

# Aula 4 – Instalação e programação

## Objetivos

Compreender as características de instalação de CLP, utilizando diferentes dispositivos para entradas e saídas.

Reconhecer diferentes estruturas de linguagem para programação de CLP.

Diferenciar funções básicas, combinadas e especiais da linguagem *Ladder*, compreendendo sua estrutura de funcionamento.

Os fabricantes de CLPs, em seus manuais técnicos, orientam quanto às características de instalação e programação dos CLPs comercializados. Em função dos fabricantes, modelos, classificações e aplicações, poderão existir diferenças significativas nas instruções de instalação e programação.

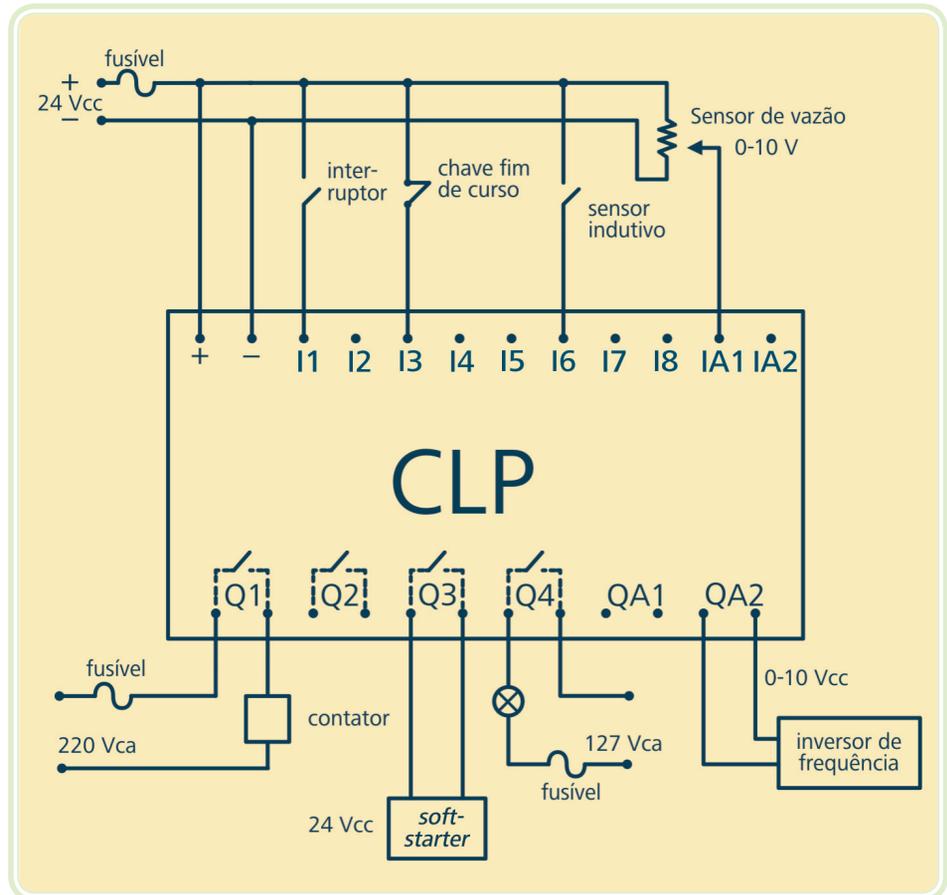


Nesta aula será apresentado um modelo genérico de instalação do CLP, bem como as características básicas da linguagem de programação mais utilizada em CLPs, denominada linguagem *Ladder*.

## 4.1 Instalação

Para o entendimento de um modelo genérico de instalação de um CLP, consideremos um CLP com alimentação em 24 Vcc que possui 8 entradas digitais, 2 entradas analógicas de 0 a 10 V, 4 saídas digitais à relé e 2 saídas analógicas de 0 a 10 V.

Note, na Figura 4.1, que estão sendo utilizadas 3 entradas digitais, 1 entrada analógica, 3 saídas digitais e 1 saída analógica.



**Figura 4.1: Modelo genérico de instalação de um CLP**

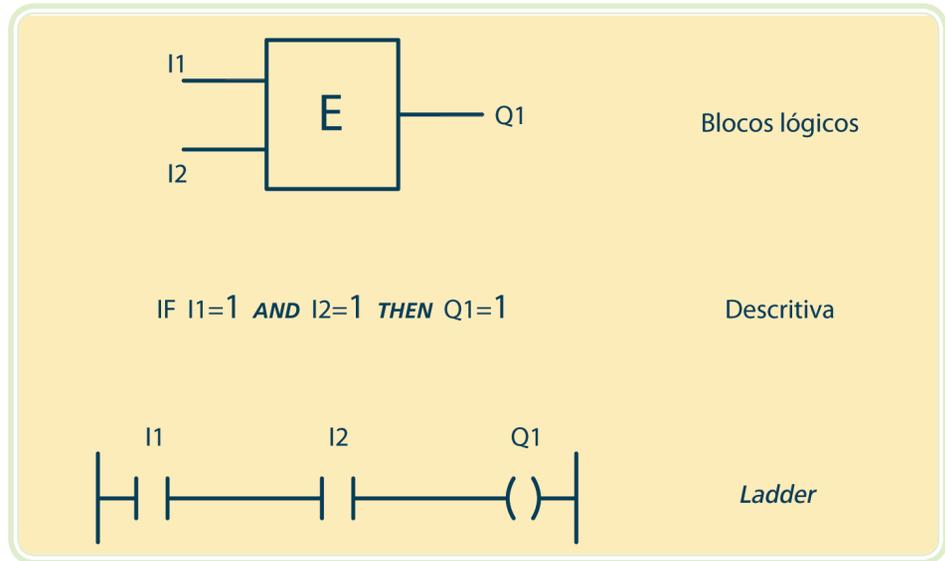
Fonte: CTISM

Em relação à Figura 4.1, podemos fazer as seguintes observações:

- a) Poderá ser utilizada uma quantidade inferior de entradas/saídas disponíveis. Não há ordem no uso das mesmas, sendo que o programa definirá quais serão utilizadas.
- b) As entradas digitais I1, I3 e I6 receberão 0 V (baixo nível) ou 24 V (alto nível), dependendo do estado aberto ou fechado dos contatos correspondentes ao interruptor, chave fim de curso e sensor indutivo. Note que está sendo utilizado um contato normalmente aberto (NA) do interruptor e do sensor indutivo, e um contato normalmente fechado (NF) da chave fim de curso. Isto significa que, para as entradas I1 e I6 ficarem em alto nível, deverá ser pressionado o interruptor ou aproximada uma peça metálica do sensor, respectivamente. Em relação à chave fim de curso, está sendo utilizado um contato NF, o que significa que a entrada I3 está constantemente em alto nível, deixando de estar somente quando alguma peça tocar a chave fim de curso.



A Figura 4.2 mostra a estrutura de três linguagens de alto nível diferentes, utilizadas em programação de CLP (blocos lógicos, descritiva e *Ladder*). Observe que ambas apresentam o mesmo programa, onde a saída digital Q1 estará fechada somente se as entradas digitais I1 e I2 estiverem em alto nível ao mesmo tempo.



**Figura 4.2: Estrutura de diferentes linguagens de programação**

Fonte: CTISM

Note que a linguagem *Ladder* reproduz a estrutura de um diagrama elétrico, na qual a combinação de contatos abertos, correspondentes às entradas, permitirá energizar uma determinada carga, que corresponde à saída.

Em função da proximidade da linguagem *Ladder* com a lógica de relés, amplamente utilizada antes do surgimento dos CLP, essa tornou-se uma das linguagens mais empregadas pelos fabricantes de CLP.

### 4.2.1 Funções básicas em *Ladder*

As funções básicas ou fundamentais na linguagem *Ladder* são:

- a) Função *NA*: normalmente aberto (em inglês *NO*);
- b) Função *NF*: normalmente fechado (em inglês *NC*);
- c) Função *E* (em inglês *AND*);
- d) Função *OU* (em inglês *OR*).

### 4.2.1.1 Função NA

A Figura 4.3 mostra a função NA em *Ladder*, bem como o circuito elétrico e lógica digital correspondente.

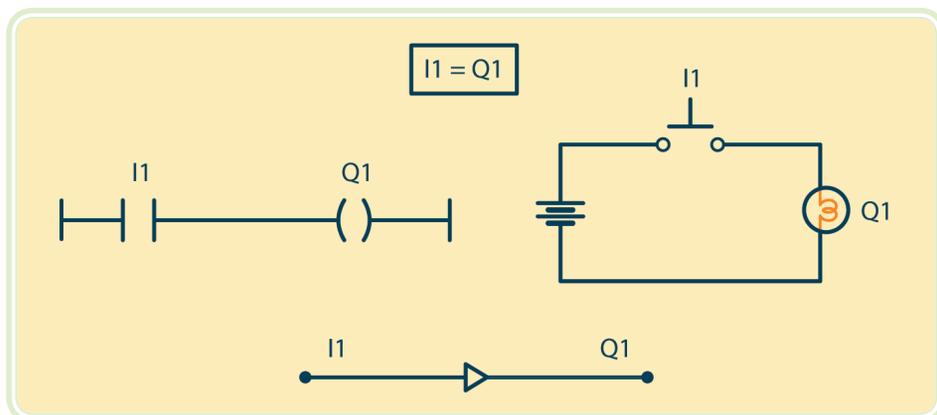


Figura 4.3: Função NA

Fonte: CTISM

Observe que, na função NA, o estado da saída digital é idêntico ao da entrada digital. Assim, quando I1 estiver em alto nível, a saída Q1 estará ativada; e, quando I1 estiver em baixo nível, a saída Q1 estará desativada. A Figura 4.4 mostra o circuito de instalação do CLP para o programa da Figura 4.3.

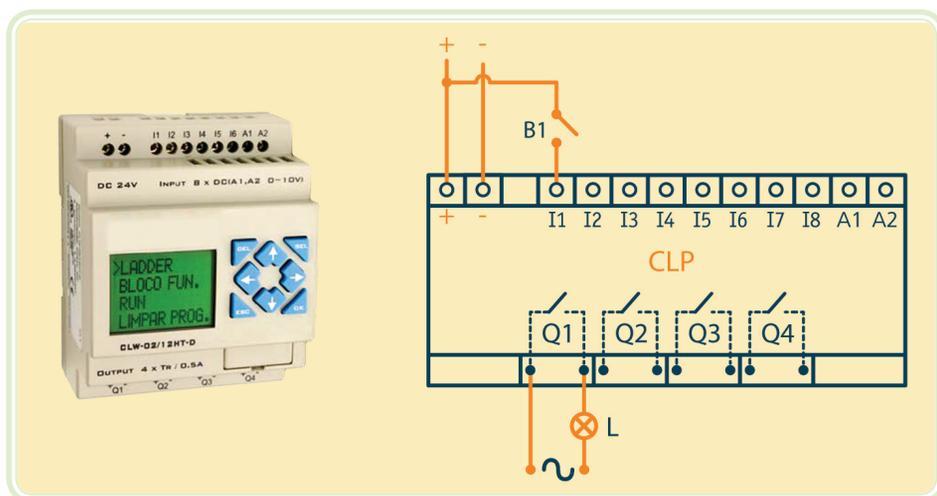
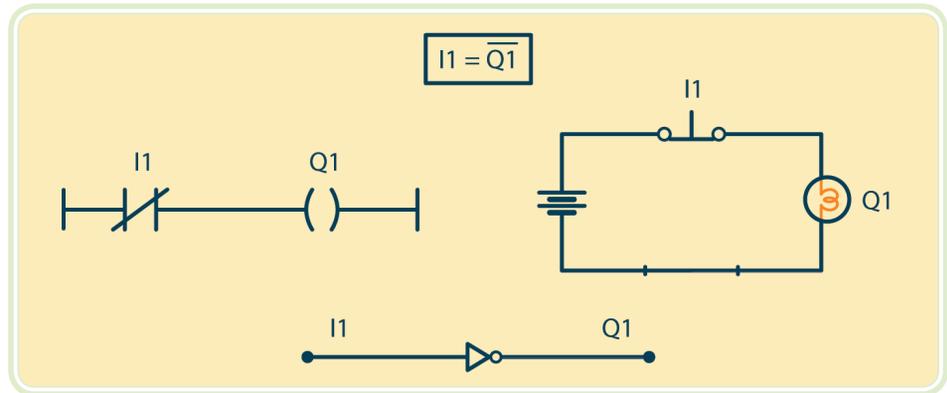


Figura 4.4: Circuito de instalação: função NA e NF

Fonte: CTISM

### 4.2.1.2 Função NF

A Figura 4.5 mostra a função NF em *Ladder*, bem como o circuito elétrico e lógica digital correspondente.

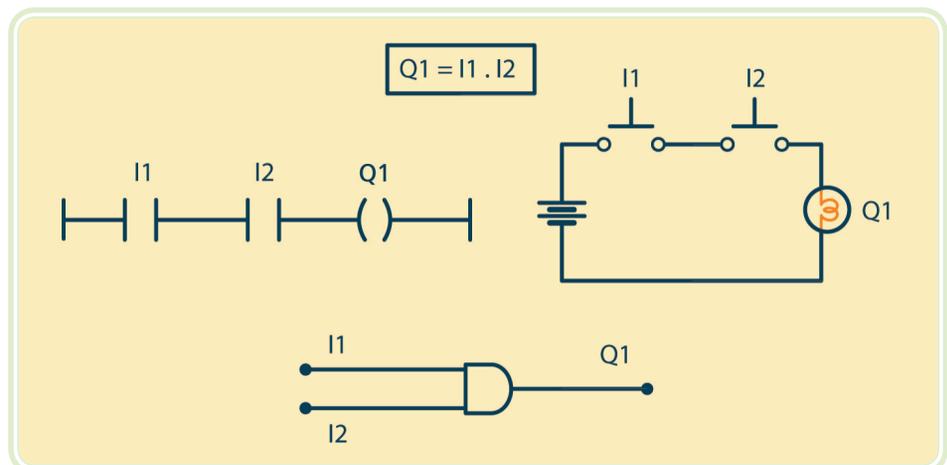


**Figura 4.5: Função NF**  
Fonte: CTISM

Observe que, na função NF, o estado da saída digital é inverso ao da entrada digital. Assim, quando I1 estiver em alto nível, a saída Q1 estará desativada; e, quando I1 estiver em baixo nível, a saída Q1 estará ativada. A Figura 4.4 mostra o circuito de instalação do CLP que também é aplicado no programa da Figura 4.5.

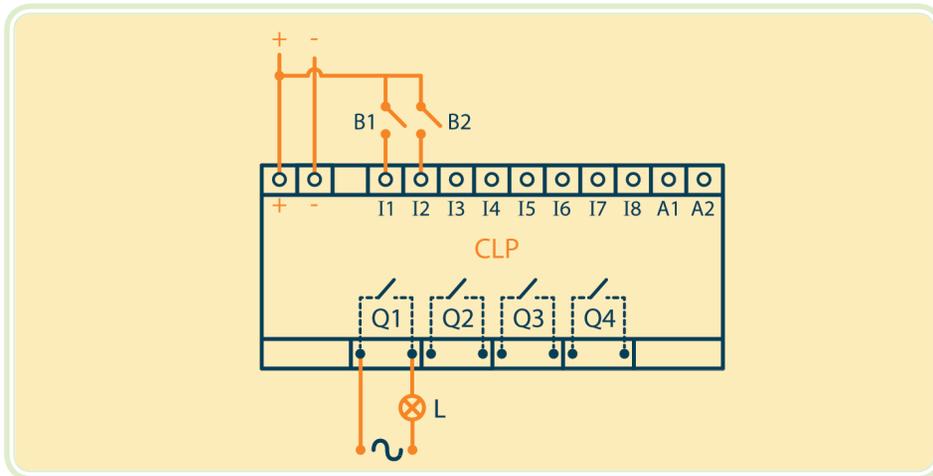
#### 4.2.1.3 Função E

A Figura 4.6 mostra a função E em *Ladder*, bem como o circuito elétrico e lógica digital correspondente.



**Figura 4.6: Função E**  
Fonte: CTISM

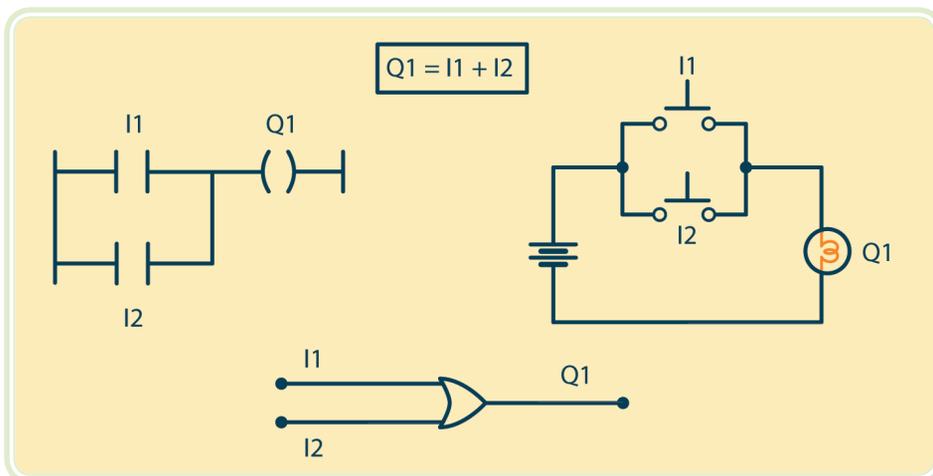
Observe que, na função E, o estado da saída digital depende da combinação das entradas digitais. Assim, quando I1 e I2 estiverem simultaneamente em alto nível, a saída Q1 estará ativada; e, quando qualquer uma das entradas, ou ambas, estiverem em baixo nível, a saída Q1 estará desativada. A Figura 4.7 mostra o circuito de instalação do CLP para o programa da Figura 4.6.



**Figura 4.7: Circuito de instalação: função E**  
Fonte: CTISM

#### 4.2.1.4 Função OU

A Figura 4.8 mostra a função OU em *Ladder*, bem como o circuito elétrico e lógica digital correspondente.



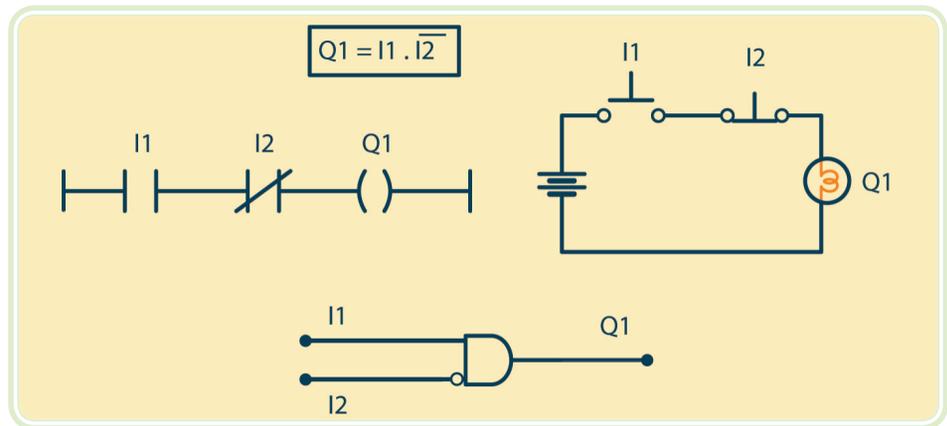
**Figura 4.8: Função OU**  
Fonte: CTISM

Observe que, na função OU, o estado da saída digital depende da combinação das entradas digitais. Assim, quando I1 ou I2, ou ambos, estiverem em alto nível, a saída Q1 estará ativada; e, somente quando I1 e I2 estiverem simultaneamente em baixo nível, teremos a saída Q1 desativada. A Figura 4.7 mostra o circuito de instalação do CLP que também é aplicado no programa da Figura 4.8.

## 4.2.2 Funções combinadas em *Ladder*

### 4.2.2.1 Função NA-NF série

A Figura 4.9 mostra a função NA-NF série em *Ladder*, bem como o circuito elétrico e lógica digital correspondente.



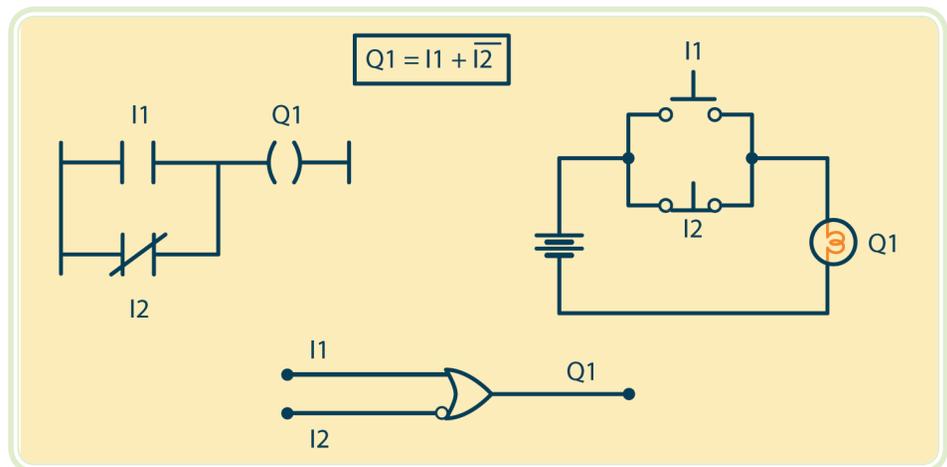
**Figura 4.9: Função NA-NF série**

Fonte: CTISM

Observe que, na função NA-NF série, o estado da saída digital depende da combinação das entradas digitais. Assim, somente quando I1 estiver em alto nível e I2 em baixo nível, teremos a saída Q1 ativada. Para qualquer outra situação, teremos a saída Q1 desativada. A Figura 4.7 mostra o circuito de instalação do CLP que também é aplicado no programa da Figura 4.9.

### 4.2.2.2 Função NA-NF paralelo

A Figura 4.10 mostra a função NA-NF paralelo em *Ladder*, bem como o circuito elétrico e lógica digital correspondente.



**Figura 4.10: Função NA-NF paralelo**

Fonte: CTISM

Observe que, na função NA-NF paralelo, o estado da saída digital depende da combinação das entradas digitais. Assim, somente quando I1 estiver em baixo nível e I2 em alto nível, teremos a saída Q1 desativada. Para qualquer outra situação, teremos a saída Q1 ativada. A Figura 4.7 mostra o circuito de instalação do CLP que também é aplicado no programa da Figura 4.10.

### 4.2.3 Funções especiais

Dependendo das características dos CLP, os fabricantes poderão disponibilizar diversas funções especiais. Neste item serão abordadas as funções especiais mais empregadas, uma vez que o manual de programação dos CLPs instrui quanto ao uso de suas funções de programação.

#### 4.2.3.1 Função SET

Esta função obriga o estado de uma memória ou de uma saída do CLP a ficar ativada. A Figura 4.11 mostra a função SET em Ladder.

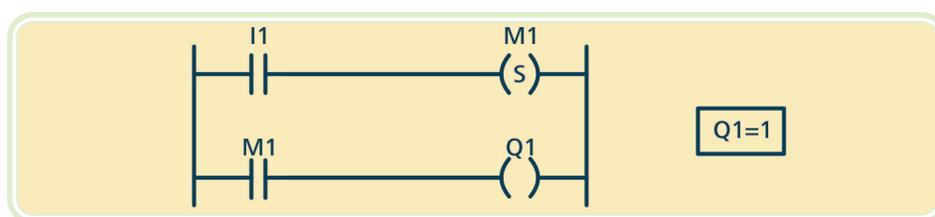


Figura 4.11: Função SET

Fonte: CTISM

Observe que, na função SET, o estado da saída digital depende de uma informação provinda da entrada digital. Quando a entrada I1 estiver em alto nível, a saída Q1 fica em alto nível. Note que, mesmo quando a entrada I1 voltar para baixo nível, a saída Q1 permanecerá em alto nível, usando, necessariamente, uma outra função para desativar a saída.

#### 4.2.3.2 Função RESET

Esta função obriga o estado de uma memória ou de uma saída do CLP a ficar desativada. A Figura 4.12 mostra a função RESET em Ladder.

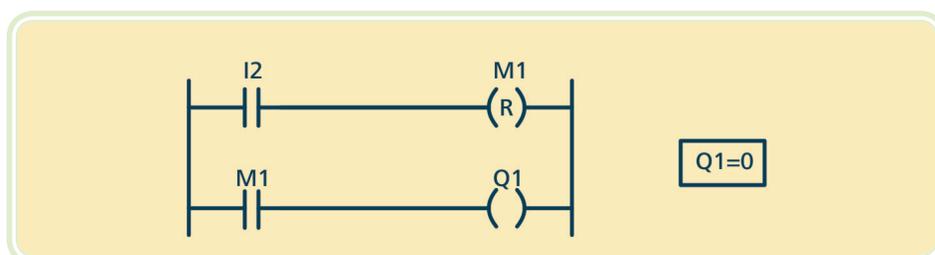


Figura 4.12: Função RESET

Fonte: CTISM

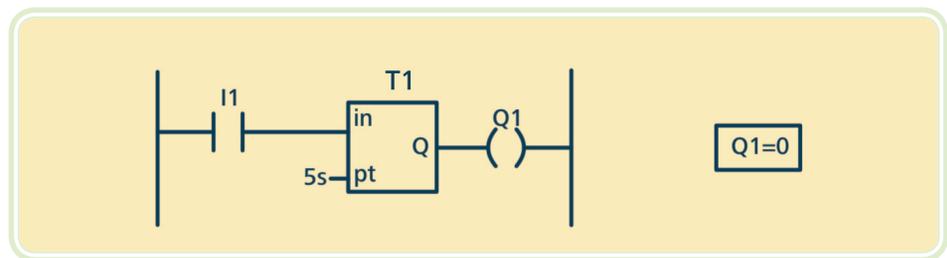
Observe que, na função RESET, o estado da saída digital depende de uma informação provinda da entrada digital. Considerando que no programa da Figura 4.11 utilizou-se a entrada I1 para a função SET, optou-se pelo uso da entrada I2 para a função RESET, como mostrado na Figura 4.12. Assim, quando a entrada I2 estiver em alto nível, a saída Q1 ficará em baixo nível. Note que, quando a entrada I2 voltar para baixo nível, a saída Q1 permanecerá em baixo nível.

### 4.2.3.3 Função temporizador

Esta função tem por finalidade acionar ou desligar uma memória ou uma saída de acordo com um tempo programado.

É importante salientar que os temporizadores possuem vários modos de operação, tais como retardo na energização, retardo na desenergização, retardos memorizáveis, etc, cujas peculiaridades de programação serão aprofundadas através de projetos práticos.

A Figura 4.13 mostra a função temporizador com sua respectiva simbologia em *Ladder*, segundo a norma IEC 1131-3.



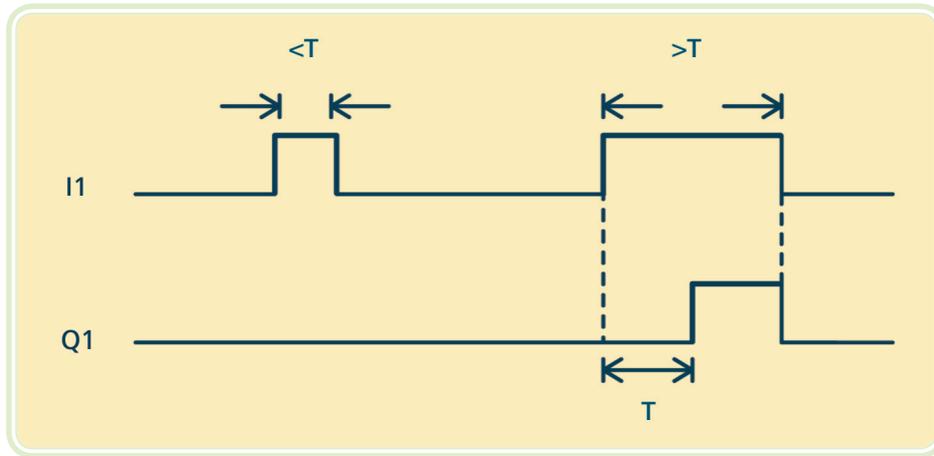
**Figura 4.13: Função temporizador**

Fonte: CTISM

A seguir, serão apresentados os modos mais básicos de temporização.

#### a) Retardo na energização

Considere, na Figura 4.13, que o temporizador foi configurado na função temporizador com retardo na energização. Desta forma, a saída Q1 será acionada um certo tempo após a entrada I1 ficar em alto nível, neste caso 5 segundos. Quando a entrada I1 ficar em alto nível, esta ativa o elemento temporizador T1 (parametrizado no programa para 5 s). Após 5 segundos, o contato do temporizador fecha-se acionando a saída Q1. Na Figura 4.14 temos o diagrama de tempo do temporizador com retardo na energização.



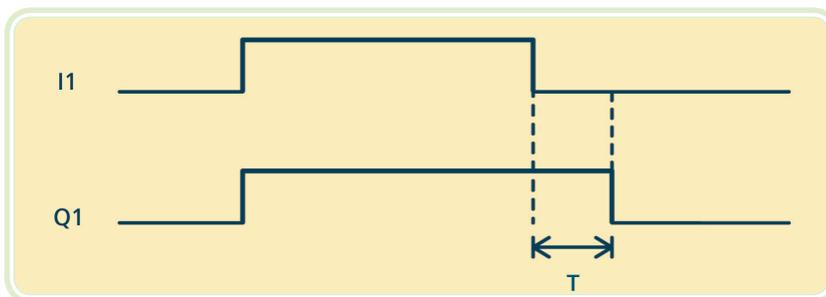
**Figura 4.14: Diagrama de tempo do temporizador com retardo na energização**  
 Fonte: CTISM

Observe na Figura 4.14 que se o tempo em alto nível da entrada I1 for menor que o parametrizado no temporizador, a saída Q1 não será acionada. Desta forma, para que a saída Q1 seja acionada, é necessário que a entrada I1 permaneça em alto nível por um tempo superior ao parametrizado T. Observe ainda que, no modo retardo na energização, quando a entrada I1 for para baixo nível, a saída Q1 será desacionada imediatamente.

#### **b) Retardo na desenergização**

Considere, na Figura 4.13, que o temporizador foi configurado na função temporizador com retardo na desenergização. Desta forma, a saída Q1 será acionada imediatamente quando a entrada I1 ficar em alto nível, entretando, quando a entrada I1 for para baixo nível, a saída Q1 permanecerá acionada pelo tempo parametrizado T. Na Figura 4.15 temos o diagrama de tempo do temporizador com retardo na desenergização, onde T é o tempo de atraso no desligamento da saída Q1.

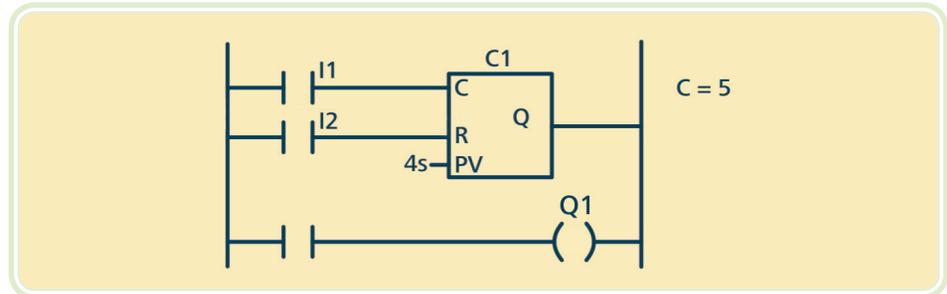
Os demais modos de temporização partem basicamente destes dois tipos de retardo, cujas configurações variam dependendo do CLP.



**Figura 4.15: Diagrama de tempo do temporizador com retardo na desenergização**  
 Fonte: CTISM

### 4.2.3.4 Função contador

Esta função tem por finalidade ativar uma memória ou uma saída após uma determinada contagem de eventos. A Figura 4.16 mostra a função e simbologia do contador em *Ladder*, segundo a norma IEC 1131-3.

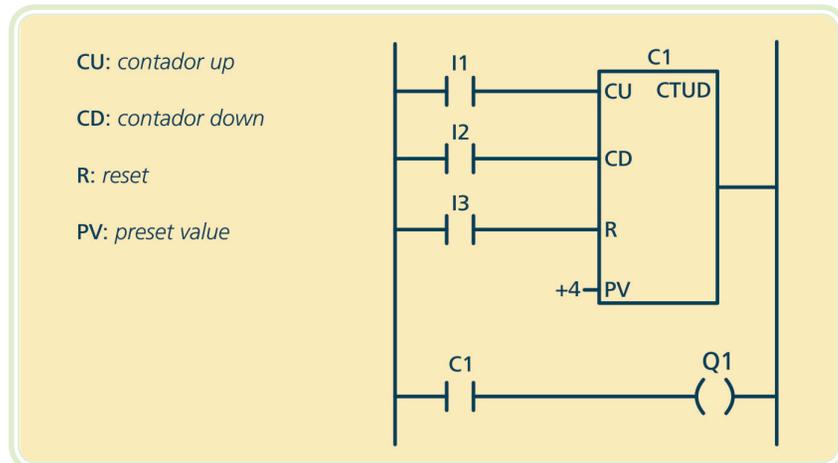


**Figura 4.16: Função contador**

Fonte: CTISM

Observe que, na função contador, a entrada I1 recebe pulsos provindos de chaves externas ou sensores, enviando para o contador C1. No programa, C1 foi parametrizado para 4 contagens. Após C1 receber 4 pulsos (quatro energizações/desenergizações), o contato NA do contador C1 fecha-se, acionando a saída Q1.

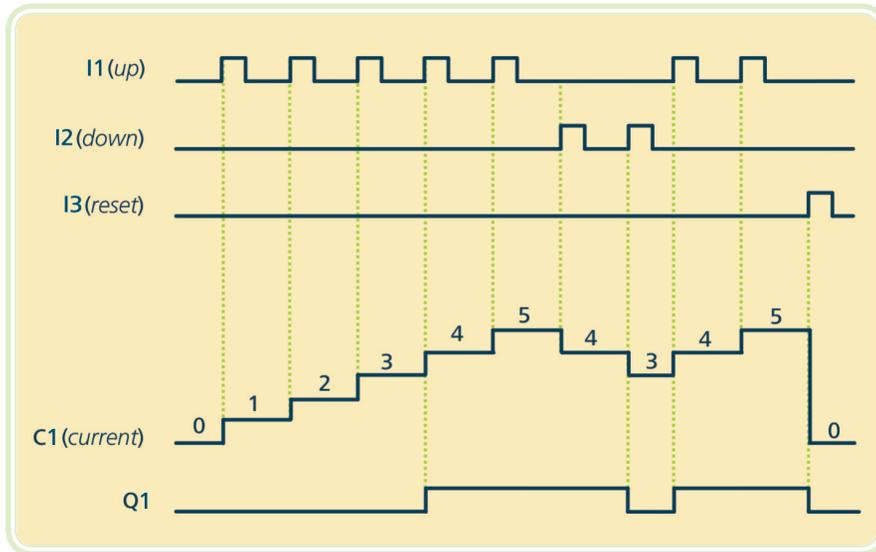
O contador pode ser crescente, decrescente ou até mesmo crescente/decrescente (*up/down*). Para a última finalidade, o bloco contador é composto de mais uma entrada que fará a contagem regressiva, conforme Figura 4.17.



**Figura 4.17: Contador up/down**

Fonte: CTISM

Analisando a Figura 4.17, observamos que I1 faz a contagem crescente, I2 a contagem decrescente, e I3 aciona o reset. Na Figura 4.18 temos o diagrama de tempos do contador *up/down*.



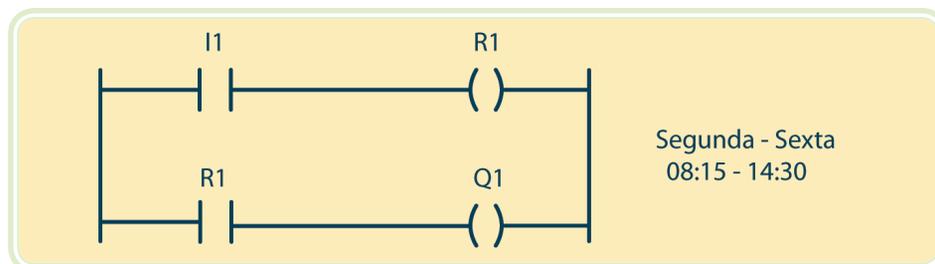
**Figura 4.18: Diagrama de tempos do contador up/down**

Fonte: CTISM

Note que, após concluir o ciclo de contagem (4 contagens), Q1 fica acionado, independentemente do estado de I1. A saída Q1 pode ser desativada resetando o contador C1.

#### 4.2.3.5 Função relógio

Esta função tem por finalidade ativar/desativar uma memória ou uma saída em horários e dias da semana específicos. A Figura 4.19 mostra a função relógio em *Ladder*.



**Figura 4.19: Função relógio**

Fonte: CTISM

Observe que, na função relógio, a entrada I1 habilita o funcionamento do relógio. Enquanto a entrada I1 manter acionado o relógio R1, este, através de seu contato NA, ativa/desativa Q1 em função dos parâmetros de dia da semana e intervalo de horário parametrizados no programa. Assim, a saída Q1 será ativada às 08h15min e desativada às 14h30min, de segunda-feira a sexta-feira. Note que desativando o relógio R1 pela entrada I1 interrompe o controle da saída Q1, tornando-a desativada.

## Resumo

Nessa aula, foram apresentadas as características de instalação de CLP, bem como diferentes estruturas de programação. Destaque especial foi dado à Linguagem *Ladder*, em função de sua importância e utilização, apresentando, de forma geral, suas principais funções básicas, combinadas e especiais.



## Atividades de aprendizagem

1. Cite as principais características de instalação de CLP.
2. Diferencie linguagem de alto nível de linguagem de baixo nível.
3. Explique a estrutura da linguagem *Ladder*.
4. Cite as principais funções de programação em *Ladder*.