

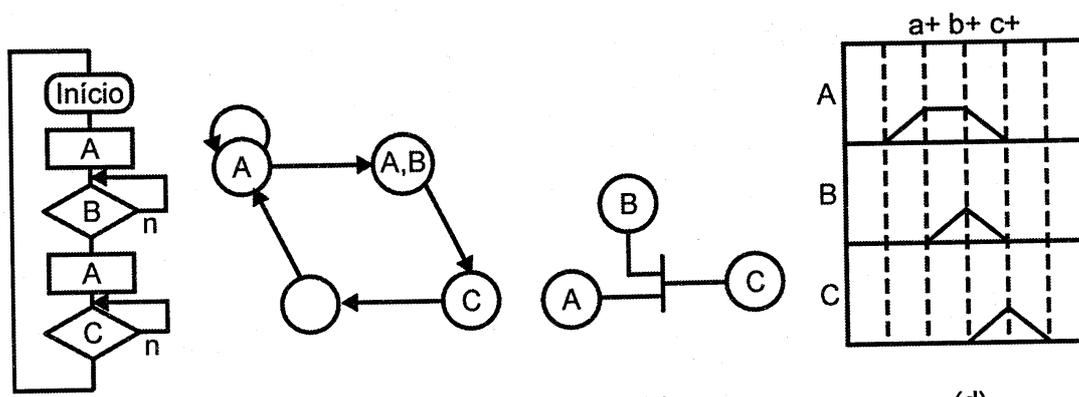
# O Grafcet e a programação de lógica seqüencial em CLPs

## 1) Introdução

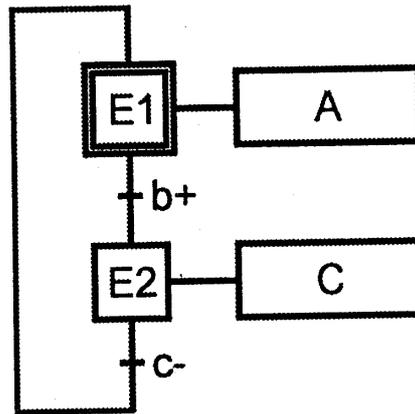
Em problemas nos quais as ações de comando são seqüenciais ou então tempo dependentes, a modelagem lógica, representada unicamente com diagrama de relés pode ser difícil de se obter.

Técnicas utilizadas para descrever comportamentos seqüenciais:

- Fluxogramas
- Diagrama de estado (autômatos)
- Redes de Petri
- Diagramas de Trajeto e Passo (acionamentos pneumáticos)
- Grafcet
- Outros formalismos



Grafcet – Gráfico Funcional de Comandos Etapa-Transição



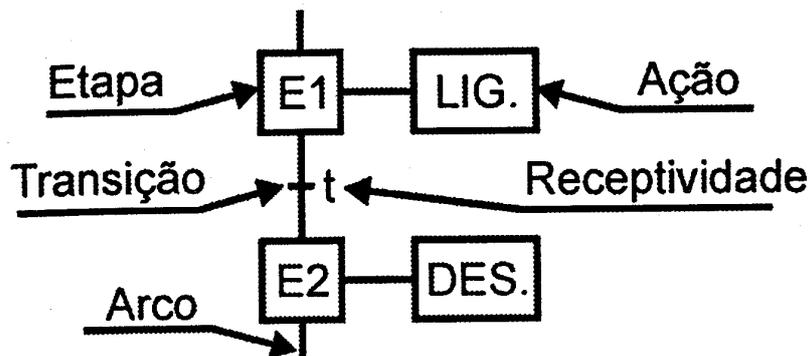
Características do Grafcet:

- Facilidade de interpretação
- Modelagem do seqüenciamento
- Modelagem de funções lógicas
- Modelagem da concorrência
- Origem na França nos meados dos anos 70
- Norma IEC 848 (norma francesa NF C03-190)
- Fabricantes de CLP adotam o Grafcet como linguagem de programação
- Também denominado SFC (Sequential Functional Charts)

## 2) Descrição do Grafcet

Representação gráfica do comportamento da parte de comando de um sistema automatizado.

Elementos de um Grafcet: etapas, transições, arcos, receptividade, ações e regras de evolução.



## 2.1) Etapa

Uma etapa é um estado no qual o comportamento do circuito de comando não se altera frente a entradas e saídas.

Em um dado instante uma etapa pode estar ativa ou inativa.

O conjunto de etapas ativas num determinado instante determina a situação em que se encontra o Grafcet.

Etapa inicial é a etapa que se torna ativa logo após início do funcionamento do Grafcet.

## 2.2) Transição

Representada graficamente por traços nos arcos orientados que ligam etapas, a significar a evolução do Grafcet de uma situação para outra.

Em um dado instante, uma transição pode estar válida ou não.

Uma transição está válida quando todas as etapas imediatamente precedentes estiverem ativas.

A passagem de uma situação para outra só é possível com a validade de uma transição, e se dá com a ocorrência da transição.

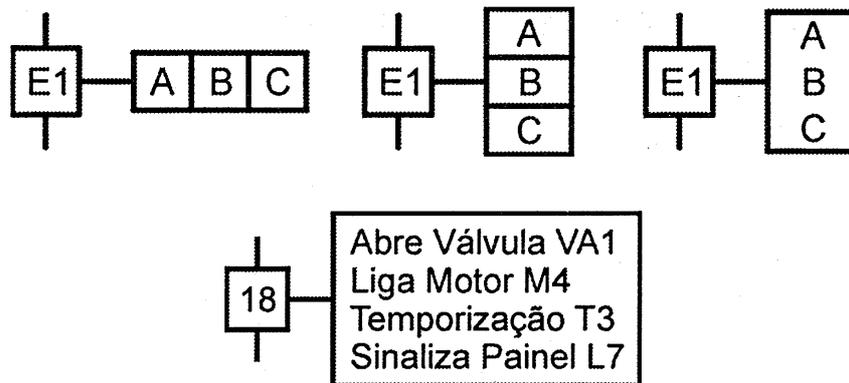
### 2.3) Arcos orientados

Indicam a seqüencialização do Grafcet pela interligação de uma etapa a uma transição e desta a outra etapa.

O sentido convencional é de cima para baixo, quando não for o caso, deve-se indicá-lo.

### 2.4) Ação

As ações representam os efeitos que devem ser obtidos sobre os mecanismos controlados em uma determinada situação (“o que deve ser feito”). Representam também ordens de comando (“como deve ser feito”).

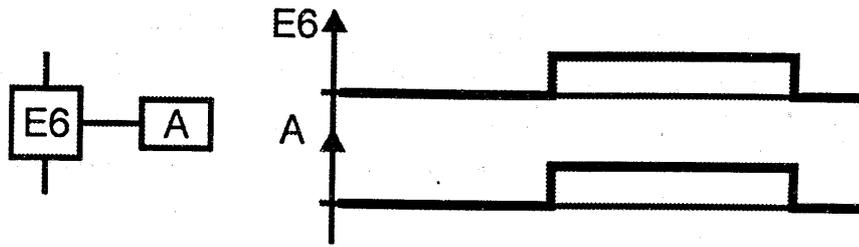


As ordens de comando contidas em ações atuam sobre

- Elementos físicos do mecanismo controlado
- Elementos auxiliares do comando
- Interfaces homem-máquina

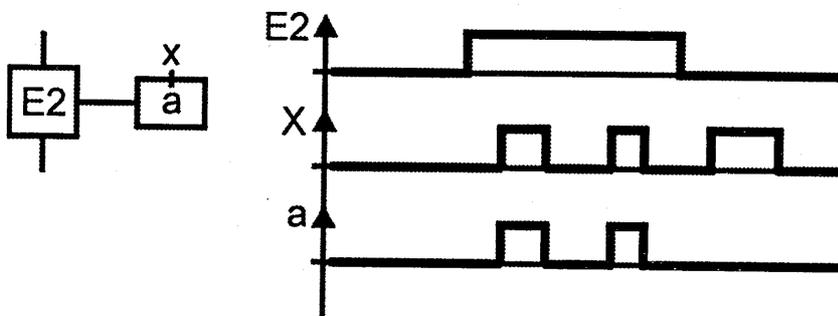
Uma ação pode conter ordens de comando do tipo: contínua, condicional, memorizada, com retardo, limitada no tempo e impulsional.

a) Ordem contínua



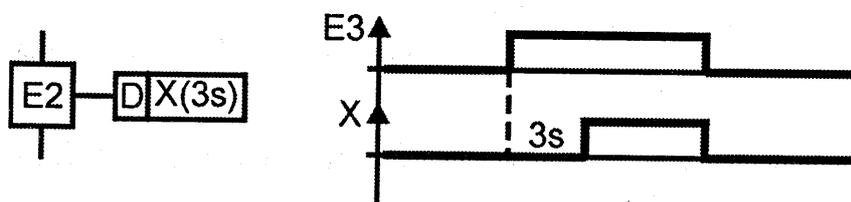
Tipo de ordem de comando cuja emissão depende da ativação da etapa a qual estiver associada.

b) Ordem condicional



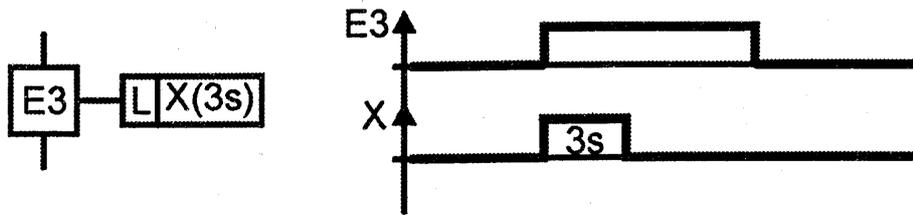
Tipo de ordem de comando cuja emissão além da ativação da etapa associada, depende de uma outra condição lógica a ser satisfeita.

c) Com retardo



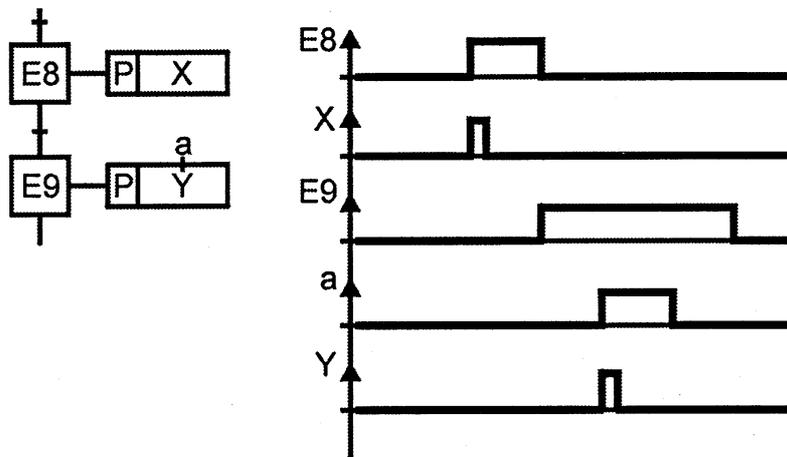
Trata-se do caso particular de ordem condicional em que a dependência é associada a um retardo de tempo.

d) Limitada no tempo



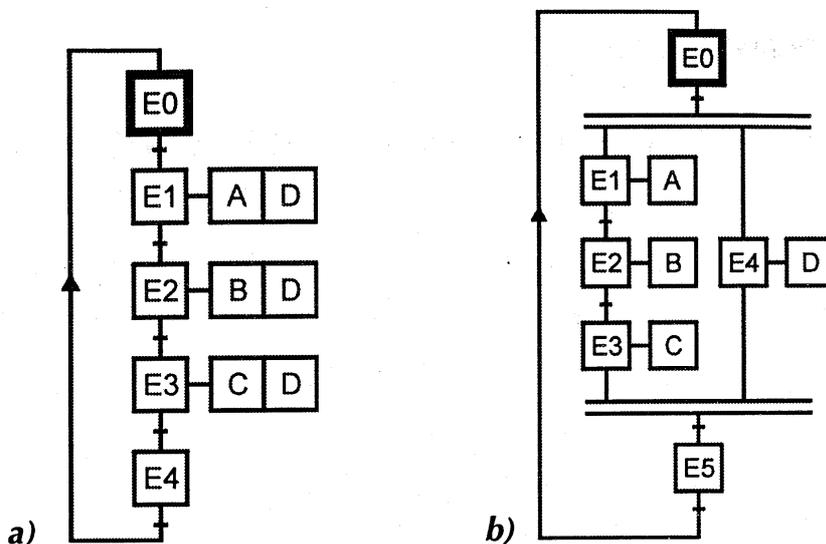
A ordem é emitida logo após a ativação da etapa, porém com duração limitada a um valor de tempo específico.

e) Impulsional

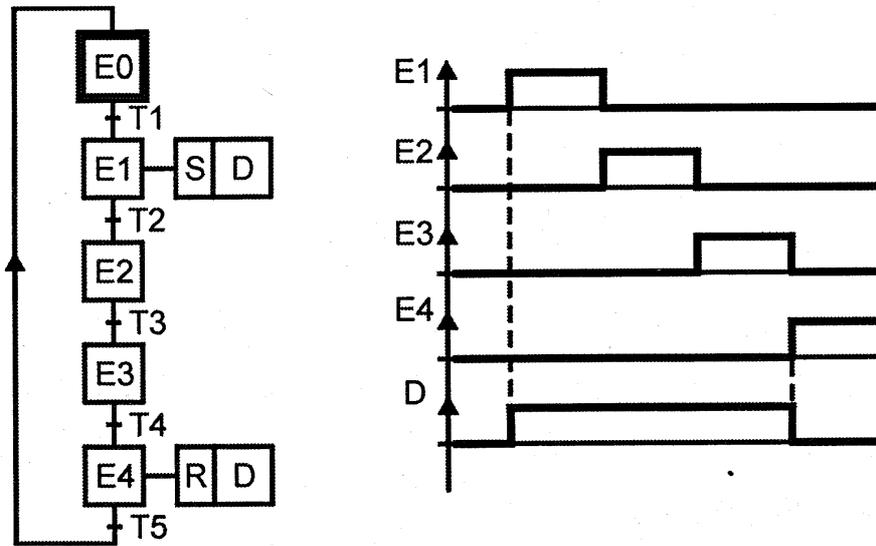


Semelhante à limitada, mas com tempo de duração “infinitesimalmente” pequeno (corresponde ao ciclo de varredura do CLP comum).

f) Em diversas etapas



## g) Memorizada



Ação específica para ligar (SET) e outra para desligar (RESET).

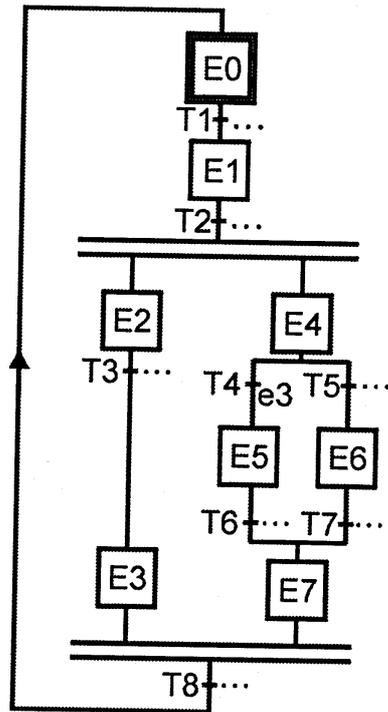
## 2.4) Receptividade

É a função lógica combinacional associada a cada transição.

Quando em estado lógico verdadeiro, irá habilitar a ocorrência de uma transição válida.

Uma receptividade é associada a:

- Variáveis lógicas oriundas de sinais de entrada do sistema
- Variáveis internas de controle
- Resultado da comparação de contadores e temporizadores
- Informação do estado de uma outra etapa
- Condicionada a uma determinada situação do Grafcet

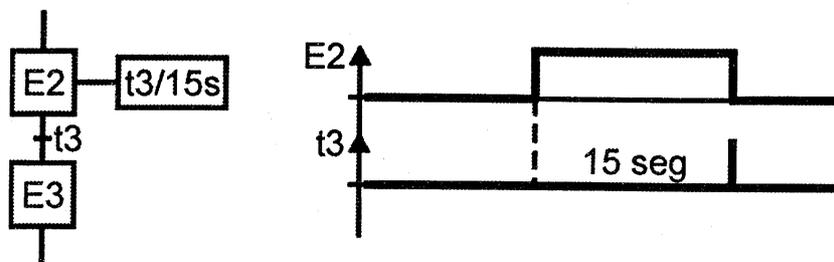


Uma receptividade também pode estar associada ao sentido de comutação de uma variável lógica, seja pela borda de subida, seja pela borda de descida.

Duas ou mais receptividades podem ocorrer ao mesmo tempo se forem correlatas.

Problema da simultaneidade de receptividades correlatas e sistemas com ciclos de varredura grande quando comparado com os tempos de transição do sistema.

Exemplo de receptividade associada à temporização:



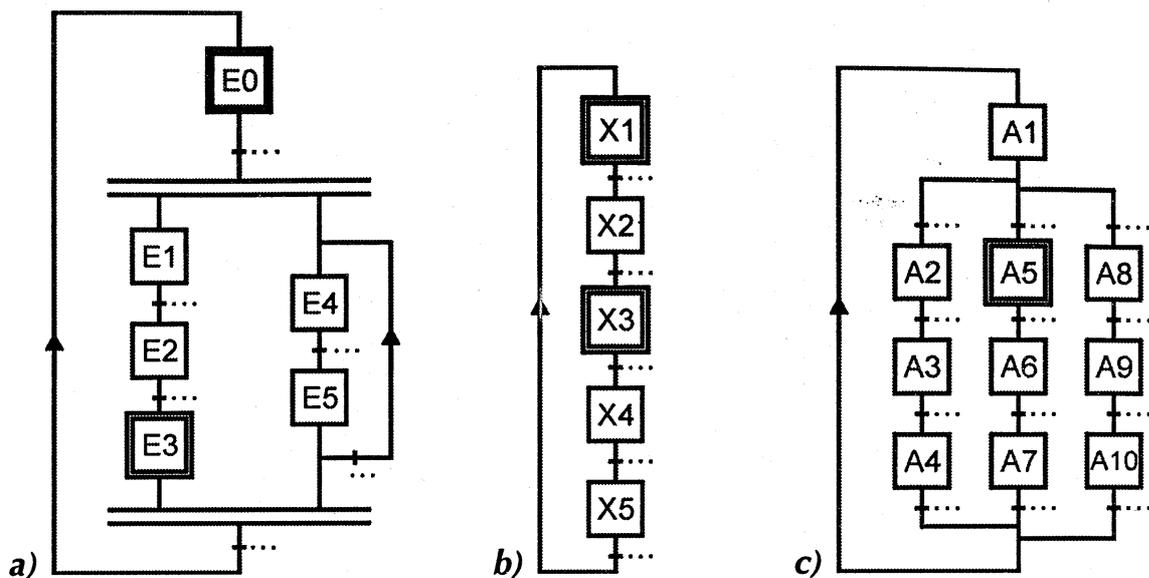
### 3) Comportamento dinâmico do Grafset

### 3.1) Situação inicial

Conjunto de etapas que devem estar ativas quando do início do funcionamento do sistema de comando.

Composta de pelo menos uma etapa.

Simbologia para uma situação inicial.



Pode conter ações de inicialização do sistema.

Pode incluir etapas que se tornem ativas ciclicamente.

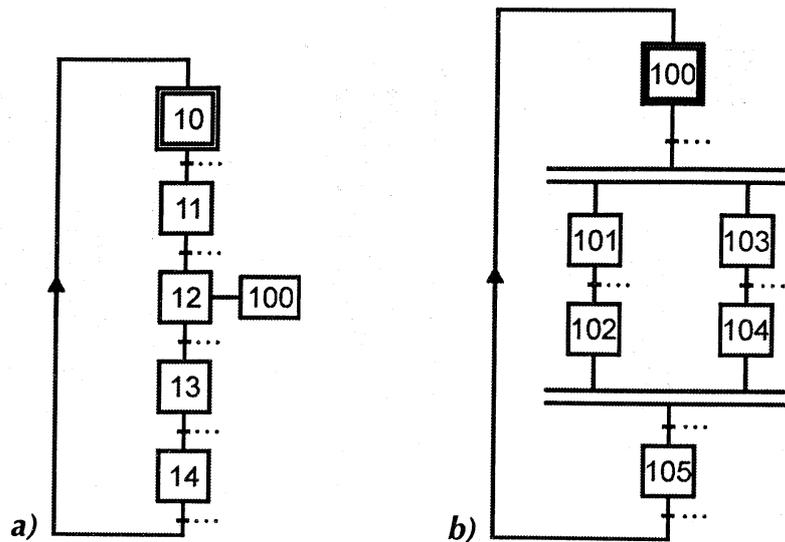
### 3.2) Estados do sistema de comando

Desenergizado

Energizado e inoperante

Energizado e operante

Exemplo de início de operação de um Grafcet comandado por outro Grafcet.



### 3.3) Evolução entre situações

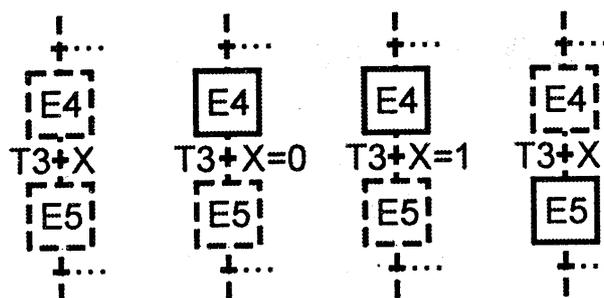
A evolução de um Grafset de uma situação a outra corresponde à ocorrência de uma transição.

Uma transição ocorre quando

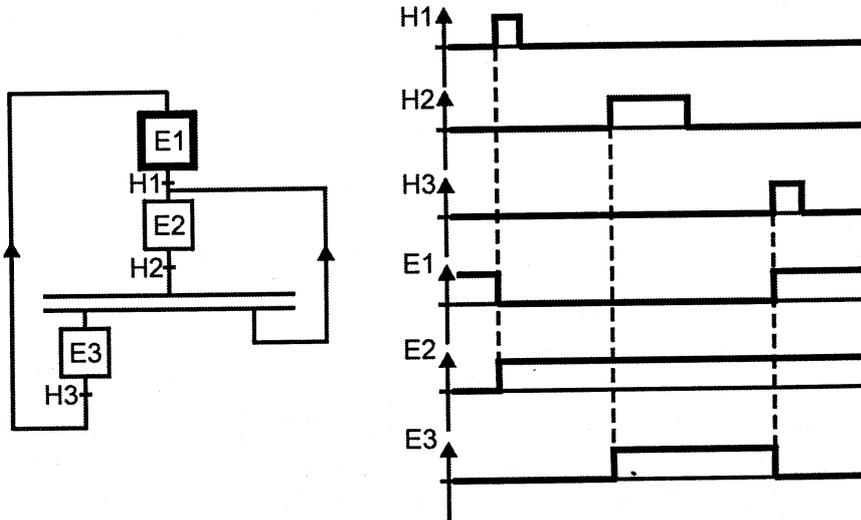
- Estiver válida e
- A receptividade associada estiver verdadeira.

A ocorrência de uma transição possui tempo de duração impulsional (ciclo de varredura no CLP comum).

Na ocorrência de uma transição, ocorre a desativação de todas as etapas imediatamente precedentes, e a ativação de todas as etapas imediatamente seguintes.



Particularidade: se uma mesma etapa estiver em condições de ser simultaneamente ativada e desativada, ela permanece ativada.

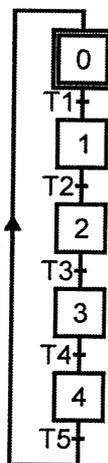


#### 4) Estrutura seqüencial

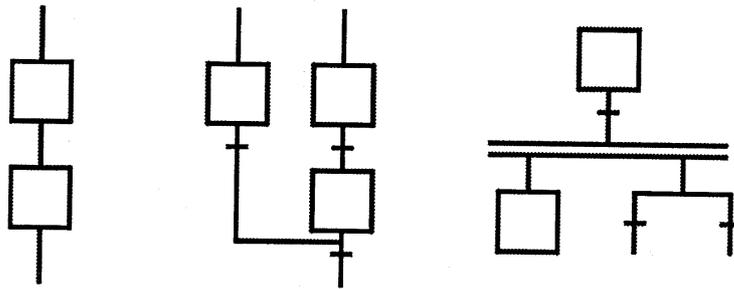
##### 4.1) Seqüência única

Uma cadeia de etapas e transições dispostas de forma linear.

Uma etapa é seguida de apenas uma transição, e uma transição é seguida de apenas uma etapa.

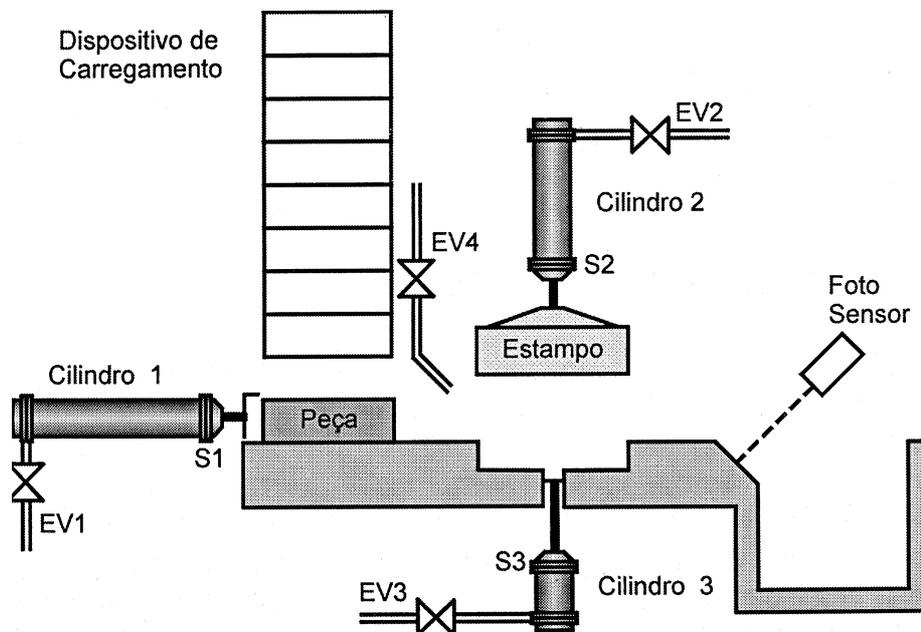


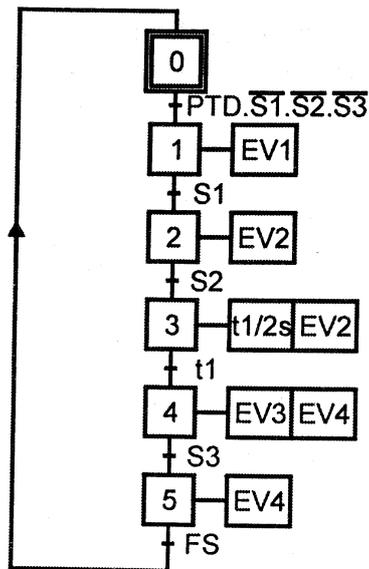
Grafismos em seqüências únicas:



Exemplo – Máquina de estampar peças

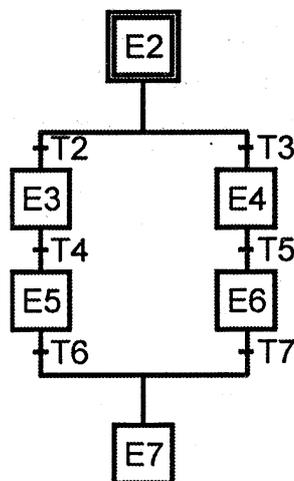
Elabore um Grafcet para a máquina de estampar peças descrita a seguir.





#### 4.2) Seleção entre seqüências

Ocorrência de situações em que uma determinada seqüência deve ser executada no lugar de outras.



Divergência seletiva ou divergência em OU.

Uma divergência seletiva é precedida por uma etapa e sucedida por seqüências iniciadas por transições.

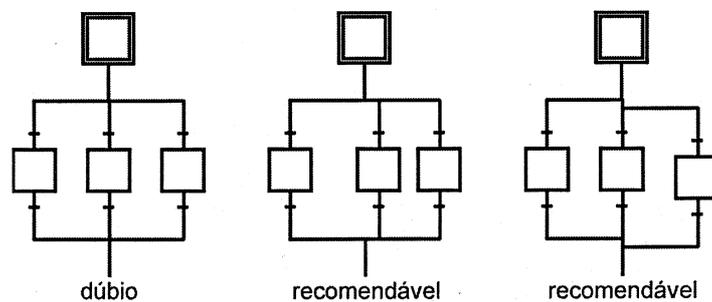
É recomendável que as transições numa divergência seletiva sejam receptivas e possuam condições lógicas mutuamente exclusivas entre si.

Regra de interpretação do Grafcet: a seqüência situada mais à esquerda terá prioridade de execução.

Convergência seletiva ou convergência em OU: retorno do Grafcet a uma estrutura linear.

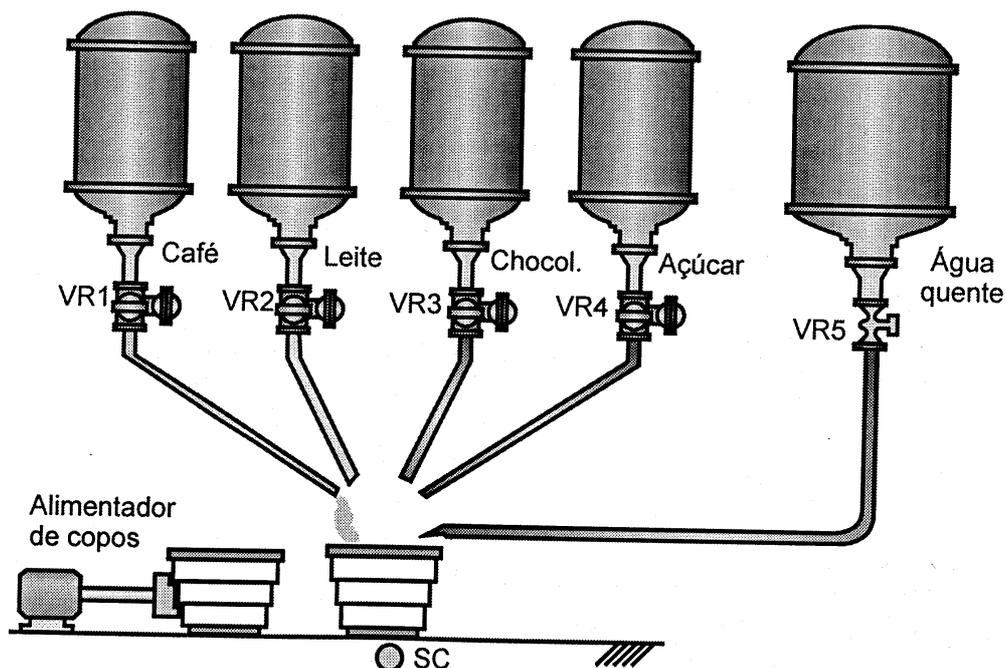
Uma convergência seletiva é sucedida por uma etapa e precedida por seqüências finalizadas por transições.

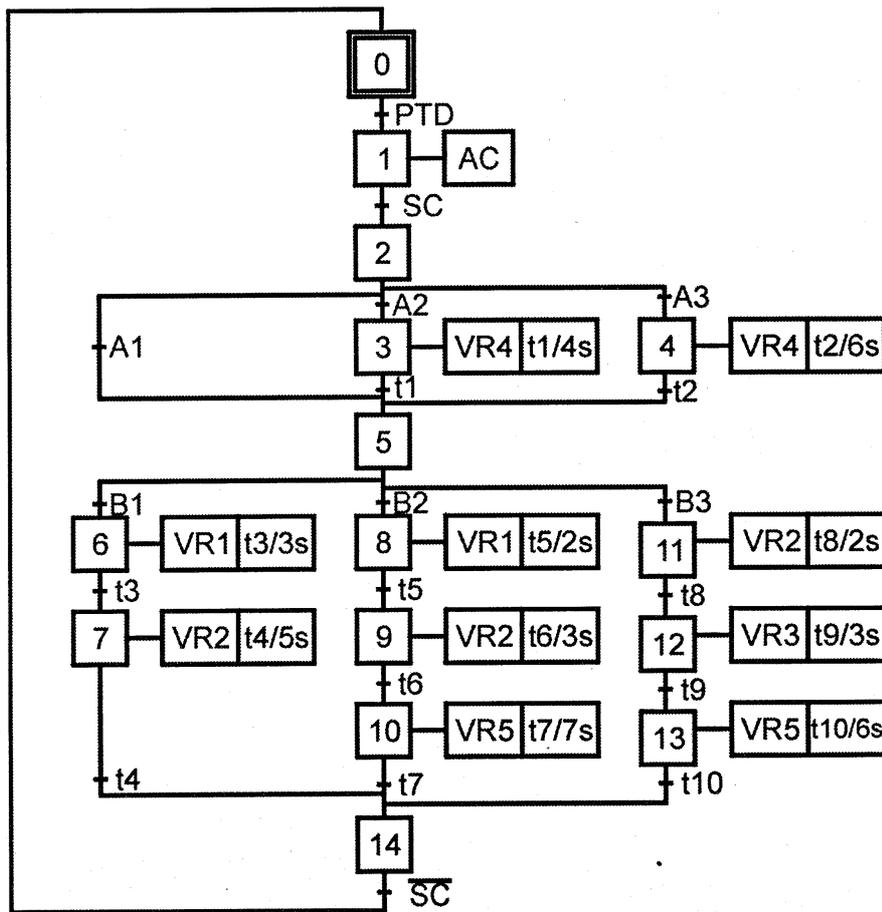
Ambigüidades gráficas em divergências e convergências seletivas:



Exemplo – Máquina dispensadora de bebidas quentes.

Projetar o Grafcet para controle da máquina dispensadora de bebidas quentes descrita a seguir.

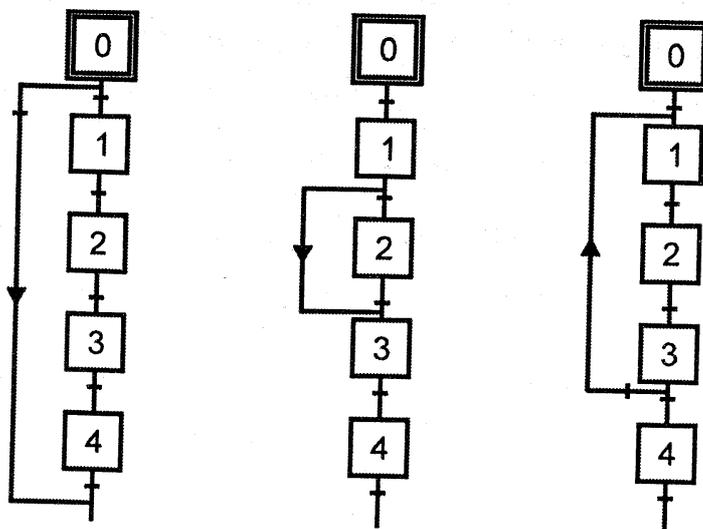




### 4.3) Casos particulares de seleção entre seqüências

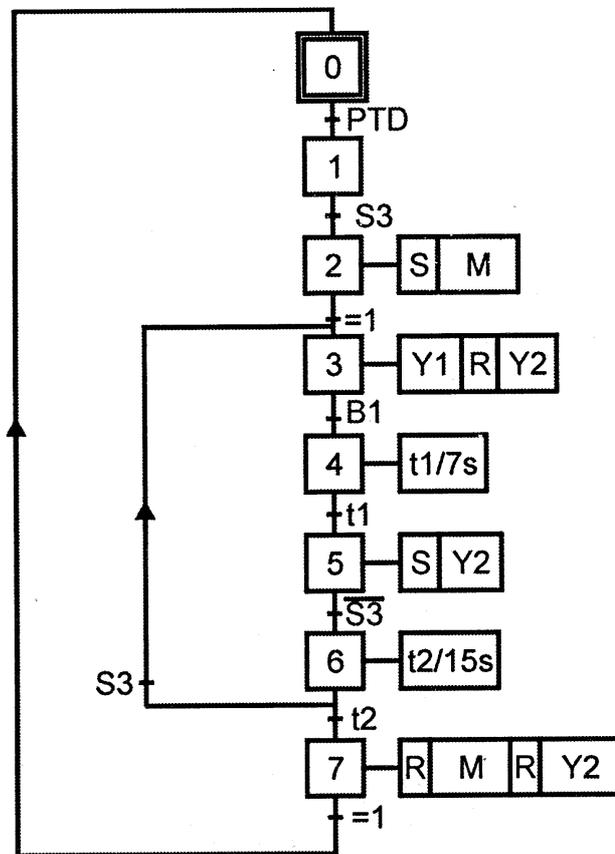
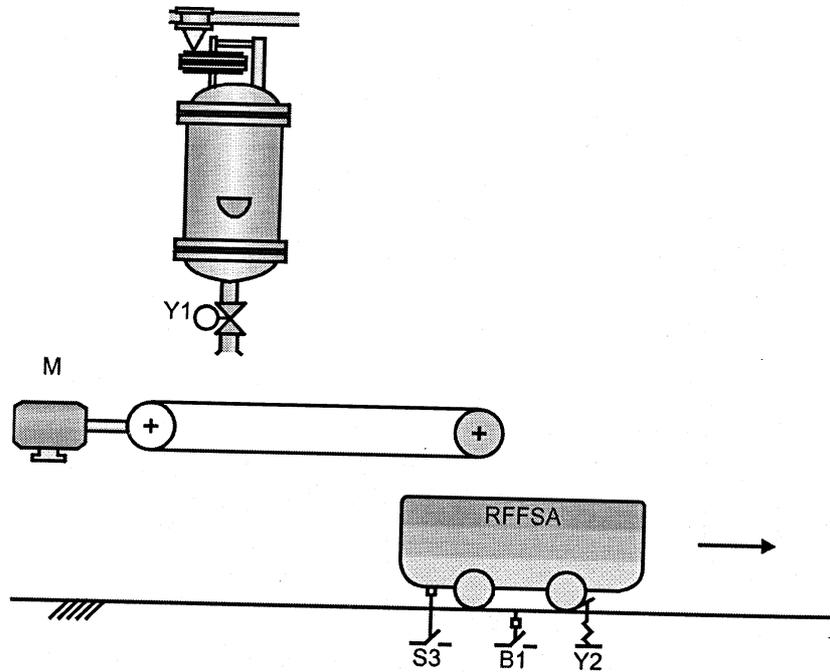
Salto de seqüência

Repetições



## Exemplo – Sistema de carregamento de vagões

Projete o Grafcet para o sistema de carregamento de vagões descrito a seguir.



#### 4.4) Paralelismo e Sincronicidade

Quando duas ou mais seqüências devem ser executadas ao mesmo tempo.

[Figura4-31]

Divergência simultânea ou divergência em E.

Uma divergência simultânea é precedida por uma transição e sucedida por seqüências iniciadas por etapas.

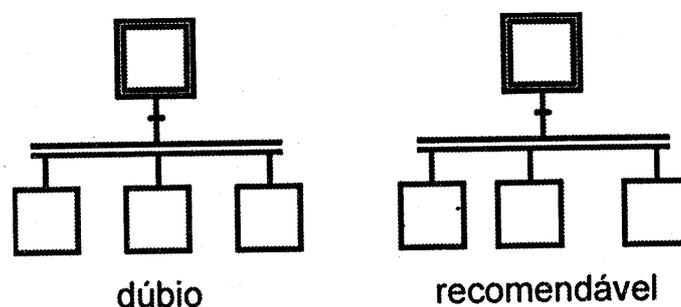
Convergência simultânea ou convergência em E: retorno do Grafcet a uma estrutura linear.

Uma convergência simultânea é sucedida por uma transição e precedida por seqüências terminadas por etapas.

O paralelismo só é encerrado quando todas as suas seqüências estiverem concluídas (sincronicidade).

¿Poderia haver uma divergência simultânea não terminando numa convergência simultânea em um Grafcet?

Grafismos em divergências e convergências simultâneas:



Exemplo – célula de manufatura com mesa circular

Projete o Grafcet para controle de uma célula de manufatura com mesa circular descrita a seguir.

