de estado com e sem memória de estado ?

Timer

- 6.0 Objetivos

- › Compreender o conceito de Timer em CLP
- › Solucionar um problema envolvendo uso do Timer
- › Gerar relatório da atividade
- › Responder ao questionário

Timer

- É usado para contar tempo e gerar acionamento
- Pode possuir uma entrada de Reset
- Pode ser configurado para trabalhar em modos diferentes
 - Timer on
 - Timer off

Timer-ON

Editar Contato/Bobina

Q | Y | M | N | T | C

Selecionar Bobina Nr. Tipo de Saída

T 01 (01~1F) -[Reset Set P

Função

Modo 1 (0~6: -, 7: P)

Temporizador Retardo na Energização
Modo 1

Enable

Output

Base de Tempo: 1SEC

Valor Atual: SEC

Valor: 0001 SEC

Tipo: N

Ajuste de Direção Reset Entrada

Contato Contato

OK Cancelar

Modo PC: Programa

T01

3 [1 0000] T01
0001

- Timer n=01
- Modo 1
- Base de tempo
- Valor de Set-Point

Timer-OFF modo 3

Editar Contato/Bobina

Q | Y | M | N | T | C

Selecionar Bobina Nr. T **02** (01~1F) Tipo de Saída -I Reset Set P

Função
Modo **3** (0~6: -I, 7: P)
Temporizador Retardo na Desenergizacão modo 1

Enable
Output

Base de Tempo: 1SEC
Valor Atual: SEC
Valor: 0005 SEC
Tipo: N

Ajuste de Direção Contato Reset Entrada Contato Low

OK Cancelar

Ladder Logic Diagram:
T01
Q01
T02 (highlighted)
Q02

Timer T02 Settings:
3 [0000 0005] T02
Low

- Timer n=02
- Modo 3
- Base de tempo
- Valor de Set-Point
- Reset = zera a contagem e desliga a saída

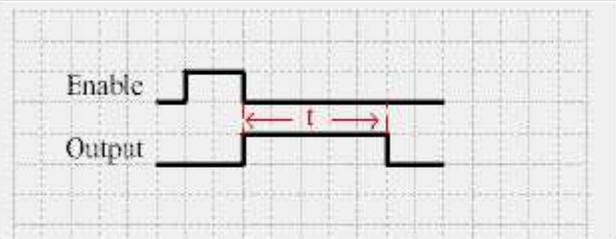
Timer-OFF modo 4

Editar Contato/Bobina

Q | Y | M | N | T | C

Selecionar Bobina Nr. T 03 (01~1F) Tipo de Saída -[Reset Set P

Função Modo 4 (0~6: -, 7: P) Temporizador Retardo na Desenergizacão modo 2

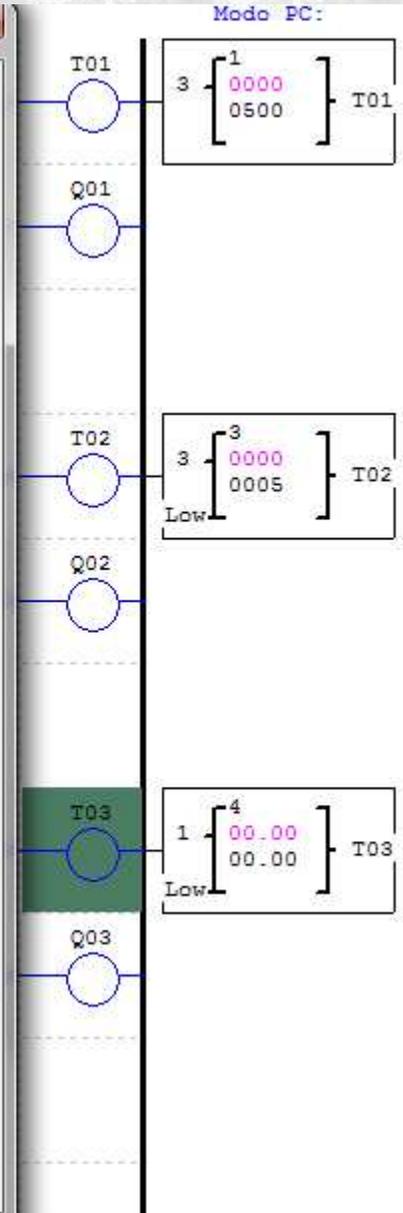


Base de Tempo: 0.01SEC
Valor Atual: SEC
Valor: 00.00 SEC
Tipo: N

Ajuste de Direção Contato Reset Entrada Contato Low

OK Cancelar

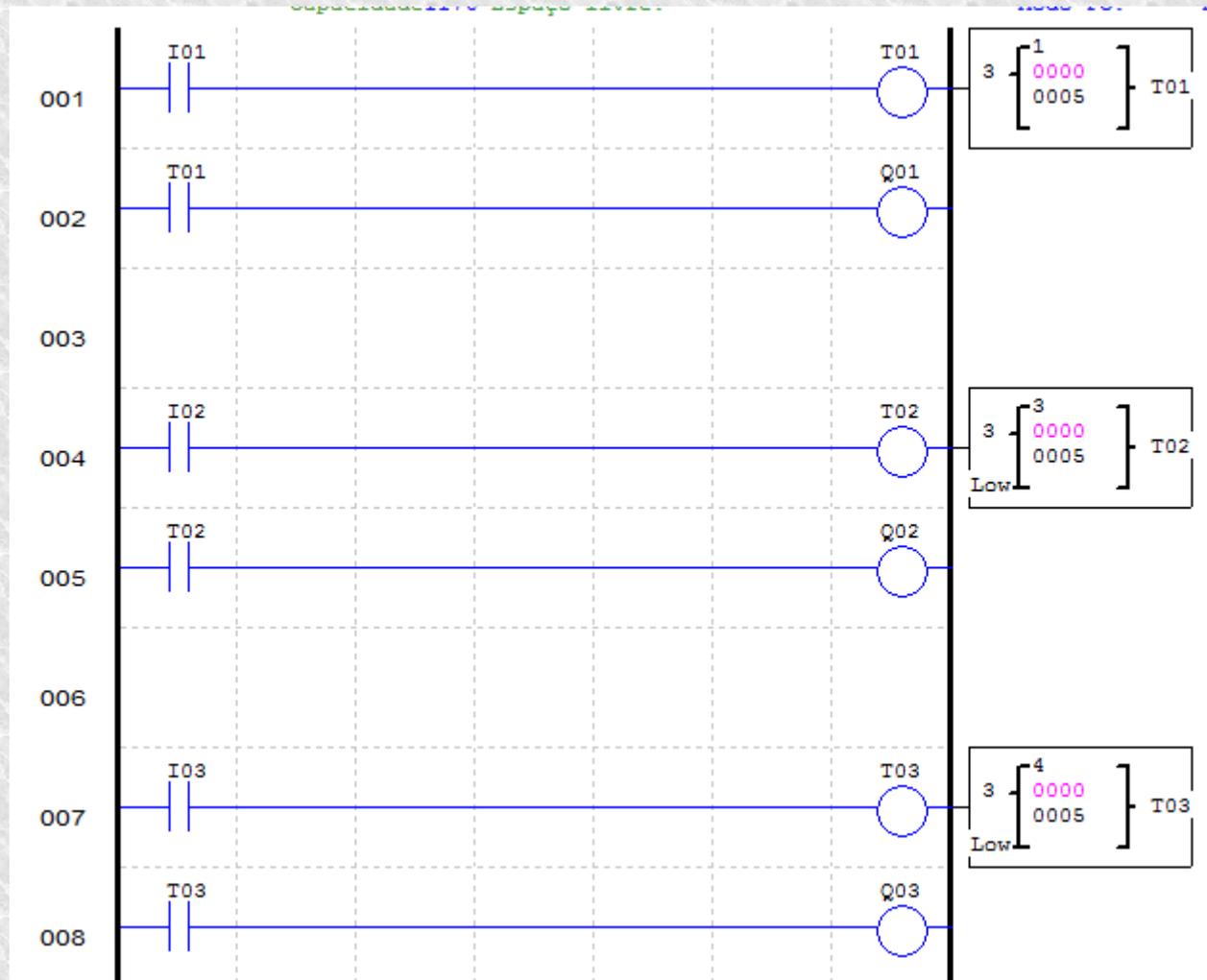
Modo PC:



- Timer n=03
- Modo 4
- Base de tempo
- Valor de Set-Point
- Reset = zera a contagem e desliga a saída

Atividade 4A

- Montar o seguinte programa ladder.



Contador

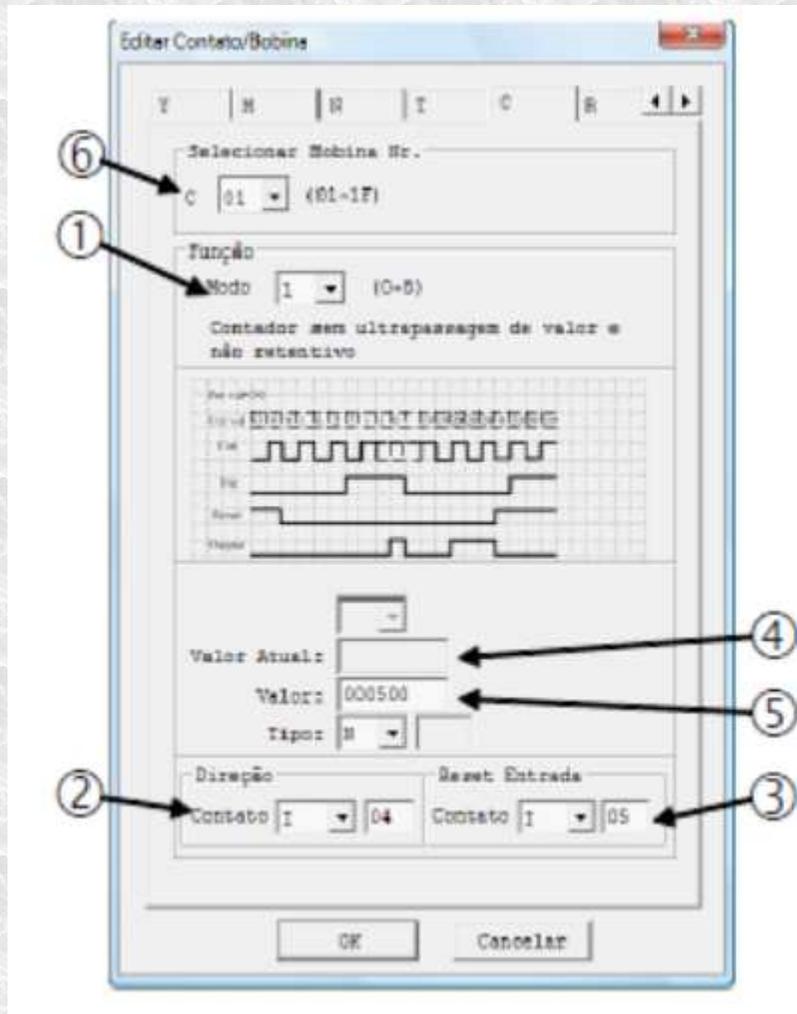
- 7.0 Objetivos

- Compreender o funcionamento do Contador em CLP
- Solucionar um problema envolvendo uso do Contadores

Contador

- É usado para contar pulsos na entrada do CLP e gerar acionamento
- Pode possuir uma entrada de Reset
- Pode ser configurado para trabalhar em modos diferentes
 - Counter-UP
 - Counter-Down
 - Counter-UP/Down
- Contagem pode possuir propriedades diferentes
 - Contagem Limitada / Ilimitada
 - Contagem Retentiva / Não retentiva

Contador



Símbolo	Descrição
①	Modo contagem (0-6)
②	Seleção da direção de contagem: OFF: Contagem crescente (0, 1, 2, 3...) ON: Contagem decrescente (...3, 2, 1, 0)
③	Reset do contador: Quando esta entrada for ativada, o valor atual do contador será zerado e sua saída desabilitada
④	Valor atual de contagem: 0 - 999999
⑤	Set-Point de contagem(1): 0 - 999999
⑥	Número do contador: C01 - C1F

(1) O Set-Point do contador pode ser uma constante ou valor atual de alguma outra função.

Contador Modo 5

010 CONTAGEM CONTINUA
CONTA INDEFINIDAMENTE
SAIDA LIGA QUANDO CONTAGEM > SET-POINT

Editar Contato/Bobina

Y M N T C R

Selecionar Bobina Nr.
C 05 (01~1F)

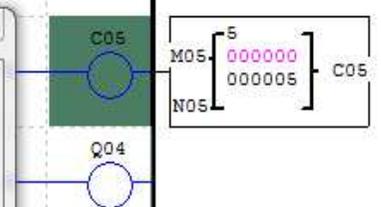
Função
Modo 5 (0~8)
Contador Comparador com ultrapassagem e não retentivo

Pre-val=20
Cur val: 000005
Cut: [Pulse train]
Dir: [Step function]
Rever: [Step function]
Output: [Pulse train]

Valor Atual: []
Valor: 000005
Tipo: N

Direção: Contato M 05
Reset Entrada: Contato N 05

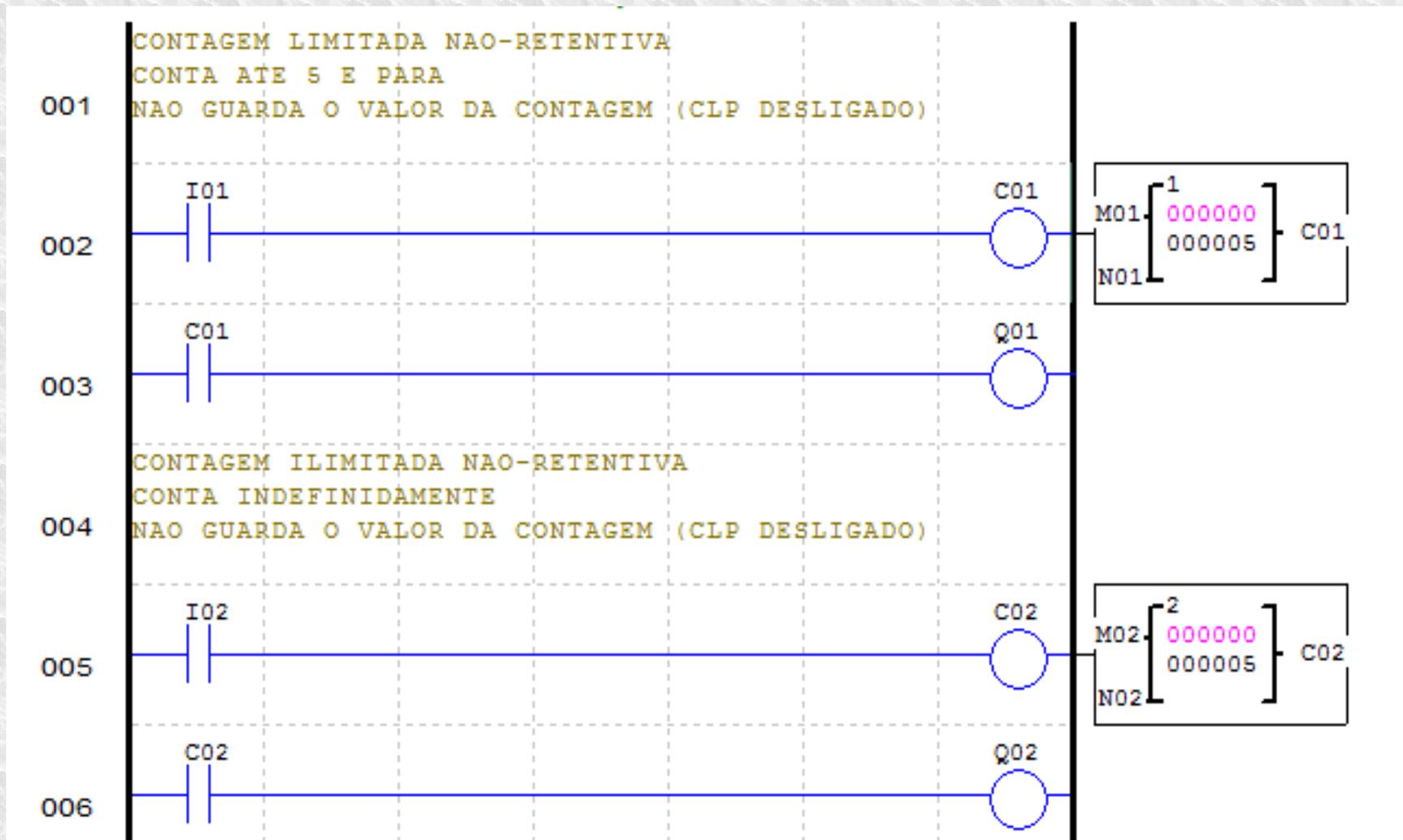
OK Cancelar



- Counter n=05
- Modo 5
- Valor de *Set-Point*
- Contagem ilimitada
- Conta indefinidamente
- Saída acionada sempre que contagem maior que o set-point

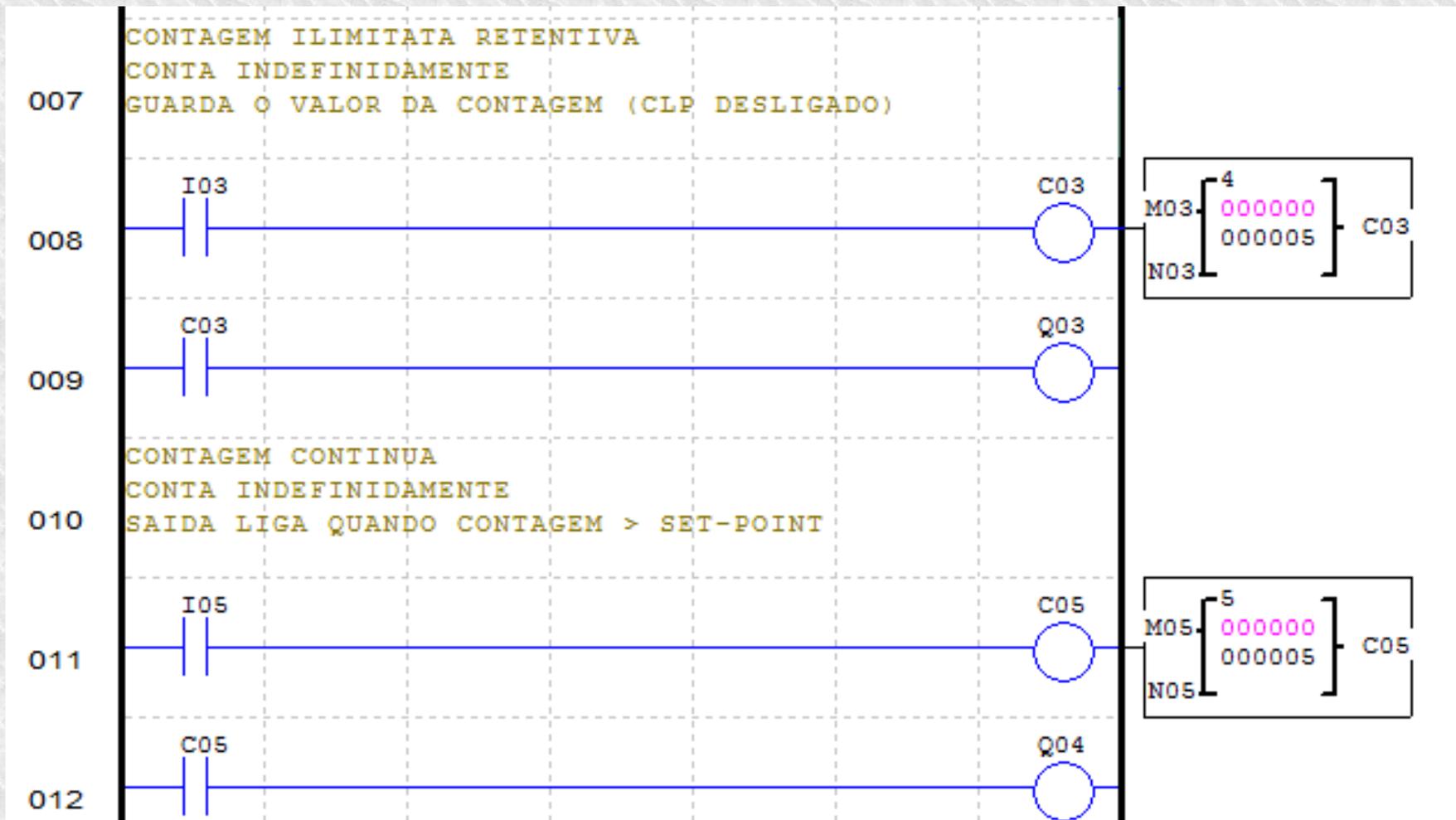
Atividade 5A

- Montar o seguinte programa *ladder*.



Atividade 5A

- Montar o seguinte programa *ladder*.



Sensores Digitais

- Objetivos

- Verificar o funcionamento de sensores digitais
 - Capacitivos
 - Indutivos
 - Óticos
- Verificar o recurso de acionamento por borda
- Implementar a atividade no CLP

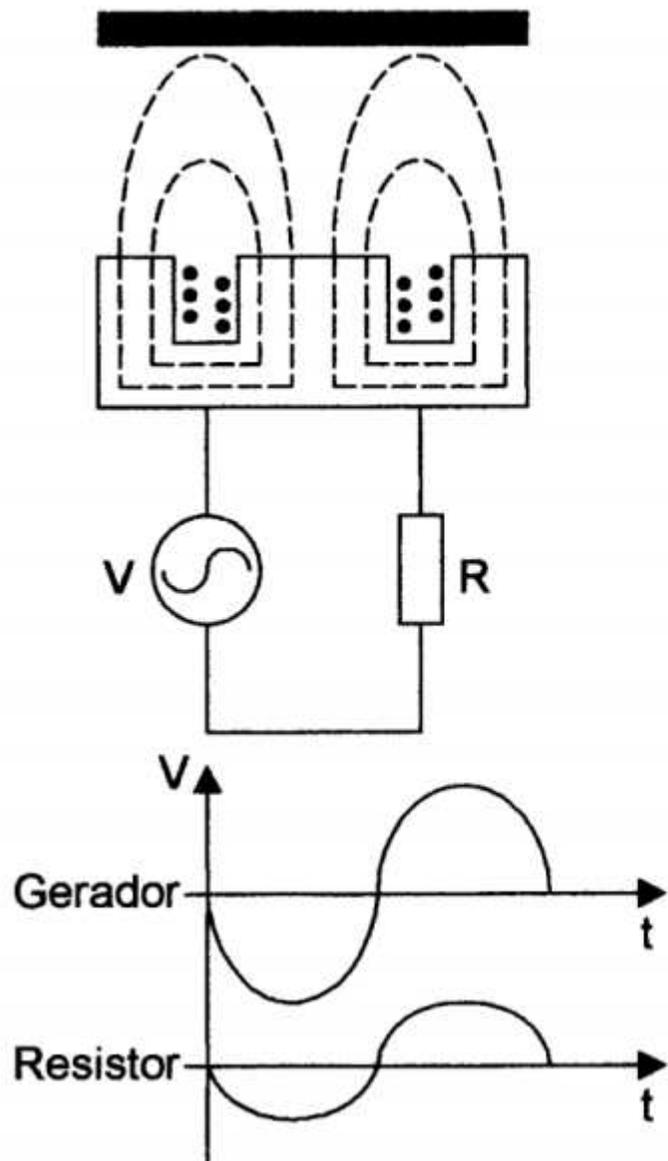
Sensores Digitais

- Princípio de Funcionamento:

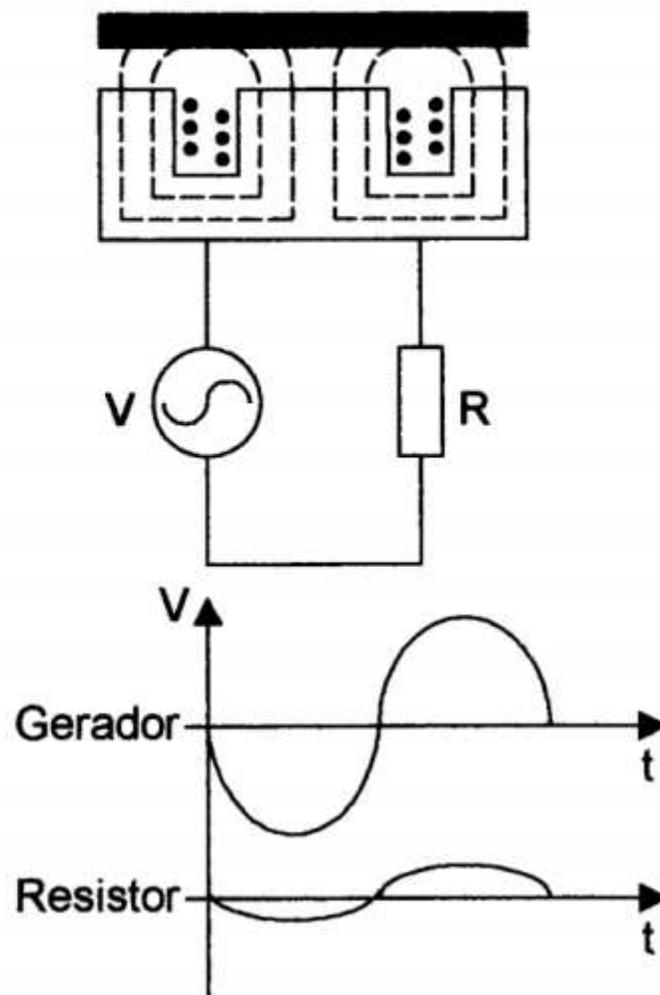
- Indutivos = seu acionamento ocorre pela maior ou menor concentração das linhas de campo magnético, quando o sensor é aproximado de um corpo metálico.
- Capacitivos = seu acionamento ocorre pela maior ou menor concentração cargas elétricas, quando o sensor é aproximado de um corpo cuja propriedade dielétrica é maior que a do ar
- Óticos = seu acionamento ocorre quando a luz emitida pelo emissor é recebida pelo receptor , ou quando essa luz é interrompida

Sensores Indutivo

1)

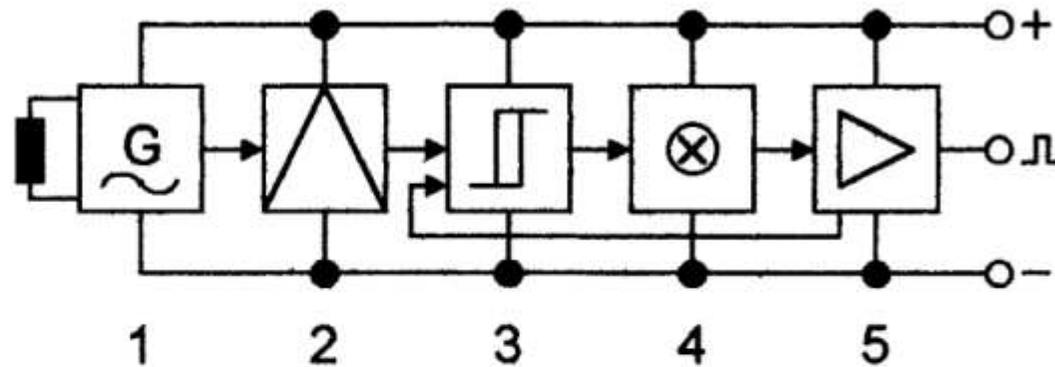


2)



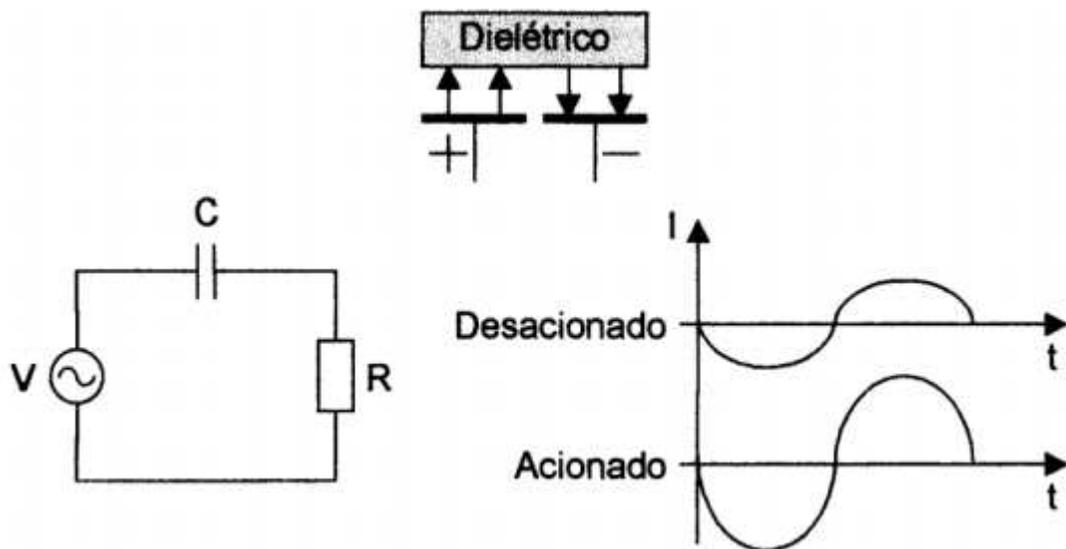
Sensores Indutivo

Diagrama de Blocos de um Sensor Indutivo



1. Oscilador
2. Demodulador
3. Trigger
4. Indicador
5. Saída com circuito de proteção

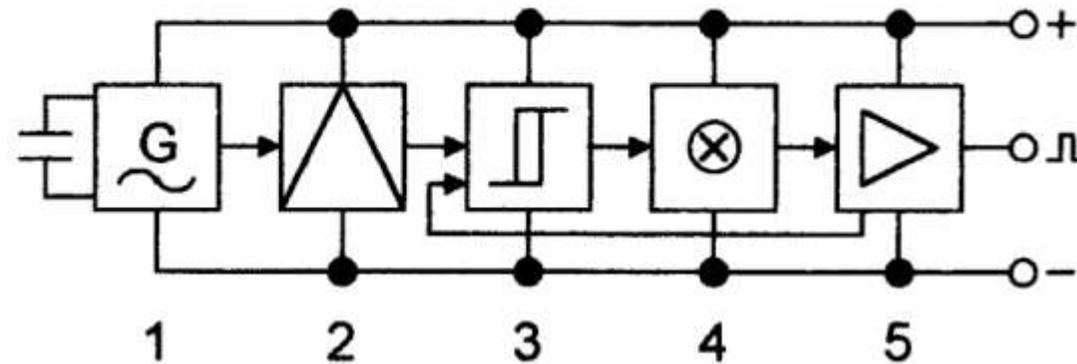
Sensores Capacitivo



	ϵ_r (Constante dielétrica)
Ar, Vácuo	1
Álcool	25,8
Madeira	2 ... 7
Celulose	3
Água	80
Mica	6
Mármore	8
Papel	2,3
Papel (forte)	4,5
Parafina	2,2
Petróleo	2,2
Polietileno	2,3
Polipropileno	2,3
Poliestireno	3
Porcelana	4,4
Areia de quartzo	4,5
Teflon	2
Vidro	5
Vidro quartzo	3,7

Sensores Capacitivo

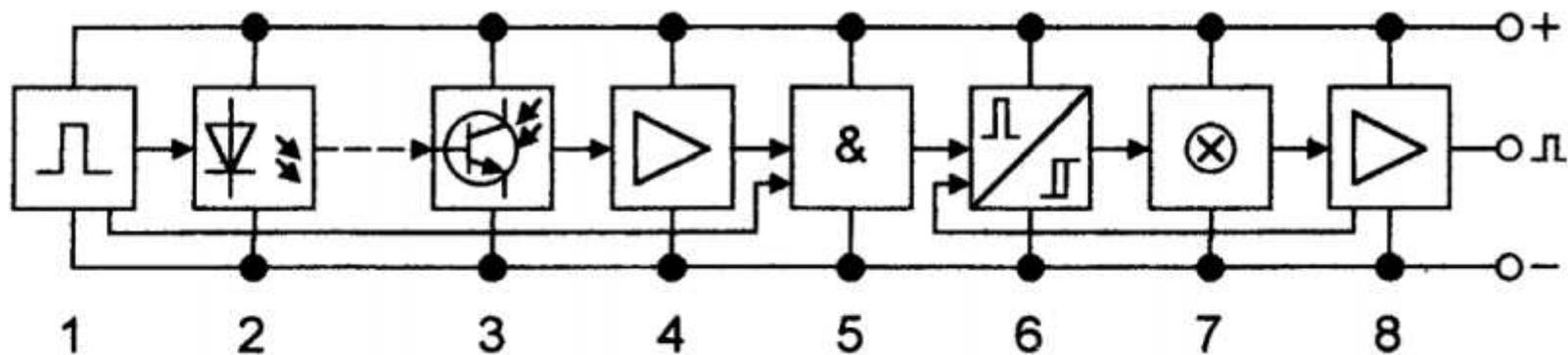
Diagrama de Blocos de um Sensor Capacitivo



1. Oscilador
2. Demodulador
3. Trigger
4. Indicador
5. Saída com circuito de proteção

Sensores Ótico

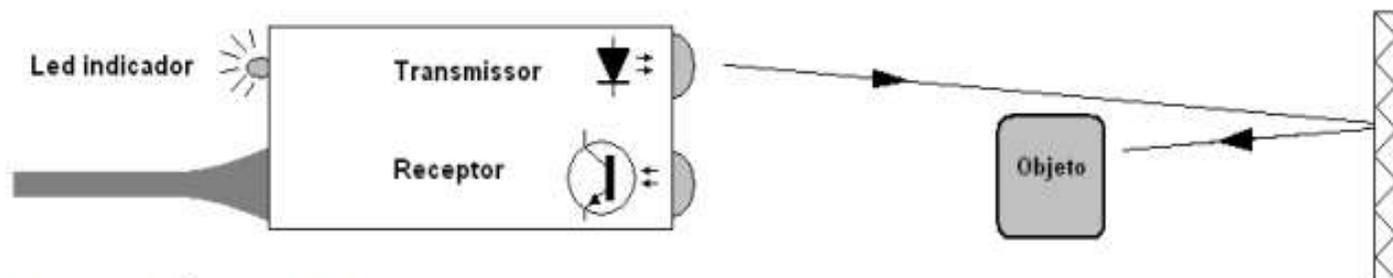
Diagrama de Blocos de um Sensor Óptico



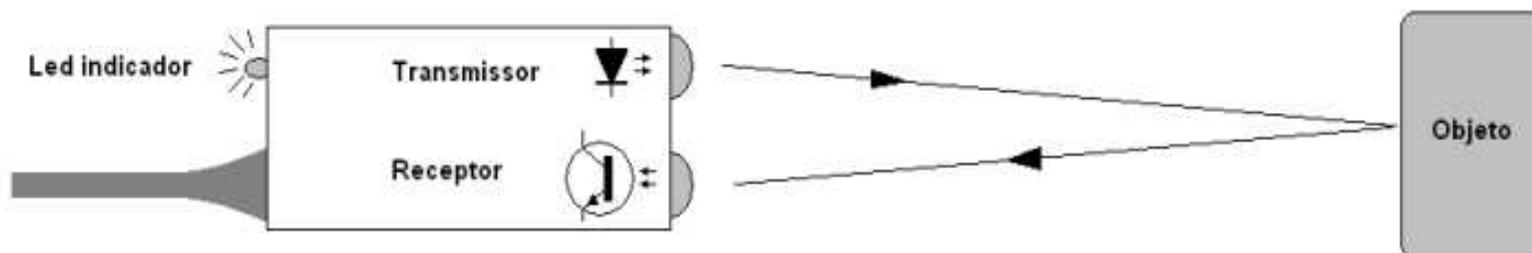
1. Oscilador
2. Emissor
3. Receptor
4. Pré-amplificador
5. Operação lógica ("E")
6. Conversor pulso/nível
7. Indicador
8. Saída com circuito de proteção

Sensores Ótico

Sensor Ótico Retro-Reflexivo



Sensor Ótico Difuso

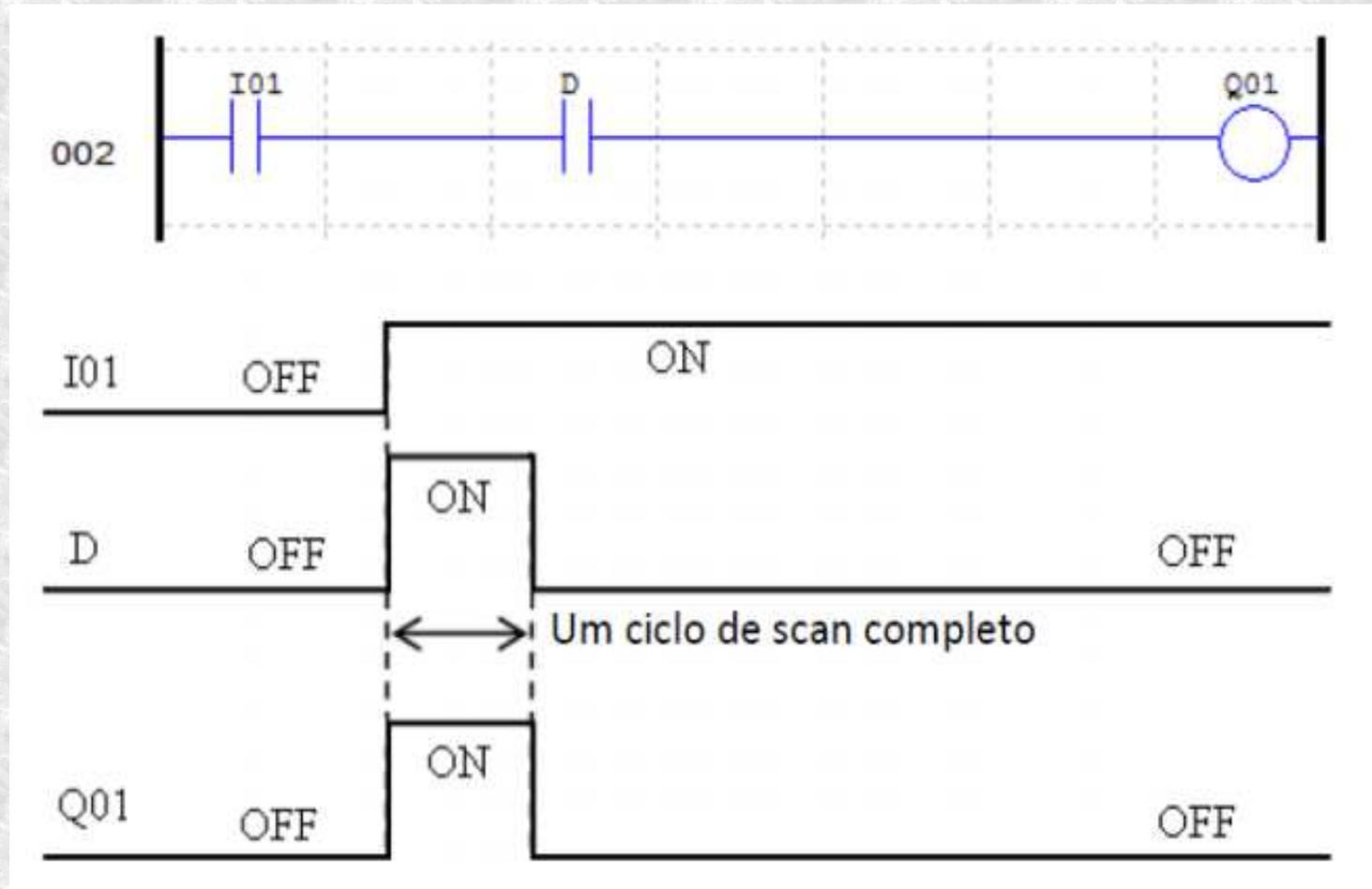


Sensor Ótico Barreira



Acionamento por Borda de Pulso

Borda de Subida



Acionamento por Borda de Pulso Borda de Descida

