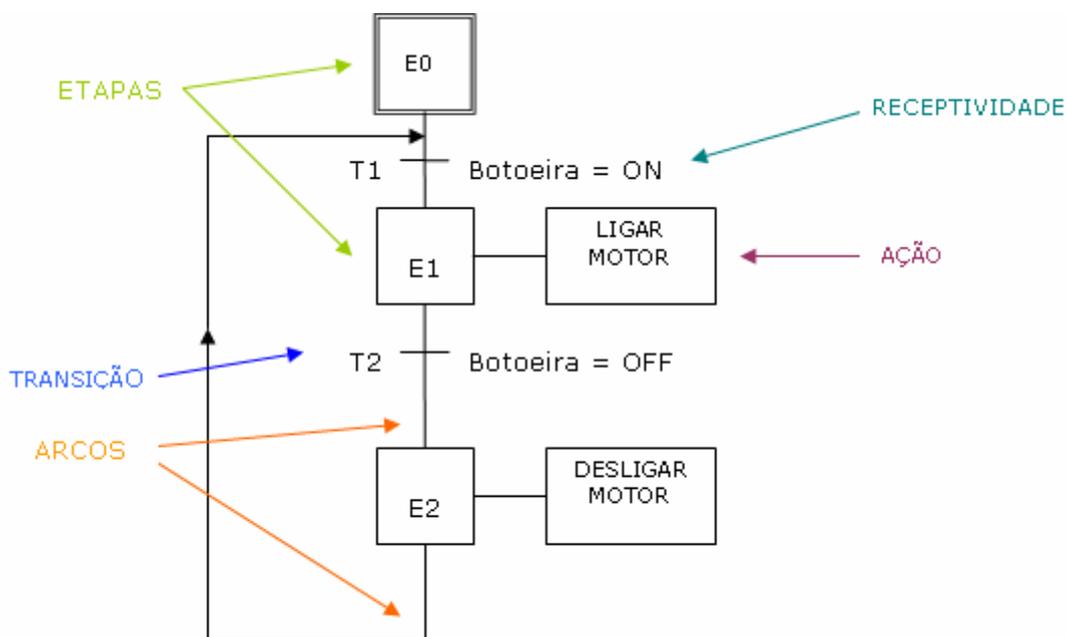


GRAF CET (Norma IEC 848)

O grafcet, também conhecido como SFC (Sequential Functional Charts), é uma representação gráfica da parte de comando de um sistema automatizado, e é utilizado para desenvolver acionamentos seqüenciais ou dependentes do tempo.

Atualmente o Grafcet é adotado por alguns fabricantes de CLP como linguagem direta de programação. Para CLP's que não possuem essa característica, o Grafcet pode ser traduzido para Ladder tornando-se assim uma ferramenta para elaboração de comandos seqüências.

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



O grafcet descreve a seqüência em que as ações serão executadas de acordo com sinais de entrada.

Cada ação está associada a uma etapa do grafcet e somente é executada quando a etapa estiver ativa.

As transições controlam a evolução do grafcet, ou seja, a desativação e a ativação das etapas. Cada transição está associada a uma receptividade, ou expressão lógica das variáveis de entrada, que quando verdadeira, causará a desativação da etapa anterior à transição e ativação da etapa posterior.

A ligação entre etapas e transições é realizada por arcos orientados que determinam o sentido de evolução do grafcet.

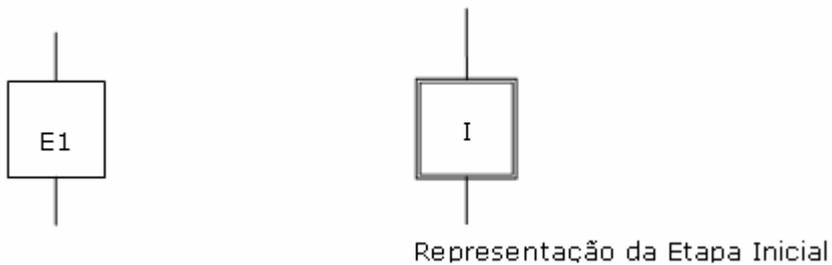
1. ETAPAS

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

Em um determinado 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. TRANSIÇÃO

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

2 etapas nunca podem ser conectadas diretamente entre si, devendo assim ser separadas por uma transição.

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.

3 Arcos orientados

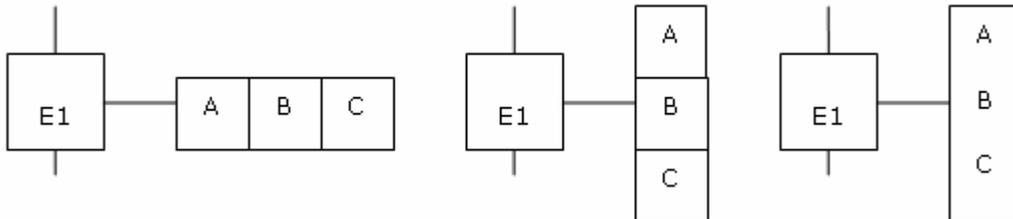
Indicam a seqüência do Grafcet pela interligação de uma etapa a uma transição e desta a outra etapa.

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

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").

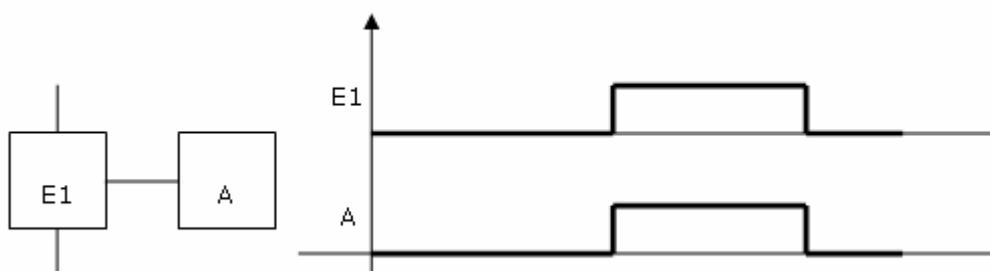


As ordens de comando contidas em ações atuam sobre:

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

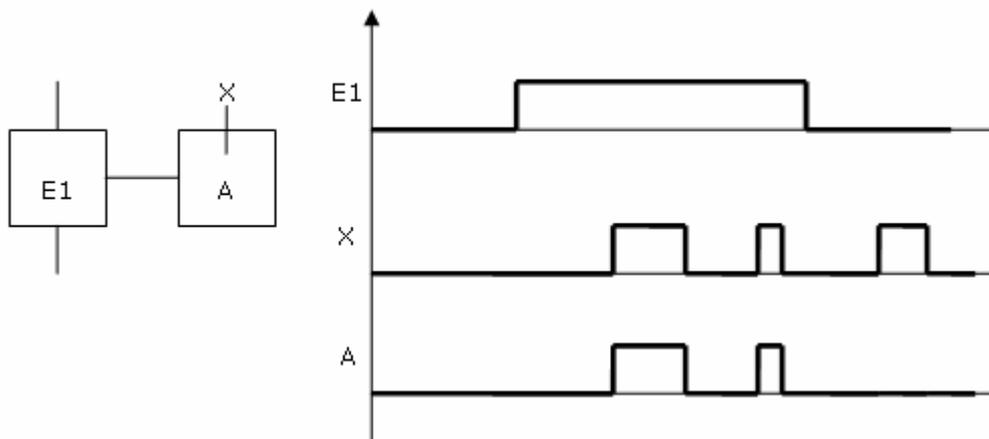
Uma ação pode conter ordens de comando do tipo: contínua, condicional, memorizada, com retardo, limitada no tempo e impulsional.

4.1 Ordem contínua



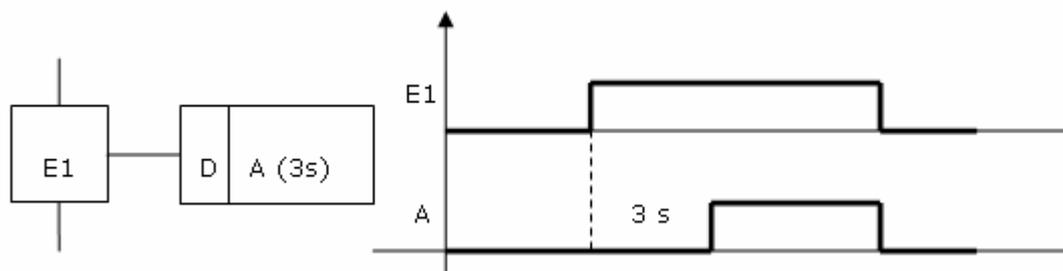
Tipo de ordem de comando cuja emissão depende da ativação da etapa a qual estiver associada, sua duração é o tempo que a etapa, a qual está associada, estiver ativa.

4.2 Ordem condicional



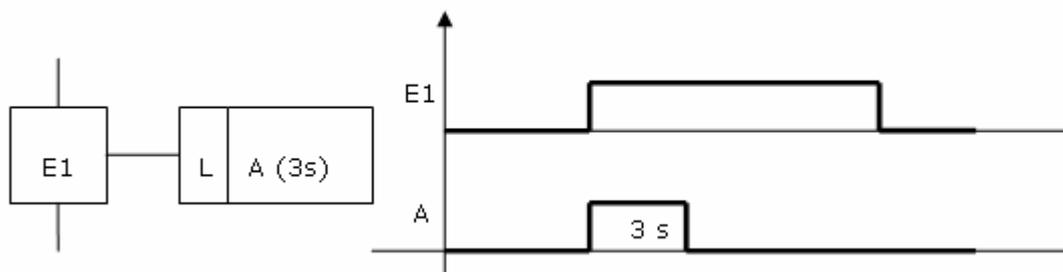
Tipo de ordem de comando cuja emissão além da ativação da etapa associada, depende de uma outra condição lógica a ser satisfeita.

4.3 Com retardo



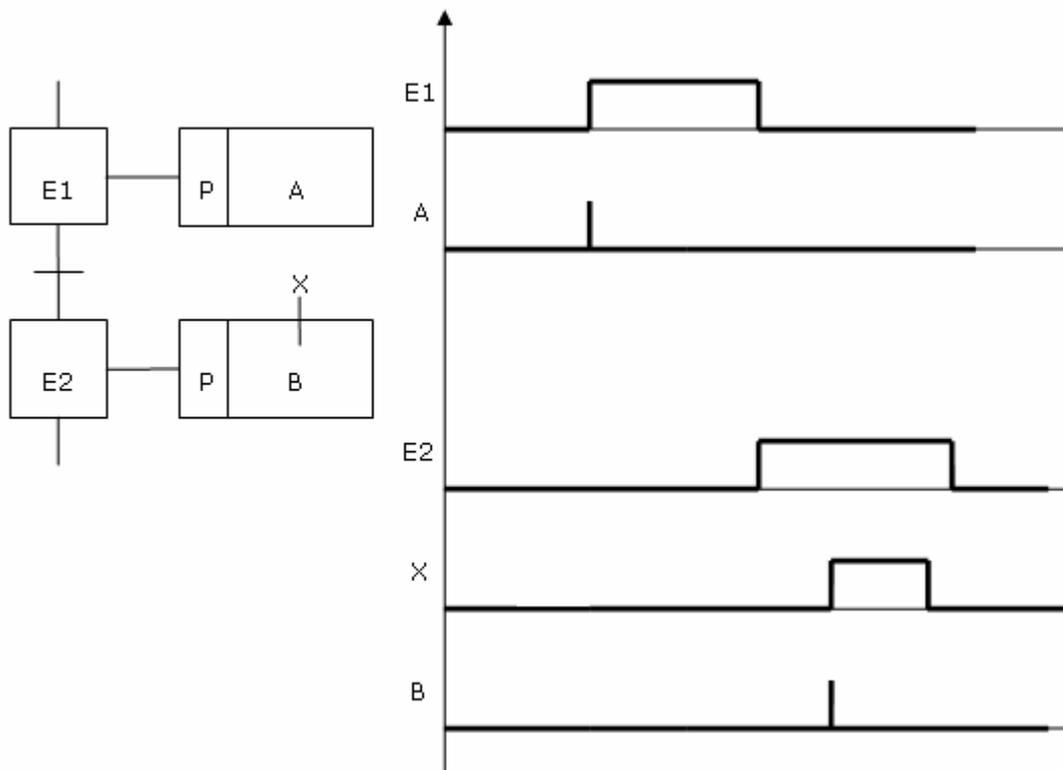
Trata-se do caso particular de ordem condicional em que a dependência é associada a um retardo de tempo após a ativação da etapa. Caso a etapa permaneça ativa por um período menor que o especificado, a ação não é iniciada.

4.4 Limitada no tempo



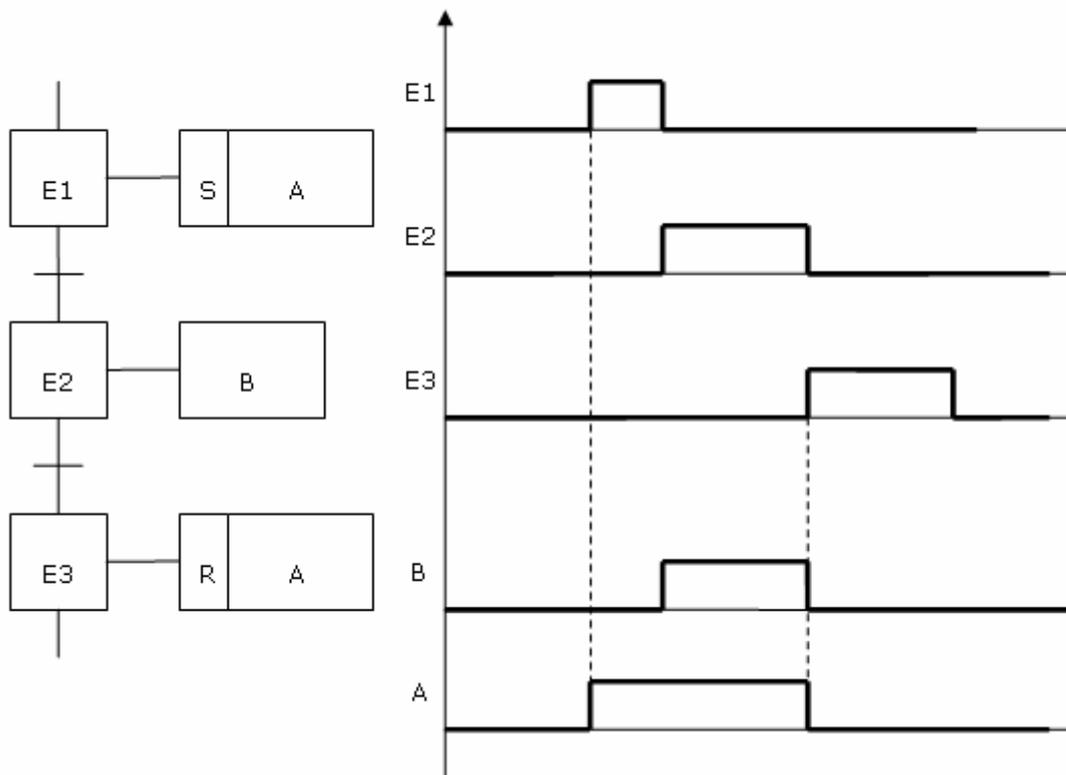
A ordem é emitida logo após a ativação da etapa, porém com duração limitada a um valor de tempo específico.

4.5 Impulsional e Impulsional Condicionada



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

4.6 Memorizada



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

5 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 Grafset

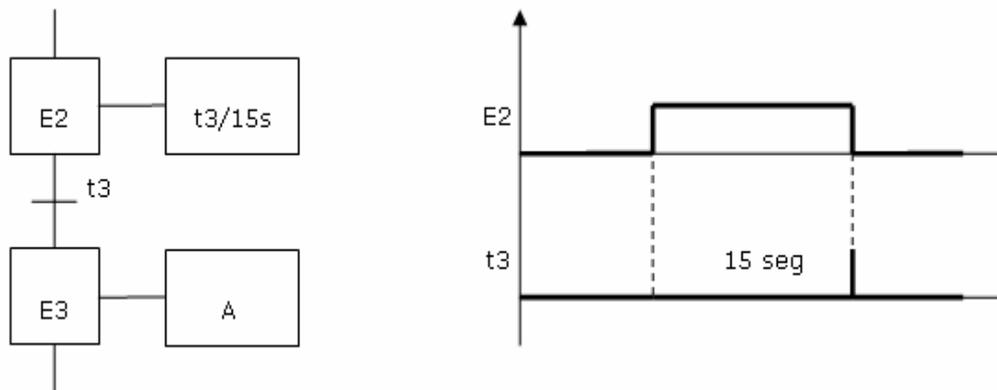
Uma receptividade também pode estar associada ao sentido de comutação de uma variável lógica, seja pela borda de subida, seja pela borda de descida.

Ex:

↑A (borda de subida da variável A)

↓A (borda de descida da variável A)

Exemplo de receptividade associada à temporização:

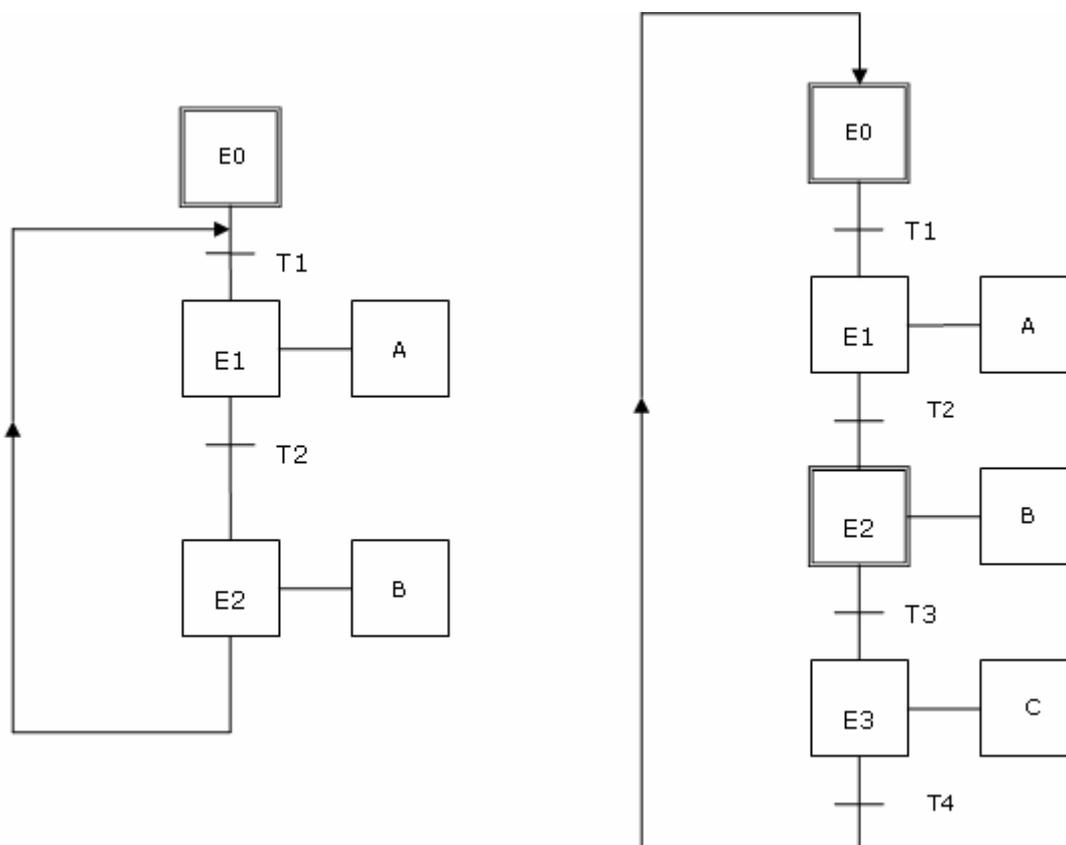


6. Comportamento dinâmico do Grafset

6.1 Situação inicial

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

Composta de pelo menos uma etapa.



7. Evolução entre situações

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

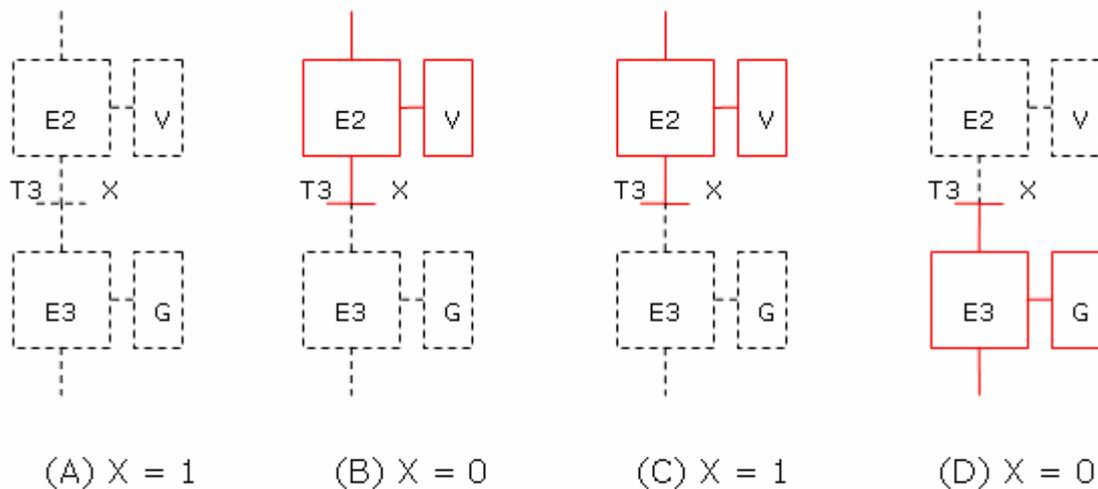
Uma transição ocorre quando:

- Estiver válida e
- A receptividade associada estiver verdadeira.

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

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

Observe a figura abaixo:



No instante A embora a receptividade X seja verdadeira ($X = 1$), a etapa anterior à transição $T3$ não está ativa, dessa forma não ocorre a ativação da etapa $E3$.

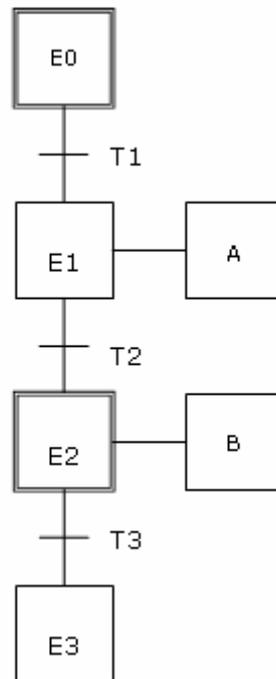
No instante B a etapa $E2$ está ativa, mas a receptividade X é falsa ($X = 0$), dessa forma a etapa $E2$ permanecerá ativa até que a receptividade X associada a transição $T3$ torne-se verdadeira, o que ocorre no instante C. Isto causa uma evolução do grafcet para o estado apresentado no instante D, onde a etapa $E2$ é desativada e $E3$ é ativada.

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

8. Estrutura seqüencial

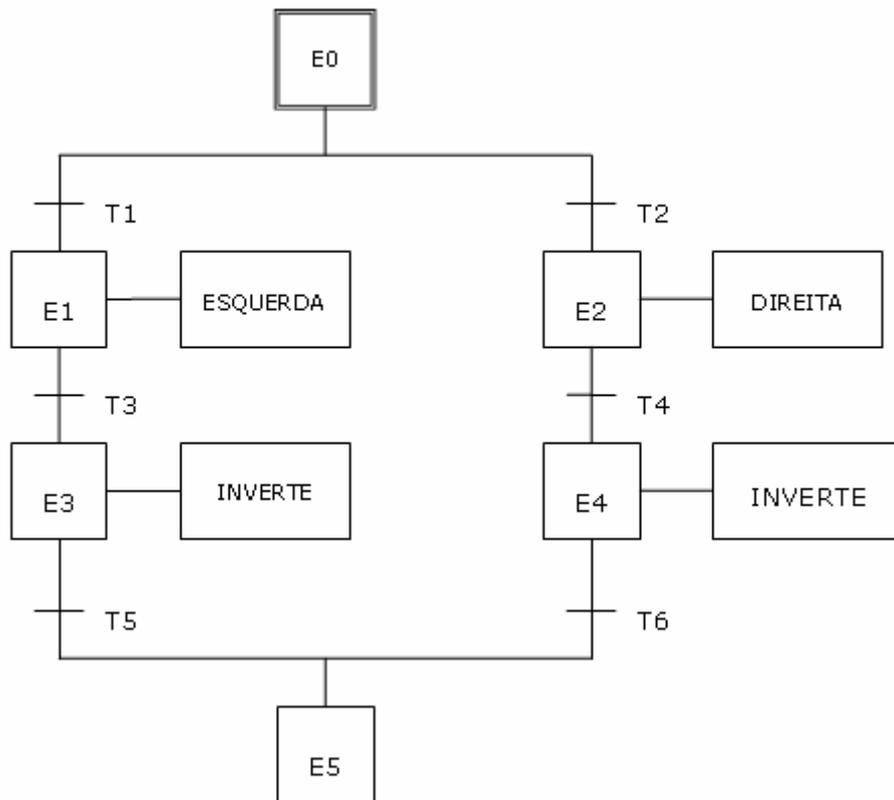
8.1) Seqüência única

Uma cadeia de etapas e transições dispostas de forma linear onde uma etapa é seguida de apenas uma transição, e uma transição é seguida de apenas uma etapa.



8.2) 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.

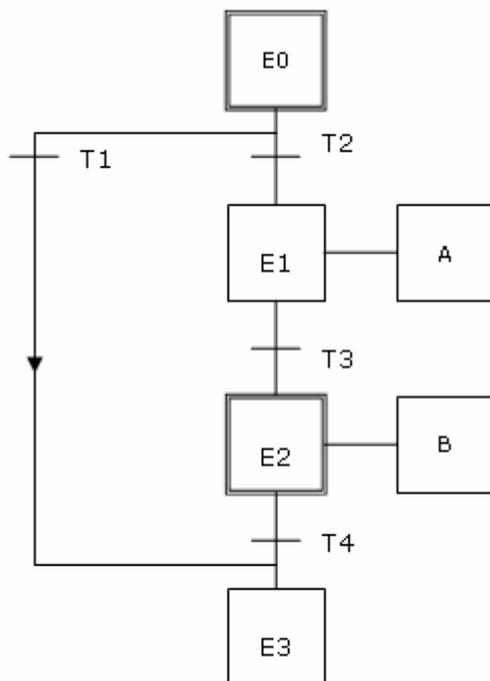
Regra de interpretação do Grafcet: a seqüência situada mais à esquerda terá prioridade de execução.

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

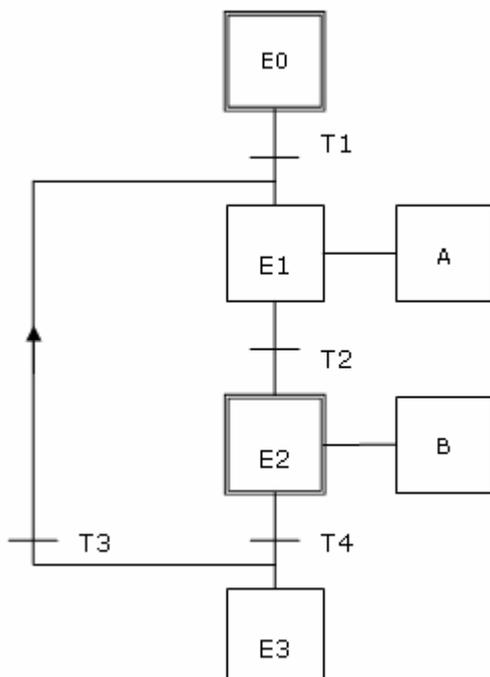
Uma convergência seletiva é sucedida por uma etapa e precedida por seqüências finalizadas por transições.

8.3) Casos particulares de seleção entre seqüências

Salto de seqüência

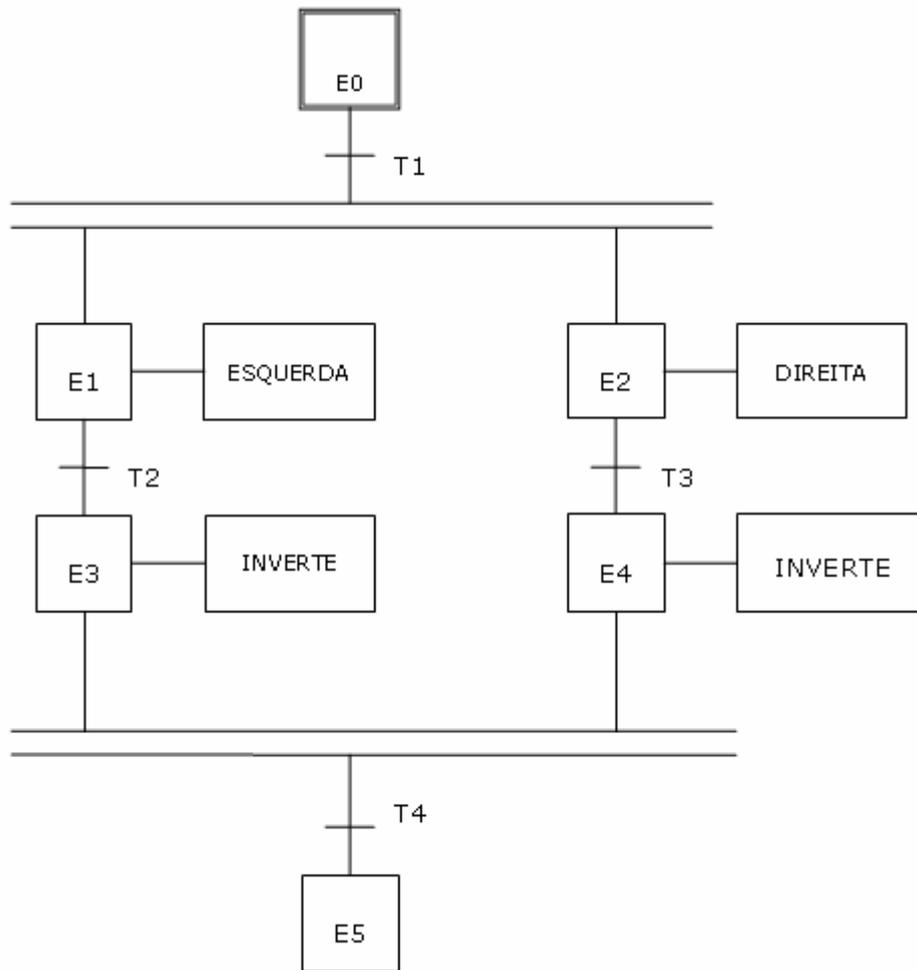


Repetição de Seqüência



Seqüências Paralelas

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



Divergência simultânea ou divergência em E.

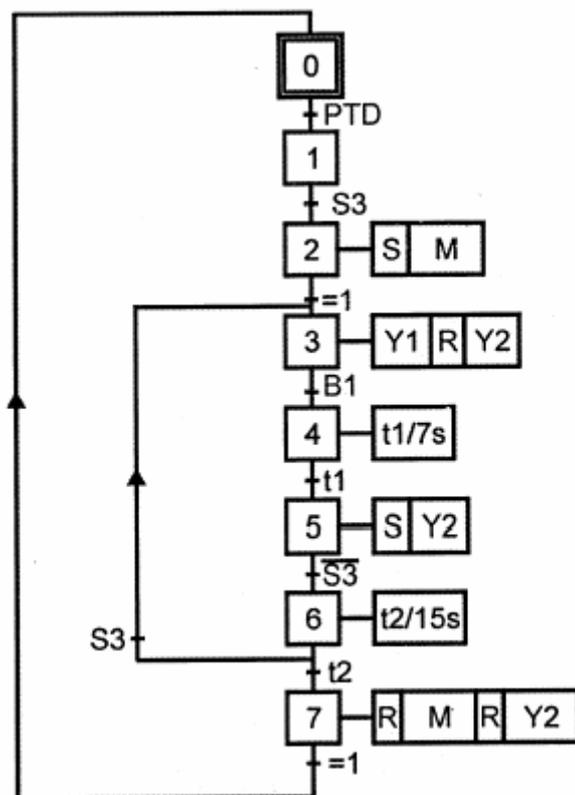
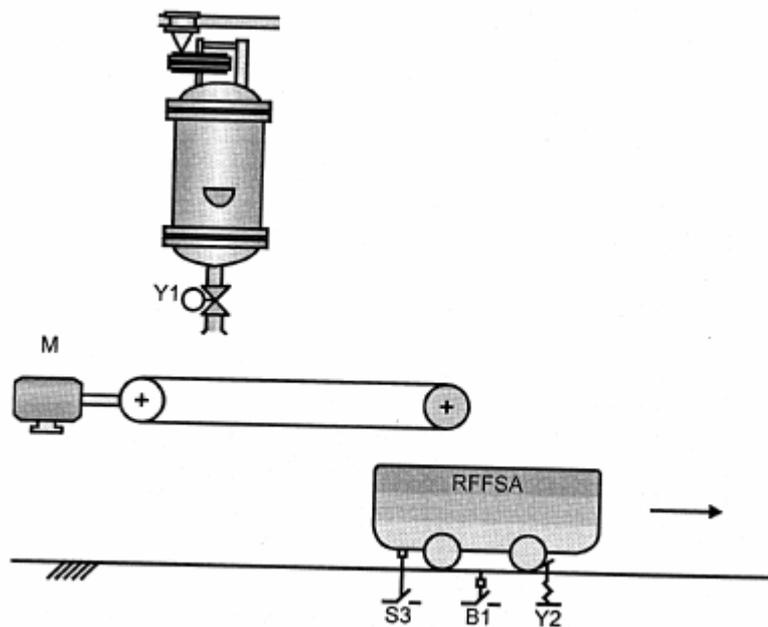
Uma divergência simultânea é precedida por uma transição e sucedida por seqüências iniciadas por etapas.

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.

Exemplo 1 – Sistema de carregamento de vagões



Exemplo 2 – célula de manufatura com mesa circular

