



AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PROFESSORA: LESLYE ESTEFANIA CASTRO ERAS

GRACEFT

- Especificar o comportamento de um sistema sequencial que evolui com o tempo.
- Não esta disponível para CLPs mais antigos ou para os de pequeno porte.

MÉTODO DE CONVERSÃO DE GRAFCET EM LADDER

- Muito simples
- Confiável
- Utiliza instruções básicas disponíveis em qualquer CLP
- Pode ser utilizado como modelo para documentação do sistema, uma vez que é um método formal sistematizado
- Possibilita o trabalho em equipe de desenvolvimento

SEQUENCIA DE PROCEDIMENTOS PARA O PROJETO

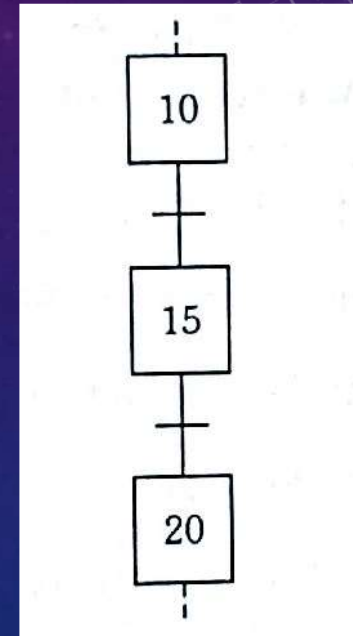
- 1. Graceft descritivo: Escrever cada etapa de operação em sequência e forneça uma identificação a cada uma.
- 2. Criação das tabelas de associações: Associa-se um bit de memória auxiliar interna a cada transição e também um bit a cada etapa.
- 3. Graceft nível 2: Fornecer detalhes como nome e o endereço da saída do CLP.
- 4. Criação do programa Ladder a partir das equações das transições, etapa e ações.

SEQUENCIA DE PROCEDIMENTOS PARA O PROJETO

- **SEÇÕES DO PROGRAMA:**
 - 1. Ativação da etapa inicial (first scan).
 - 2. Detecção de bordas.
 - 3. Equações das transições.
 - 4. Desativação/ativação das etapas
 - 5. Ativação das ações associadas as etapas

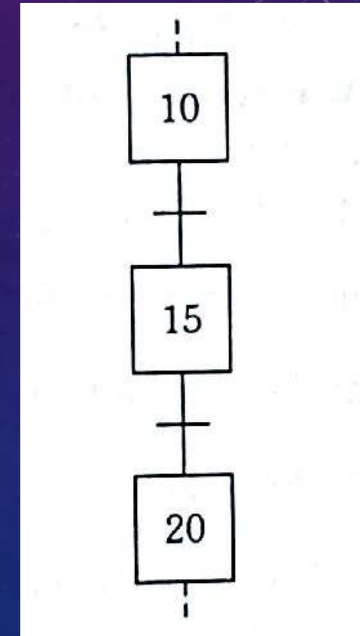
ETAPAS

- Ativa nível lógica 1
- Inativa nível lógico 0
- Exemplo:
- Creamos três variáveis lógicas
- X10, X15 e X20
- XI=1 ETAPA ATIVA (I=10 OU 15 OU 20)
- Cada etapa corresponde a um bit de memória, no CLP da Allen-Braklley (Rslogic 500):
- B3.0/0 =X10
- B3.0/0 =X15
- B3.0/0 =X20



ETAPAS

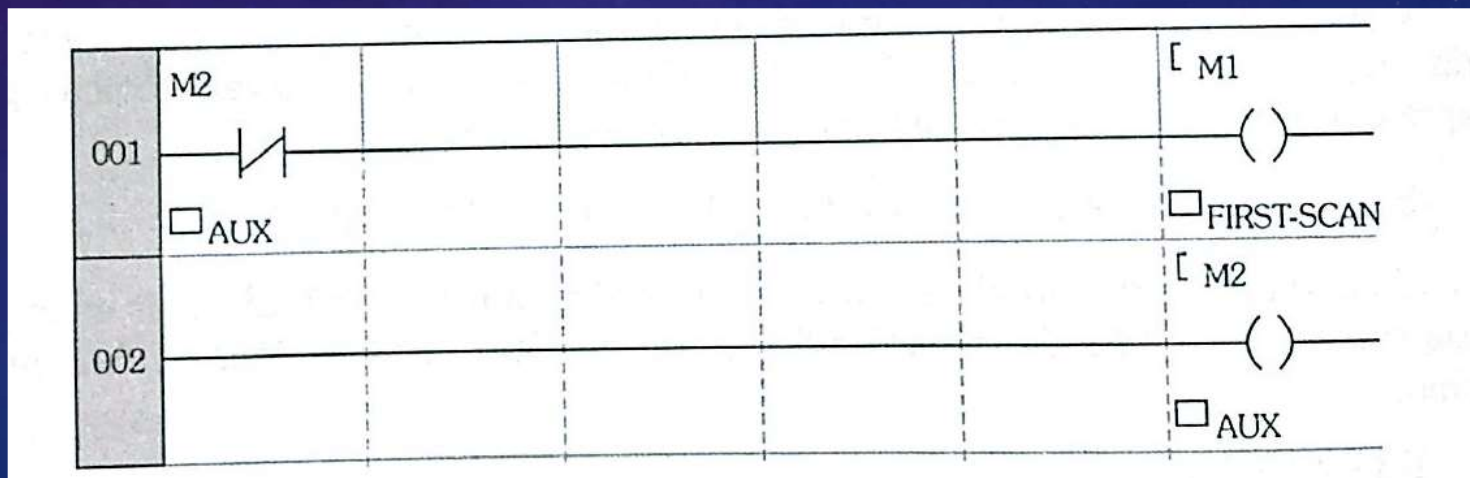
- Para Zelio Fost poderia ser:
- M1 =X10
- M2=X15
- M3=X20
- Para Siemens poderia ser:
- M0.1 =X10
- M0.2=X15
- M0.3=X20



ETAPA INICIAL

- Etapa que fica ativa quando o sistema é ligado.
- SIEMENS S7-200 o bit SM0.1 (FIRST SCAN)
- MICROLOGIX (Allen Bradley) o bit S1:15 (FIRST PASS)

CASO O CLP NÃO DISPONHA PODE SE IMPLEMENTAR:

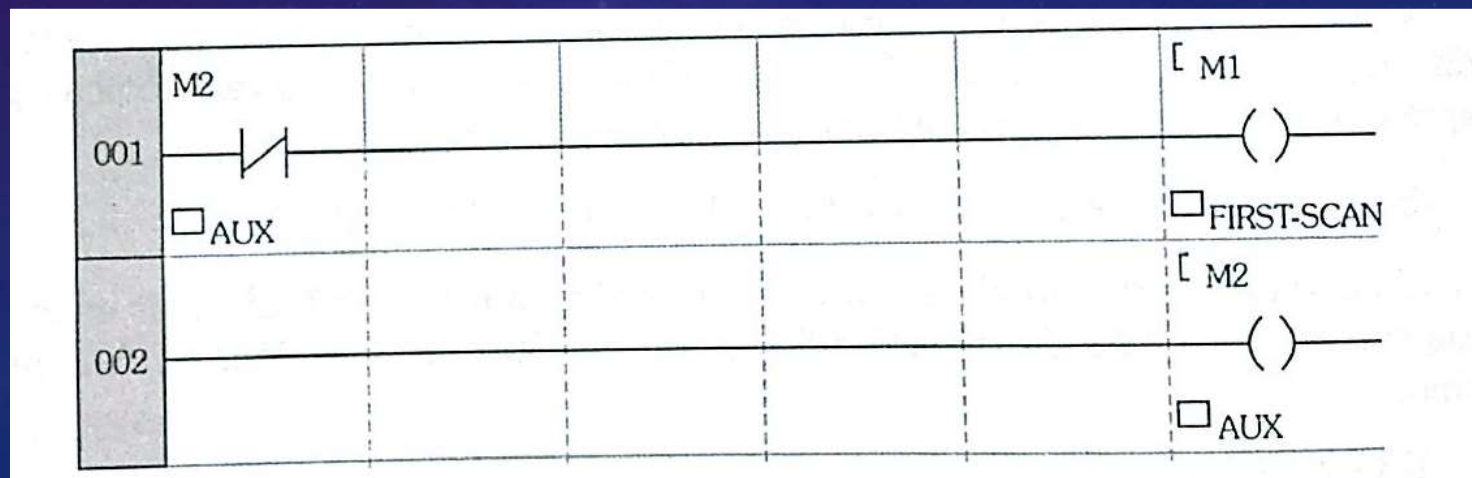


ETAPA INICIAL

M1 E M2 inicialmente em 0. No primeiro ciclo o contacto normalmente fechado de M2 permite que M1 seja ativado. Ao final do primeiro ciclo M1 e M2 estão ativadas.

No segundo ciclo o contato da bobina auxiliar de M2 fica aberto e desliga a bobina M1, a bobina M2 fica ativa enquanto o CLP estiver ligado.

Somente no primeiro ciclo de varredura M1 fica ativo, sendo o bit sinalizador de first scan.



ETAPA INICIAL

Se a etapa inicial é 5 esta deve ser colocada em 1 e as outras em 0. Para o exemplo da figura anterior.

Então:

$$X_5=1, X_{10}=0, X_{15}=0, X_{20}=0$$

TRANSIÇÕES

- Para que uma transição ocorra, duas condições devem ser satisfeitas:
- Todas as etapas imediatamente precedentes da transição devem estar ativadas.
- A receptividade a que está associada deve ter nível lógica 1.
- Associar um bit a cada uma das transições:
- TJ=1 TRANSIÇÃO HABILITADA
- TJ=0 TRANSIÇÃO DESABILITADA

TRANSIÇÕES

- Se a variável de transição é habilitada, a etapa anterior (ou anteriores) é desativada e a posterior ativada.

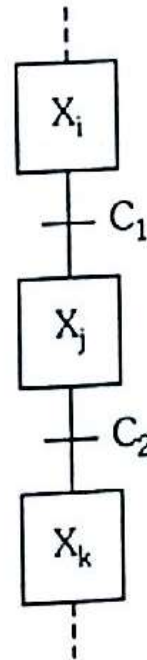


Figura 11.3 - Transições.

TRANSIÇÕES

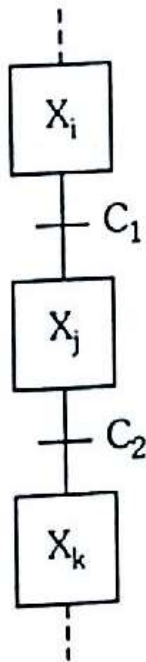


Figura 11.3 - Transições.

- $T_{ij} = X_j.C_1$
- Em que T_{ij} é a transição entre as etapas X_i e X_j
- $T_{jk} = X_k.C_2$
- Em que T_{jk} é a transição entre as etapas X_j e X_k



Como regra geral:

Quando uma transição é transposta, deve desativar a etapa anterior (ou anteriores) e ativar a etapa posterior (ou posteriores).

SEQUENCIAS SIMPLES

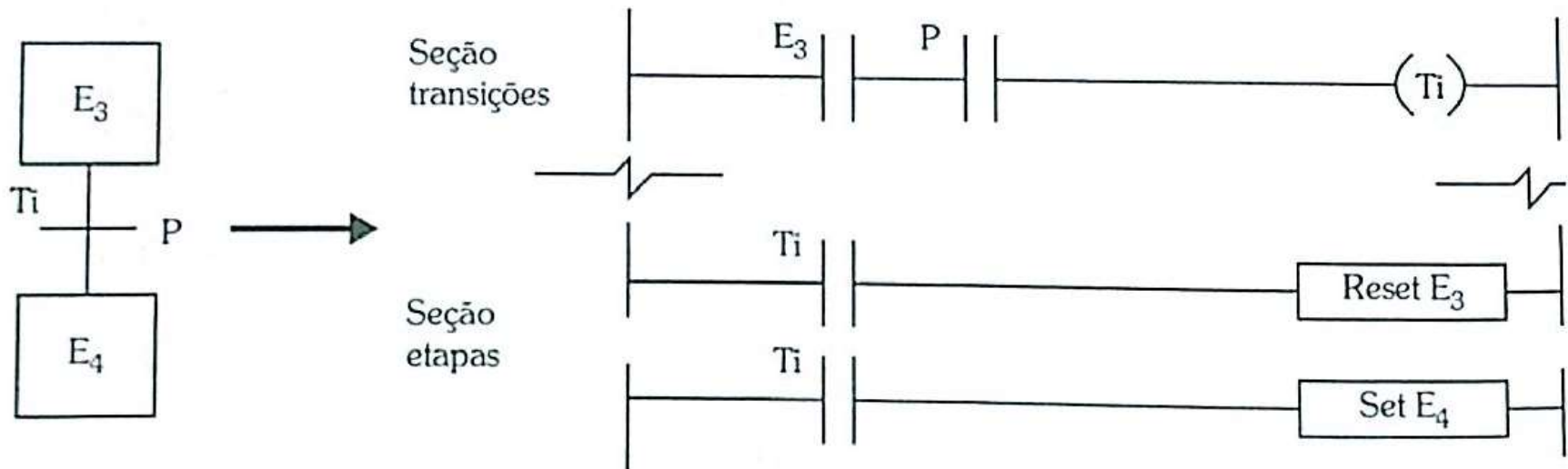


Figura 11.5 - Sequência simples.

- A transição T_1 da etapa E_3 para Etapa E_4 :
- $T_1 = E_3 \cdot P$
- Usar funções de reset e set para desativar a etapa anterior e ativar a posterior

DIVERGÊNCIA E

11.3.5 Divergência E (AND) simples

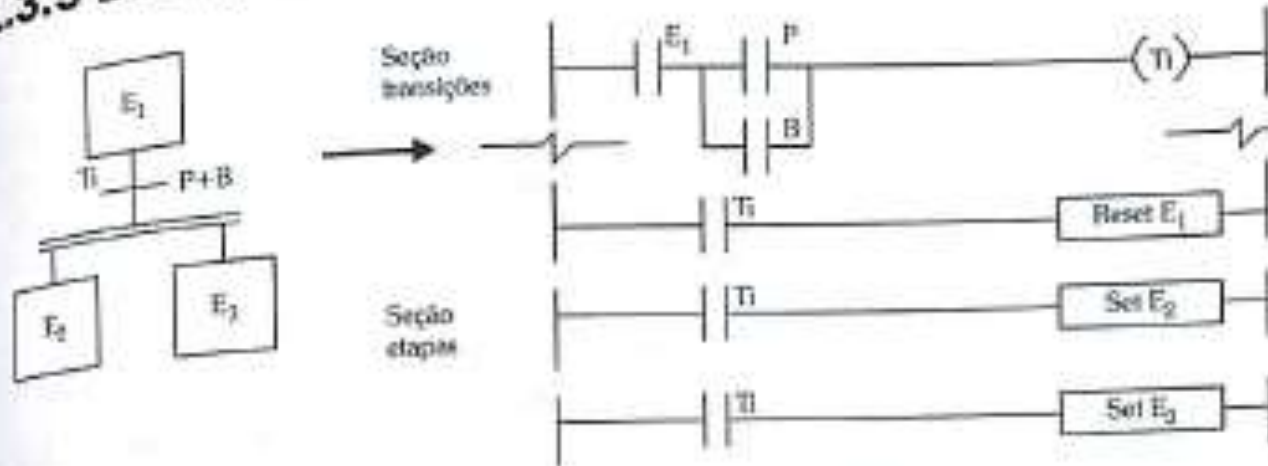
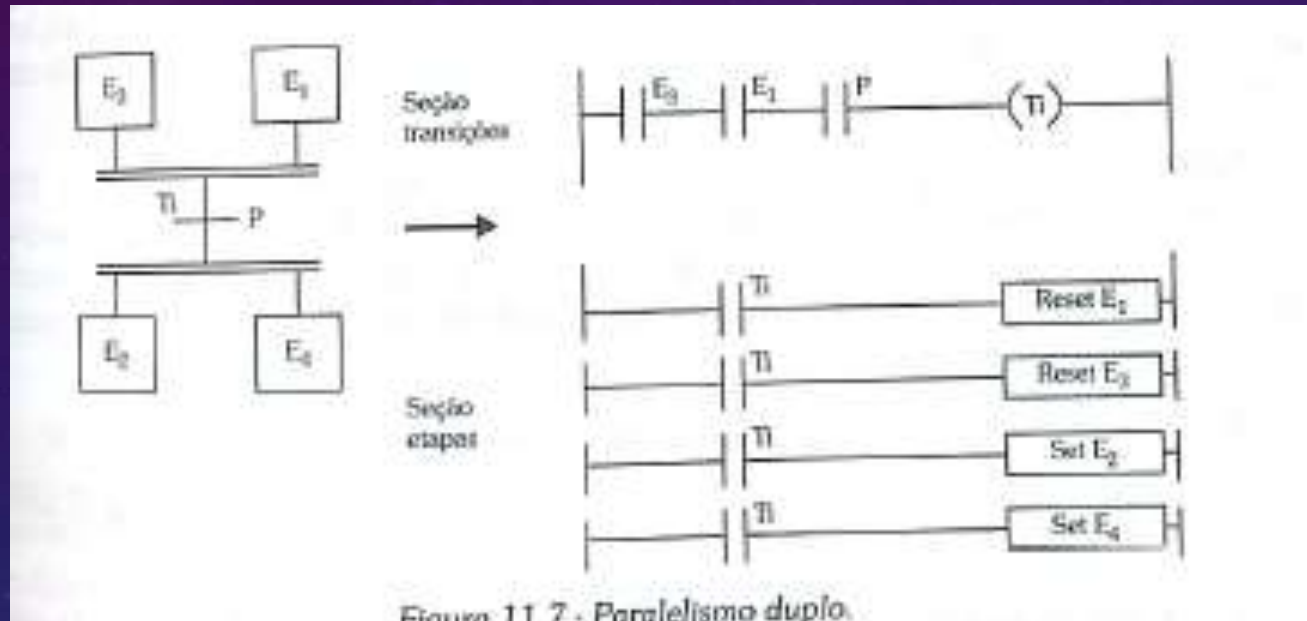


Figura 11.6 - Divergência E simples.

DIVERGÊNCIA E CONVERGÊNCIA



DIVERGÊNCIA OR

11.3.7 Divergência OU (OR)

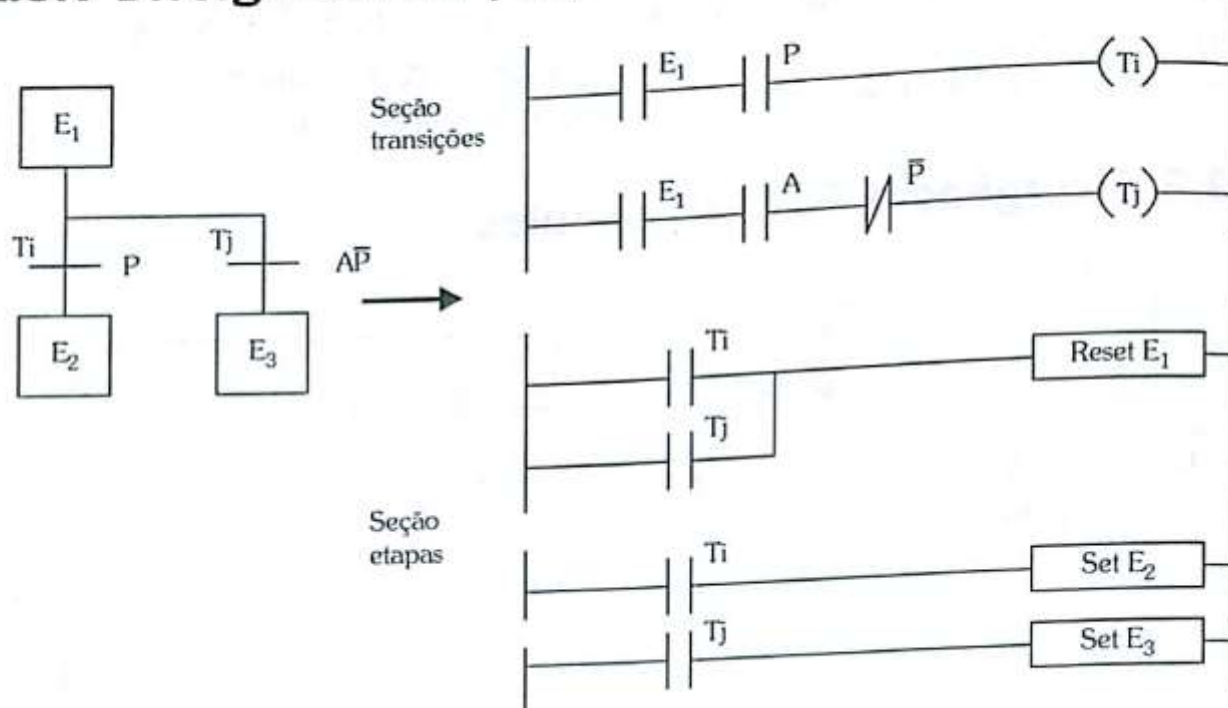
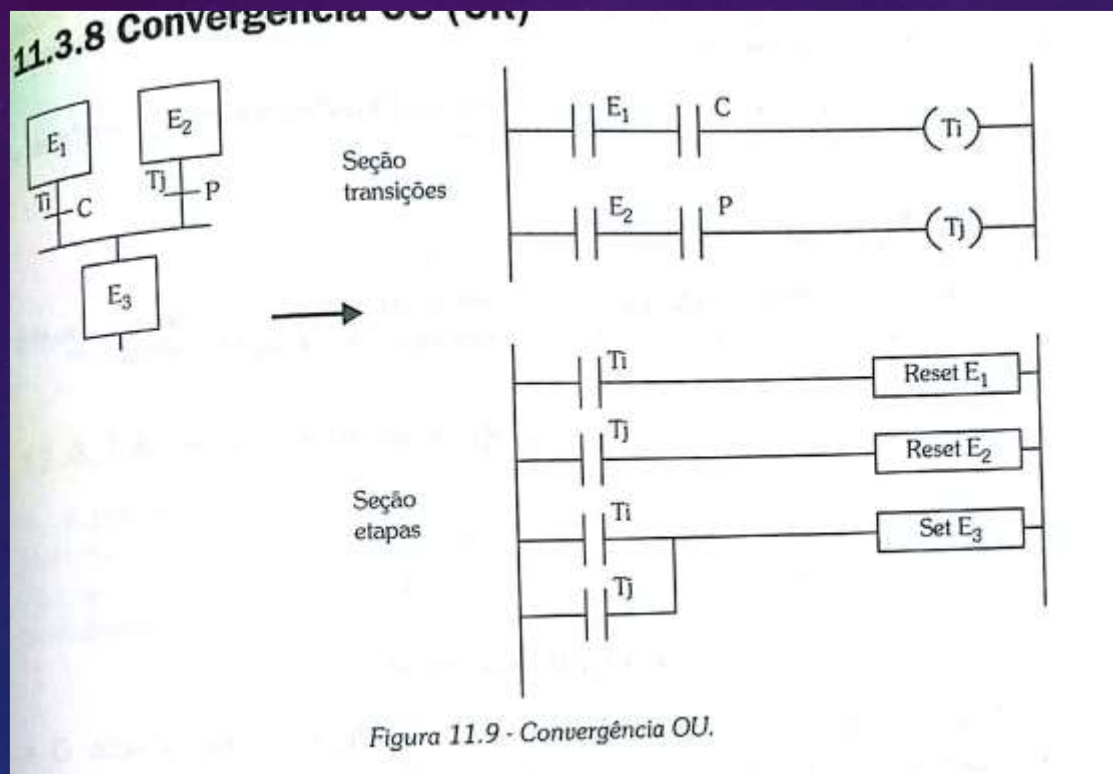


Figura 11.8 - Divergência OU simples.

Prioridade
as
transições
e
mutuamen
te
exclusivas.

CONVERGÊNCIA OR



ACÕES

- As ações são equacionadas com base no novo estado das etapas.
- Normalmente associadas a saídas, mas podem incidir em variáveis internas, com incremento de contadores e inicialização de temporizadores por exemplo.
- Ação normal: quando pelo menos uma das etapas a que esta associada esta ativada

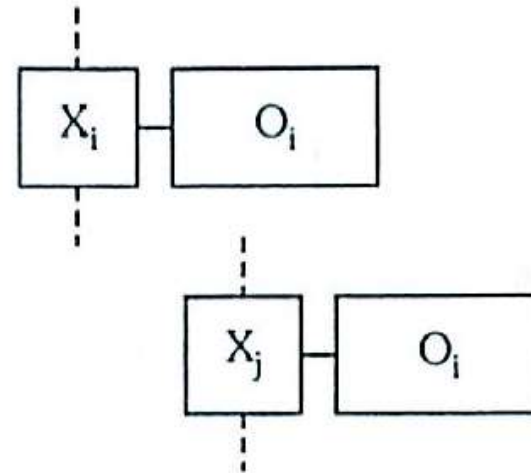
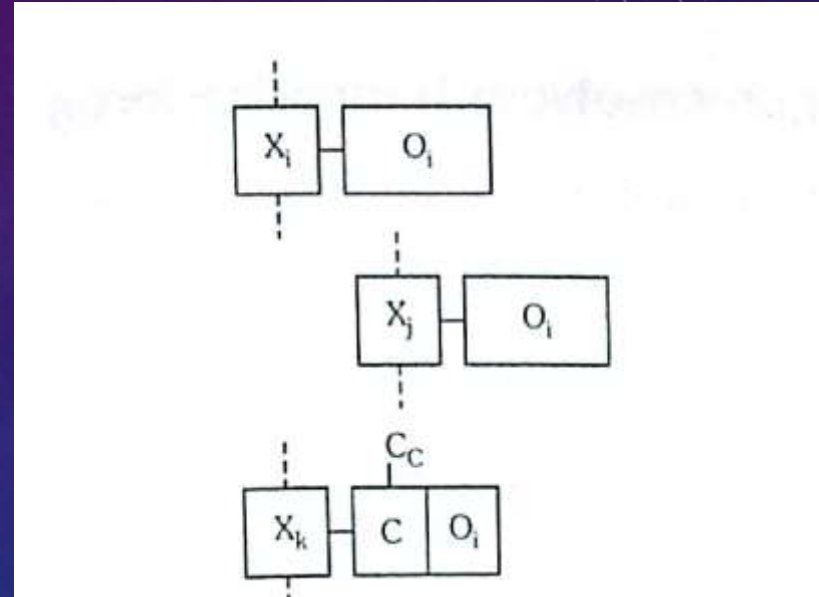


Figura 11.10 - Ação normal.

$$O_i = X_i + X_j$$

ACÕES

- Azões condicionais: Somente são realizadas se a etapa ativa e uma (o mais) condição satisfeita



$$O_i = X_i + X_j + X_k \cdot C_c$$

ACÕES

- Ações memorizadas: Basta que X_i ou X_j seja acionada por um único ciclo de varredura para que a ação fique ativa permanentemente, assim permanecendo enquanto não for ativada nenhuma das etapas, X_k ou X_l

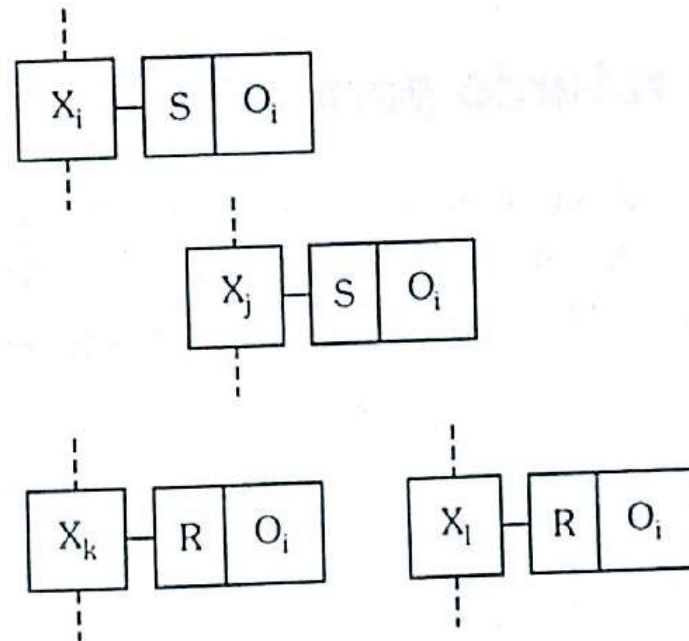


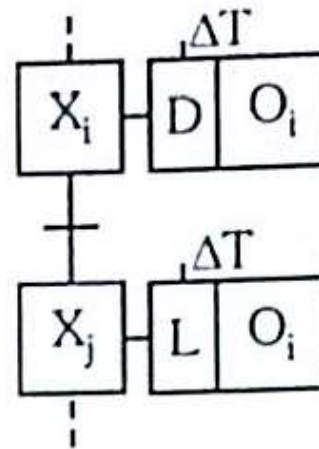
Figura 11.12 - Ações memorizadas.

$$B(O^!) = X^k + X^l$$

$$Z(O^!) = X^l + X^l$$

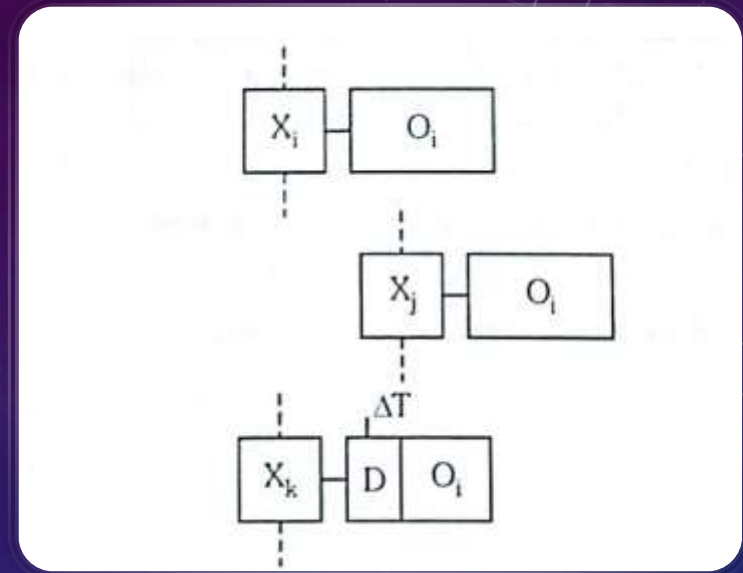
ACÕES

- Ações que envolvem temporizadores: iniciar uma temporização é uma ação tipicamente interna.



$$T_m = X_k$$

ACÕES



- Ações com retardo para iniciar

ção:

$$T_m = X_k$$

$$O_i = X_i + X_j + X_k \cdot Z$$

ACÕES

- Ações limitadas no tempo , ocorrem somente durante um intervalo de tempo.

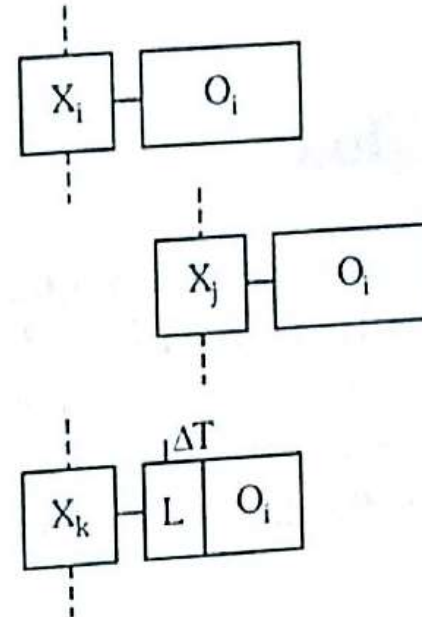


Figura 11.15 - Ações limitadas.

$$T_m = X_k$$

$$O_i = X_i + X_j + X_k \cdot \bar{Z}$$

ACÕES

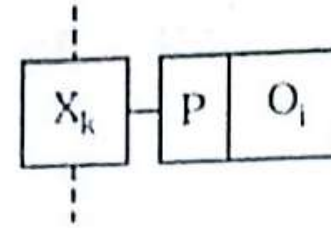


Figura 11.16 - Ação impulsional.

- Ação impulsional: um único ciclo de varredura.

$$W = \uparrow X_k$$

$$O_i = W$$



Para a maioria dos CLPs a ação impulsional de contagem é automática, ou seja, o próprio contador detecta apenas a borda de subida quando a etapa é ativada. Portanto, não há necessidade de fazer uma ação impulsional adicional para tratamento dos contadores.

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- Uma furadeira vertical deve ser automatizada. O princípio de funcionamento é o seguinte: Inicialmente, se o cabeçote da furadeira estiver na posição mais alta (h) e o botão de partida (P) for pressionado, deve-se ligar o motor da broca e descer em velocidade alta até encontrar o sensor de posição intermediária (b1). A partir desse ponto deve continuar descend com velocidade reduzida até encontrar o sensor de posição mais baixa (b2). Atingindo o sensor, deve subir em velocidade alta até encontrar o sensor de posição mais alta (h), quando então deve desligar os motores de subida da broca. Considere duas saídas para controlar a velocidade (alta e baixa) e também duas saídas para controlar o sentido de deslocamento (sobe e desce)

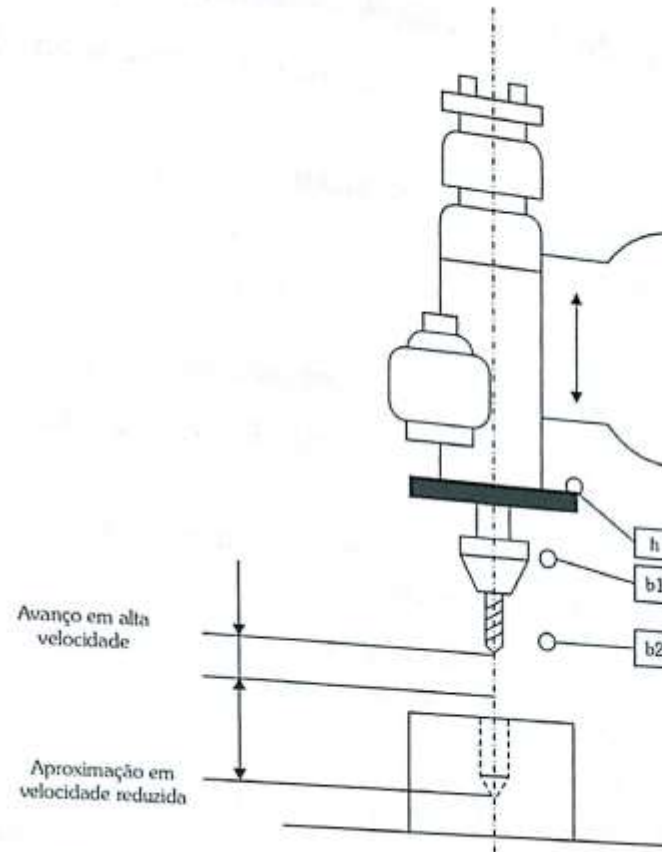
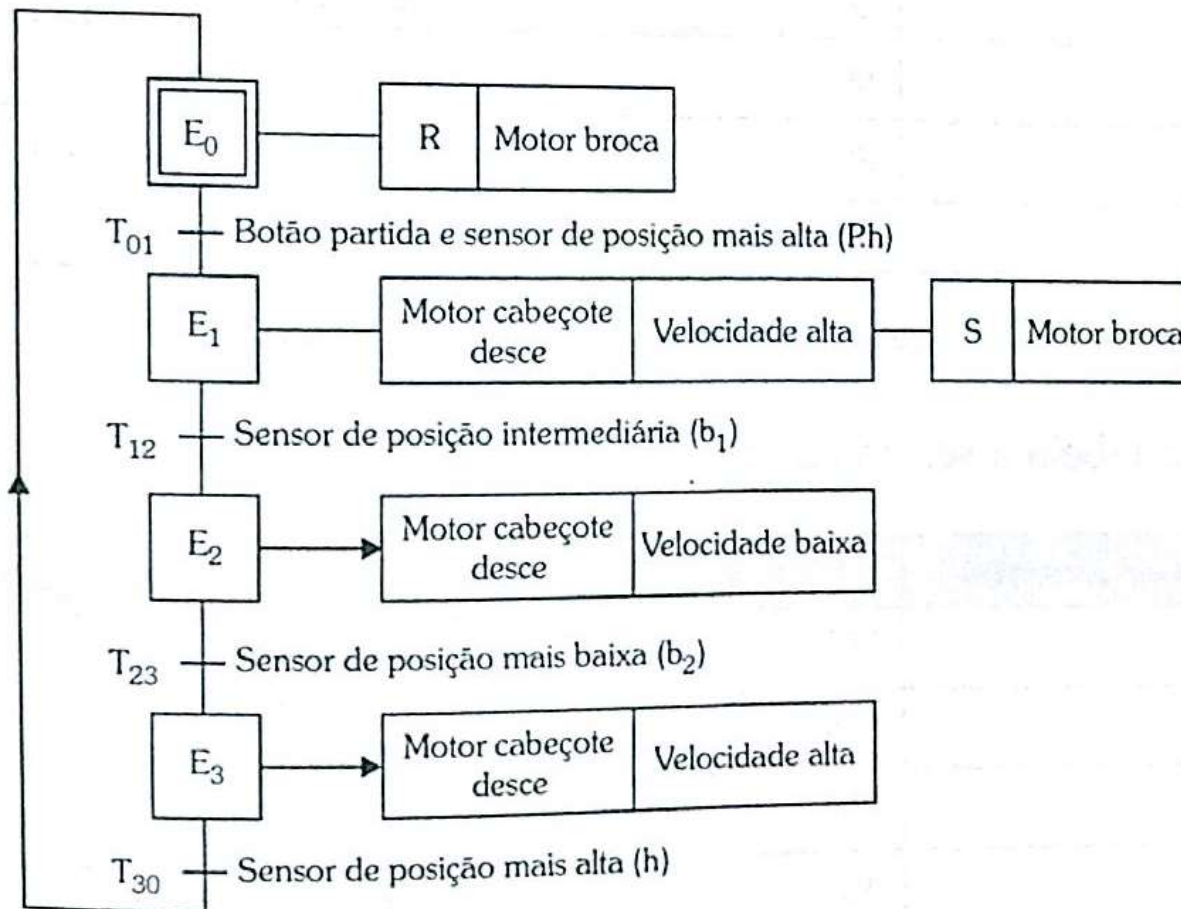


Figura 11.17 - Furadeira de bancada automática.

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- GRACEFT NIVEL 1



EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- TABELAS DE ASSOCIAÇÃO

- ♦ Uma para as receptividades (entradas);
- ♦ Uma para as transições;
- ♦ Uma para as etapas;
- ♦ Uma para as ações (saídas) associadas às etapas.

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

Nível comportamental	Nível tecnológico	Descrição
P	I1	Botão de partida
h	I2	Sensor da posição mais alta
b ₁	I3	Sensor da posição intermediária
b ₂	I4	Sensor da posição mais baixa
fs	M1	First scan

Tabela 11.1 - Receptividades (entradas).

- TABELAS DE ASSOCIAÇÃO

Nível comportamental	Nível tecnológico	Descrição
T ₀₁	M7	Transição entre as etapas 0 e 1
T ₁₂	M8	Transição entre as etapas 1 e 2
T ₂₃	M9	Transição entre as etapas 2 e 3
T ₃₀	MA	Transição entre as etapas 3 e 0

Tabela 11.2 - Transições.

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

Nível comportamental	Nível tecnológico	Descrição
E ₀	M3	Etapa 0
E ₁	M4	Etapa 1
E ₂	M5	Etapa 2
E ₃	M6	Etapa 3

Tabela 11.3 - Etapas.

- TABELAS DE ASSOCIAÇÃO

Nível comportamental	Nível tecnológico	Descrição
Motor cabeçote desce	Q1	Motor cabeçote desce
Velocidade alta	Q2	Velocidade alta
Velocidade baixa	Q3	Velocidade baixa
Motor cabeçote sobe	Q4	Motor cabeçote sobe
Motor broca	Q5	Motor da broca

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- GRAFCET NÍVEL 2

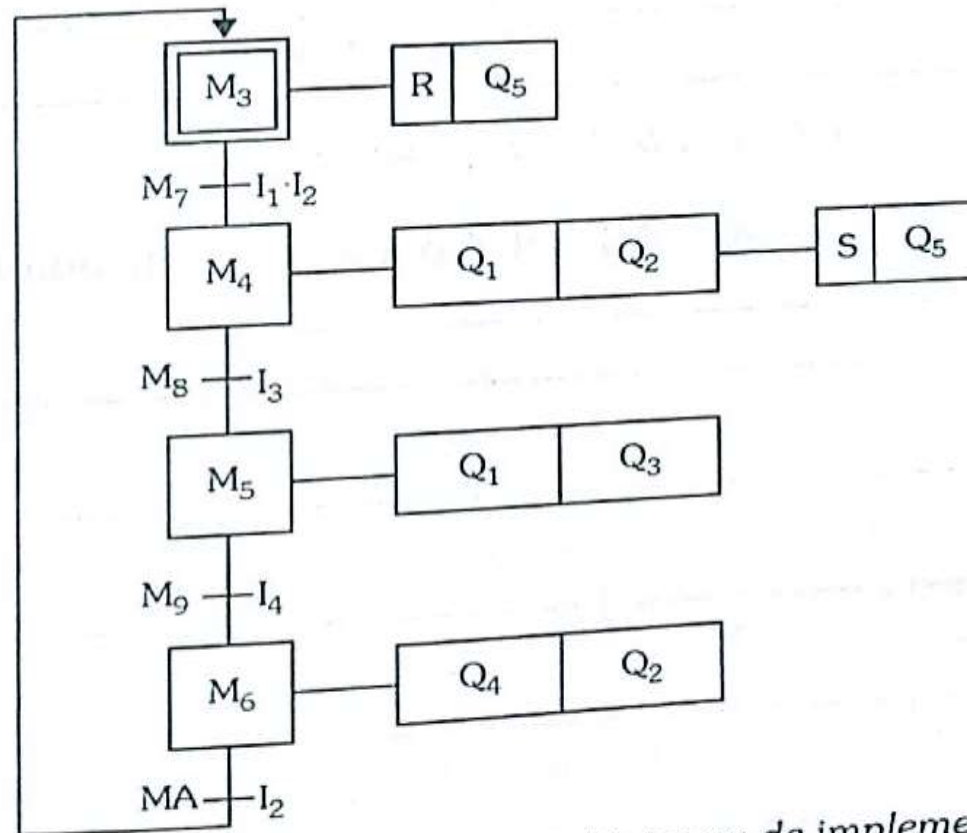


Figura 11.19 - Grafcet nível 2 (tecnológico ou de implementação).

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

1. **Ativação da etapa inicial** mediante o bit de início de varredura (*first scan*). Esse bloco só será executado uma vez.
2. **Detecção de bordas** (neste caso especificamente não temos ações impulsioneis).
3. **Transições.** O cálculo das transições com base no estado atual e nas receptividades.
4. **Etapas.** Desativação/ativação das etapas anteriores/posteriores às transições disparadas.
5. **Ações.** Ativação das ações associadas às etapas.

Na Tabela 3.5 encontram-se as equações de implementação no nível comportamental e seu equivalente, nível tecnológico.

Nível comportamental	Nível tecnológico
$T_{01} = E_0 . P . h$	$M7 = M3 . I1 . I2$
$T_{12} = E_1 . b1$	$M8 = M4 . I3$
$T_{23} = E_2 . b2$	$M9 = M5 . I4$
$T_{30} = E_3 . h$	$MA = M6 . I2$

- LADDER

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

A implementação dos passos 4.1 a 4.3 pode ser verificada na Figura 11.20.

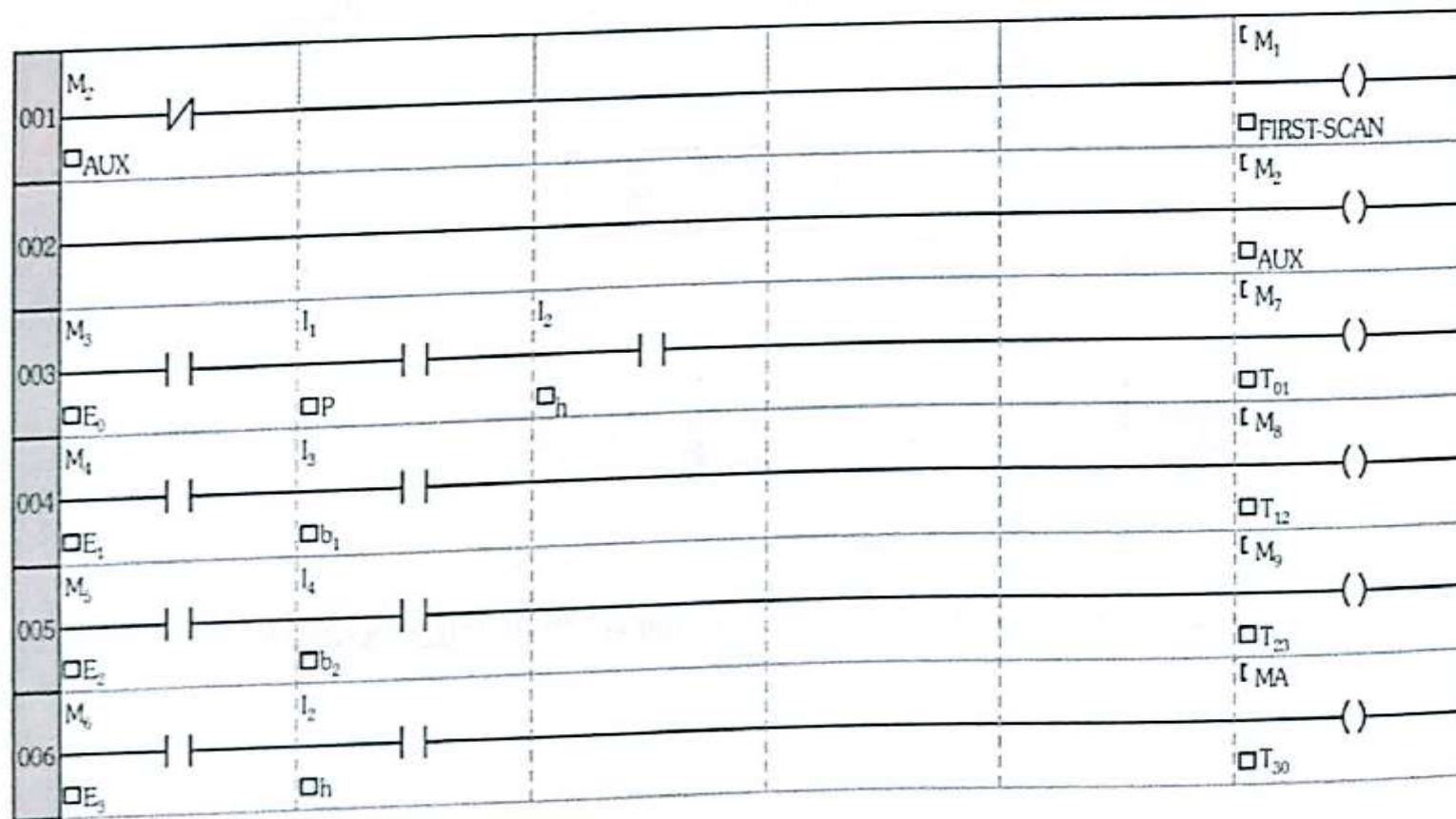


Figura 11.20 - Implementação das equações de transições (mais first scan).

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER

acompanhe a

1. *Set*(E0)
2. *Reset*(E0)
3. *Set*(E1)
4. *Reset*(E1)
5. *Set*(E2)
6. *Reset*(E2)
7. *Set*(E3)
8. *Reset*(E3)

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER: SET (E0)

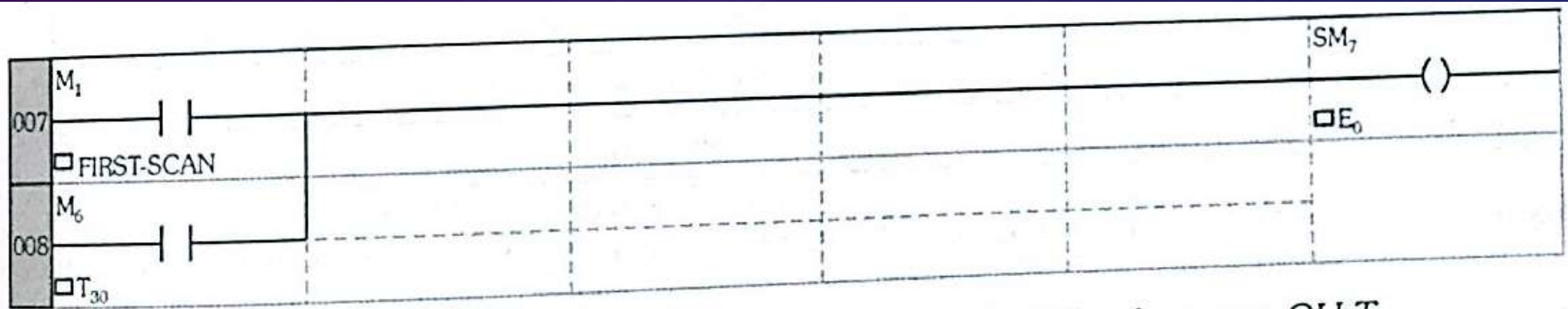


Figura 11.21 - Implementação da função lógica: Set-E0 = first scan OU T_{30} .

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER: SET (E0)

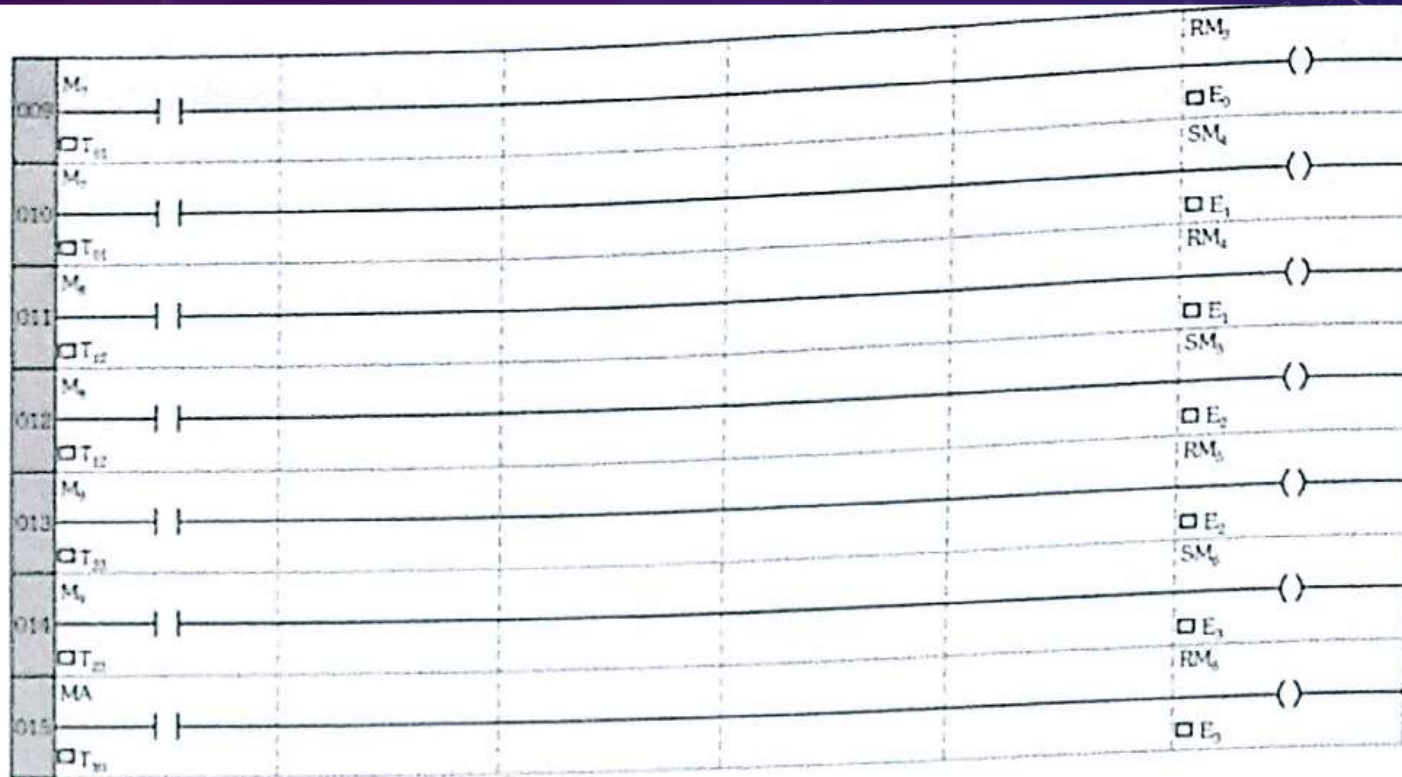


Figura 11.22 - Implementação da seção de etapas.

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER: SET (E0)



Figura 11.22 - Implementação da seção de etapas.

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER: SET (E0)

Nível comportamental	Nível tecnológico
Desce = $E_1 + E_2$	$Q1 = M4 + M5$
Sobe = E_3	$Q4 = M6$
Veloc. baixa = E_2	$Q3 = M5$
Veloc. alta = $E_1 + E_3$	$Q2 = M4 + M6$
Set motor broca = E_1	$SQ5 = M4$
Reset motor broca = E_0	$RQ5 = M3$

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER: SET (E0)

Nível comportamental	Nível tecnológico
Desce = $E_1 + E_2$	$Q1 = M4 + M5$
Sobe = E_3	$Q4 = M6$
Veloc. baixa = E_2	$Q3 = M5$
Veloc. alta = $E_1 + E_3$	$Q2 = M4 + M6$
Set motor broca = E_1	$SQ5 = M4$
Reset motor broca = E_0	$RQ5 = M3$

EXEMPLO: FURADEIRA VERTICAL

- LADDER:

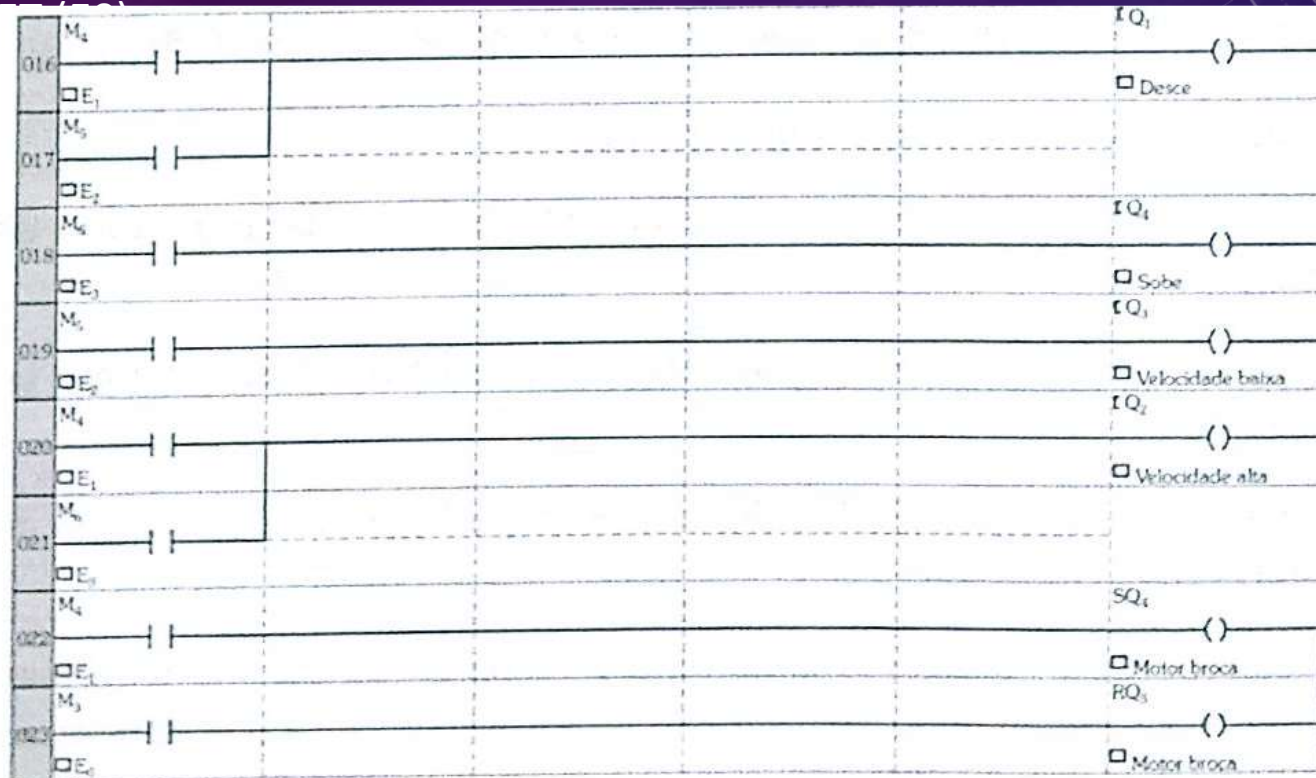


Figura 11.23 - Implementação das ações associadas às etapas.

TAREFA

Considere o sistema mostrado na Figura 11.24, o qual é composto por um cilindro de dupla ação com três sensores: S (posição inicial), C (centro) e D (direita). Também existem dois botões de contato momentâneo, LC e LD.

Seu funcionamento é o seguinte: ao pressionar o botão LC, o cilindro desloca-se até encontrar o sensor C, quando então retorna à posição inicial (S).

Se o botão LD for pressionado depois de um segundo, o cilindro deve se deslocar até encontrar o sensor D e retornar para a posição inicial (S). Se forem pressionados simultaneamente os botões LC e LD, a prioridade é o botão LC.

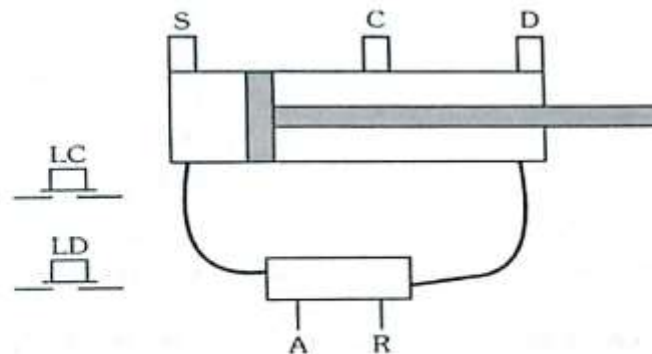


Figura 11.24 - Cilindro de dupla ação.