

Condicionamiento de acciones y receptividades

Las acciones y las receptividades pueden venir condicionadas, además de por variables externas, por el estado de activación de las etapas, por el tiempo o por otra variable interna.

Condicionamiento por etapas

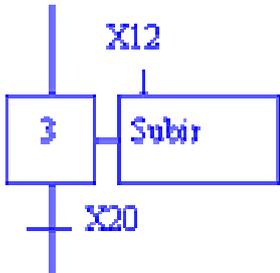
La condición, para una receptividad o una acción, que una etapa esté activada o desactivada.

La etapa se referencia con la **letra X**.

En la figura:

Receptividad será cierta mientras la etapa 20 esté activa.

Se realizará la acción cuando estén activas simultáneamente las etapas 3 y 12.



Acciones y receptividades condicionadas por el tiempo

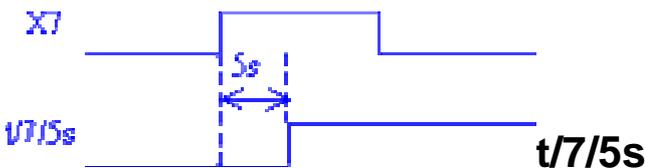
Se deben utilizar condiciones que dependen del tiempo.

El GRAFCET posee dos notaciones estándar para referirse al tiempo.

Notación 1:

Letra **t** / número de etapa que se considera / tiempo a considerar.

La condición es cierta cuando el tiempo transcurrido desde la última activación de la etapa indicada, supera el tiempo fijado.

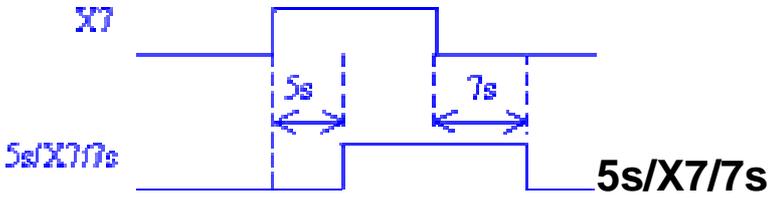


Notación 2 (norma IEC-848):

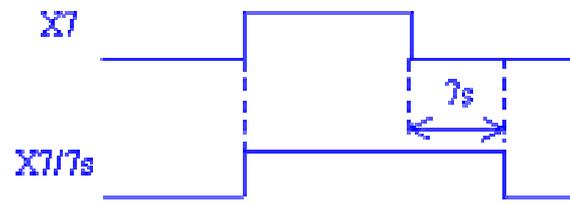
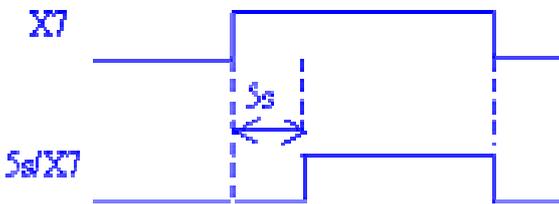
Primer valor (t1) / variable considerada / segundo valor de tiempo (t2).

Esta condición pasa de falsa a cierta a t1 de la activación de la variable considerada.

Pasa de cierta a falsa, a t2 de la desactivación de la variable considerada.

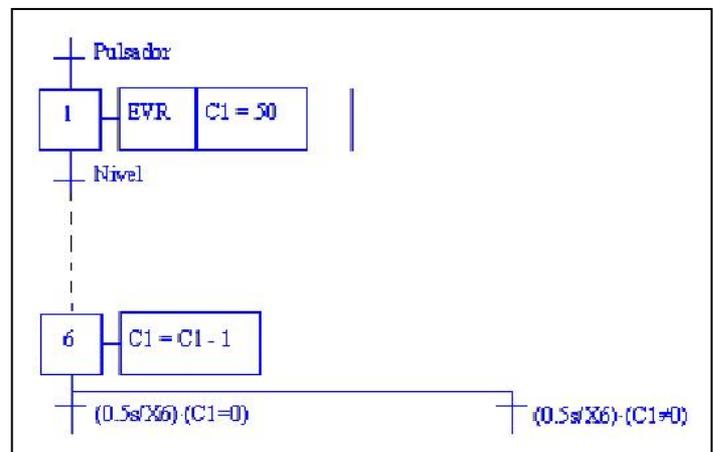
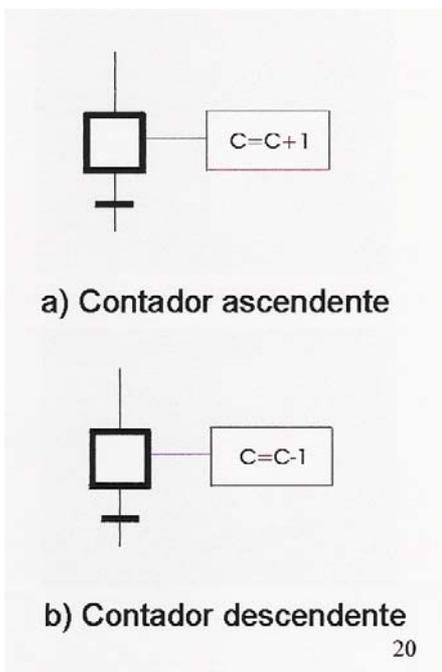


Si uno de los tiempos (t1 o t2) es nulo tiene preferencia la versión simplificada. Sólo se indica el valor distinto de cero.



Uso de Contadores

Al igual que los temporizadores, los contadores son de uso común en autómatas programables y la cuanta puede ser usada como valor de condicionamiento



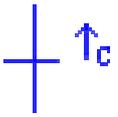
Receptividades condicionadas por flancos

Es necesario tener en cuenta el cambio de estado de una variable en lugar del estado real.

En el figura la receptividad es cierta en el instante en el que la variable c pasa de desactivada a activada.

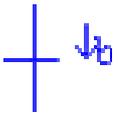
Si la transición es válida cuando acontece el flanco ascendente de c, la transición se franqueará.

Si la transición se hace válida después del cambio de estado de c, no se franqueará.

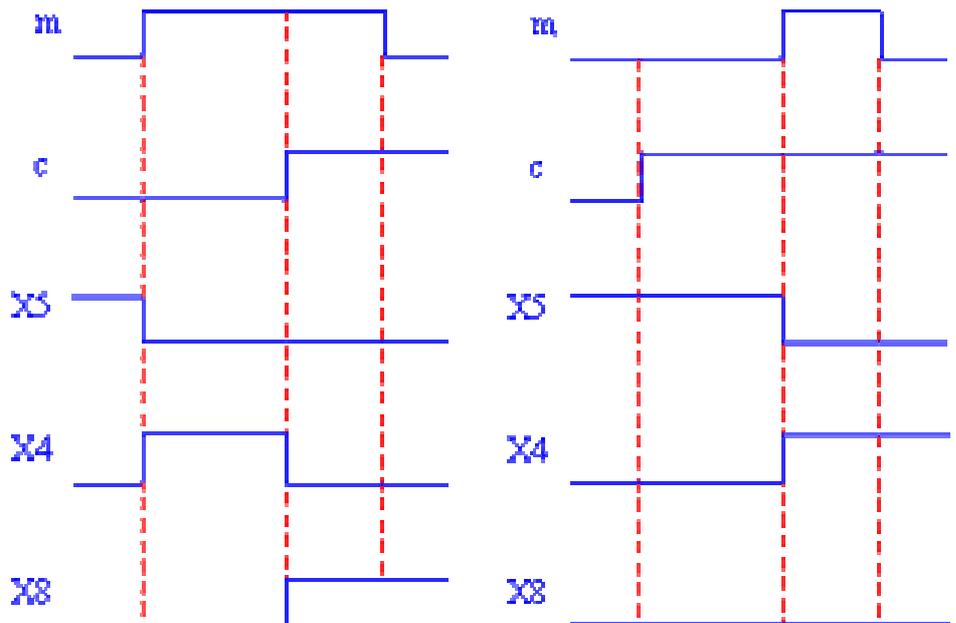
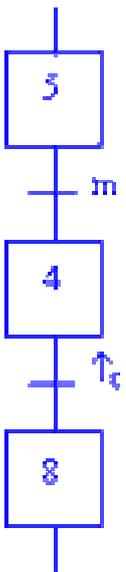


En la figura la receptividad es cierta en el instante en el que la variable b pasa de activada a desactivada.

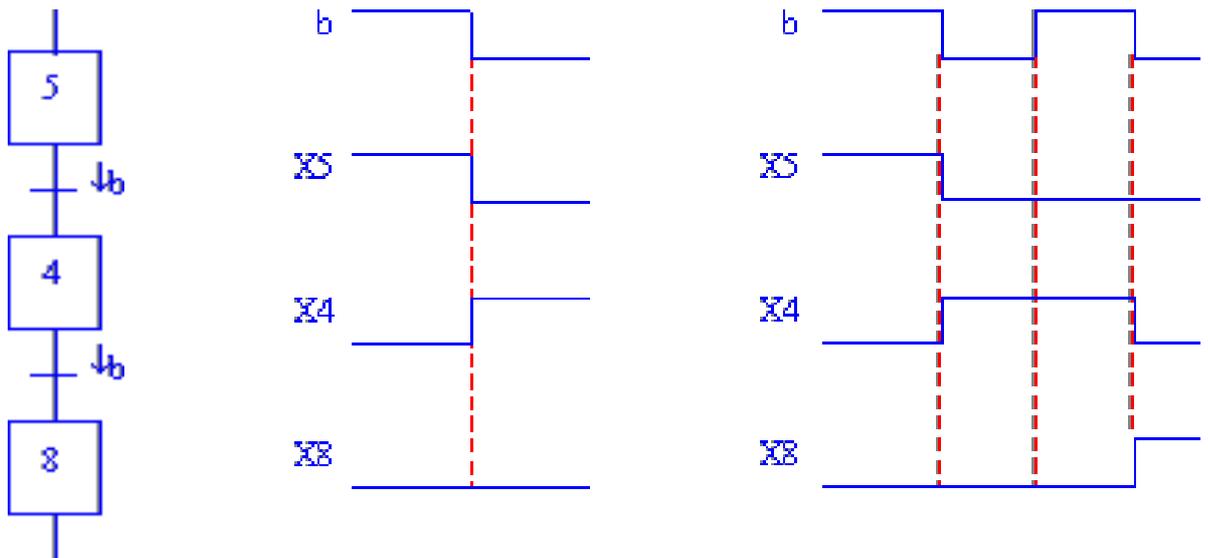
Si la transición es válida cuando b pasa de activada a desactivada, la transición se franqueará, caso contrario no.



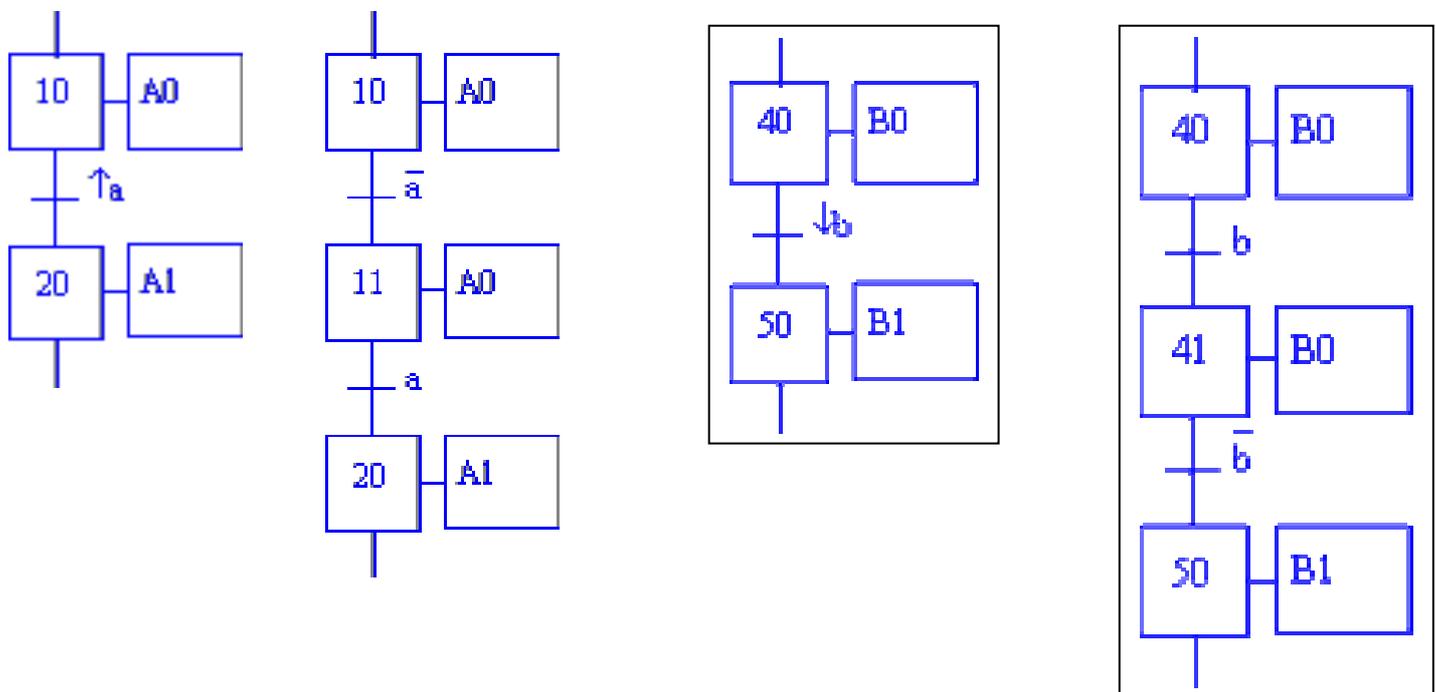
Ejemplo 1: La transición entre las etapas 4 y 8 está condicionada por el flanco de subida de la variable c.



Ejemplo 2: La transición entre las etapas 5 y 4 está condicionada por el flanco de bajada de la variable b.



Si es necesario que todas las receptividades sean booleanas las receptividades condicionadas por flancos se escriben de otra forma. En las figuras una transición condicionada por un flanco y su equivalente con receptividades booleanas.



Automatización de una lavadora

Se desea controlar una lavadora con un programa de lavado en frío.

El ciclo de funcionamiento de la máquina será:

Para iniciar el ciclo hay un pulsador de puesta en marcha.

Al inicio del ciclo se llenará de agua el tambor a través de la **electroválvula EVR** hasta que se active el detector de nivel.

El **detector de nivel** se activa cuando el tambor está lleno de agua y se desactiva cuando está vacío.

El lavado constará de cincuenta ciclos.

Cada ciclo el motor girará treinta segundos en sentido horario (motor H) y treinta más en sentido antihorario (motor A), dejando una pausa de medio segundo en cada cambio de sentido.

Después del lavado se vaciará el agua del tambor, mediante la **bomba**, hasta que se desactive el **detector de nivel**. Mientras funcione la **bomba**, el tambor girará (**motor A**).

Después del lavado, habrá cuatro aclarados.

Cada aclarado comenzará llenando de agua el tambor a través de la **electroválvula EVE** hasta que se active el **detector de nivel**.

Un aclarado constará de diez ciclos.

Cada ciclo el motor girará treinta segundos en cada sentido, dejando una pausa de medio segundo en cada cambio de sentido.

Después de cada aclarado se vaciará el agua del tambor, mediante la **bomba**, hasta que se desactive el **detector de nivel**. Mientras funcione la **bomba**, el tambor girará (**motor A**).

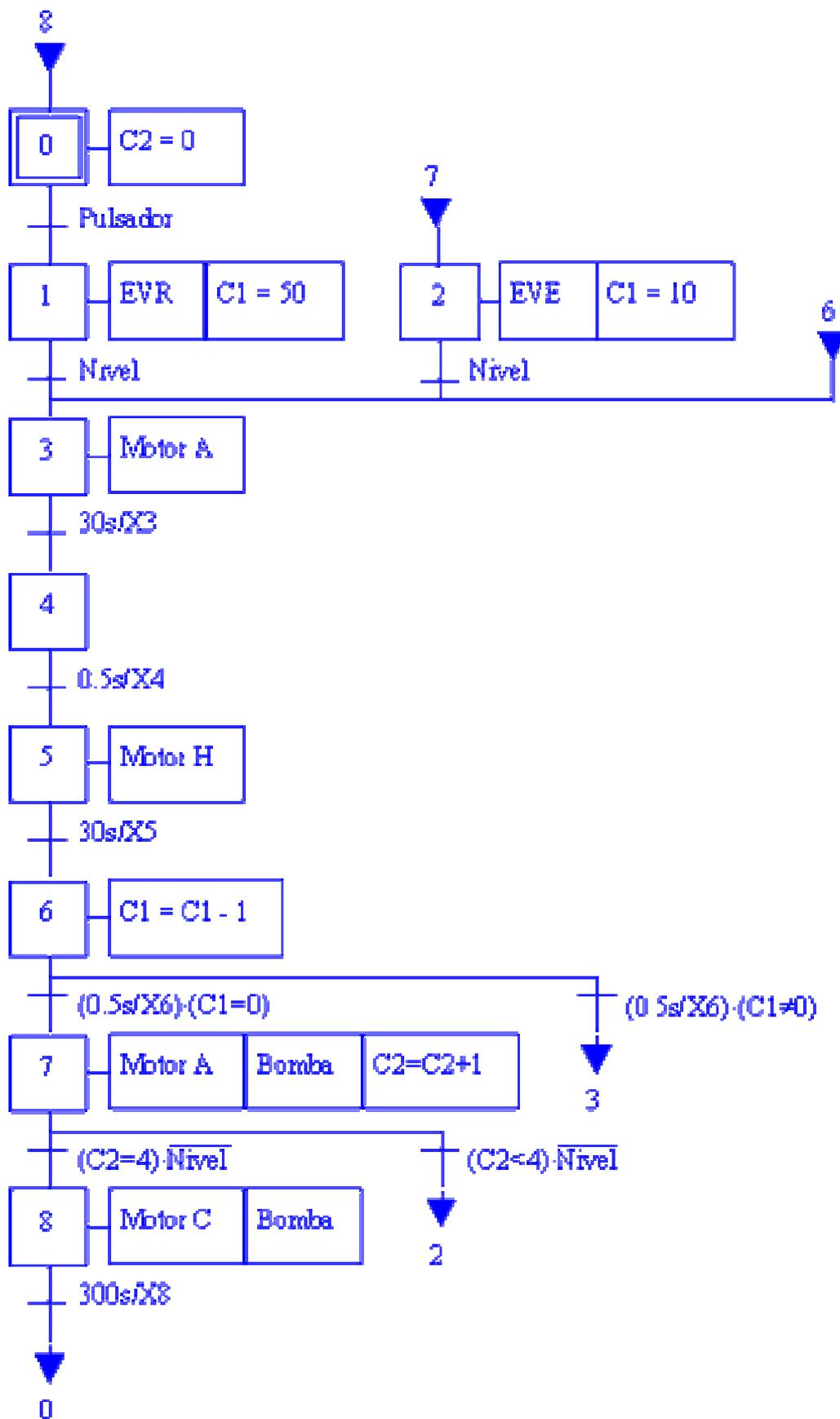
Terminado los aclarados, se centrifugará (**motor C**) durante cinco minutos.

Durante el centrifugado ha de funcionar la **bomba** de vaciado.

El lavado y el aclarado siguen el mismo proceso con la única diferencia del número de repeticiones y la válvula de entrada de agua => Las etapas 3, 4, 5 y 6 son comunes.

En el lavado, la entrada del agua se hace en la etapa 1 mientras que en el aclarado se hace en la 2.

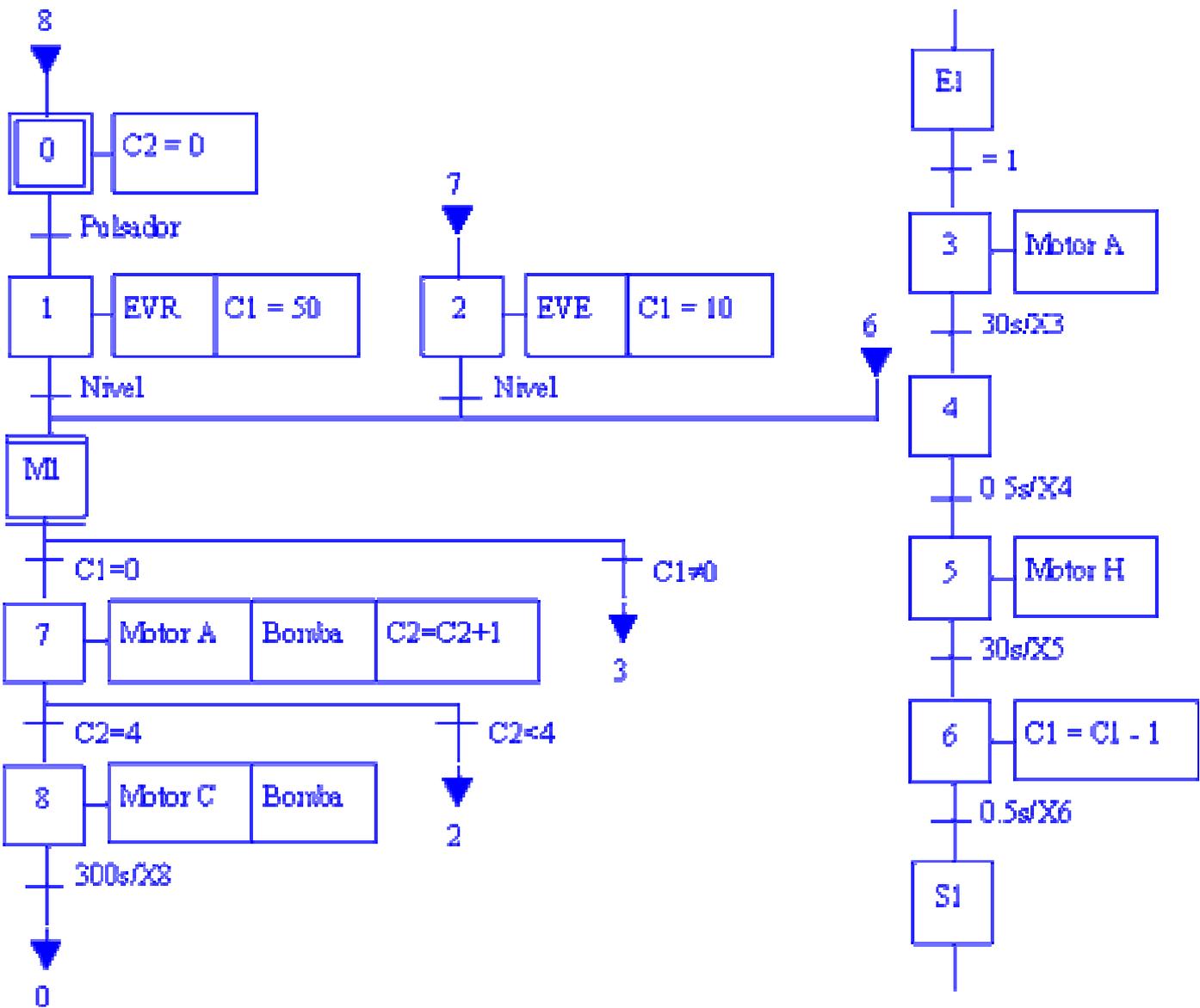
El contador C1 cuenta el número de ciclos (cincuenta en el lavado y 10 en cada aclarado) y el contador C2 cuenta el número de veces que se toma agua para aclarar (en el lavado C2=0).



Macroetapas

En ejemplo de la lavadora:

- Se incluye cada ciclo (Motor A, espera, Motor B, espera) dentro de una macroetapa **M1**.



Expansión de M1

Automatización de una máquina de etiquetar latas

La máquina que pone la etiqueta a unas latas y después imprime la fecha de fabricación.

Las latas entran en la máquina y esta las pone en la plataforma de etiquetado (**PE**), allí las etiqueta y después las deja en la plataforma intermedia (**PM**).

Cuando la lata llega a la plataforma intermedia ya puede poner una nueva en la plataforma de etiquetado.

La máquina toma la lata de la plataforma intermedia y la pone en la plataforma de impresión (**PI**); allí le imprime la fecha y seguidamente la expulsa.

Cuando la plataforma intermedia queda libre, puede ponerse una nueva lata etiquetada que podrá tomar una vez haya expulsado la lata anterior.

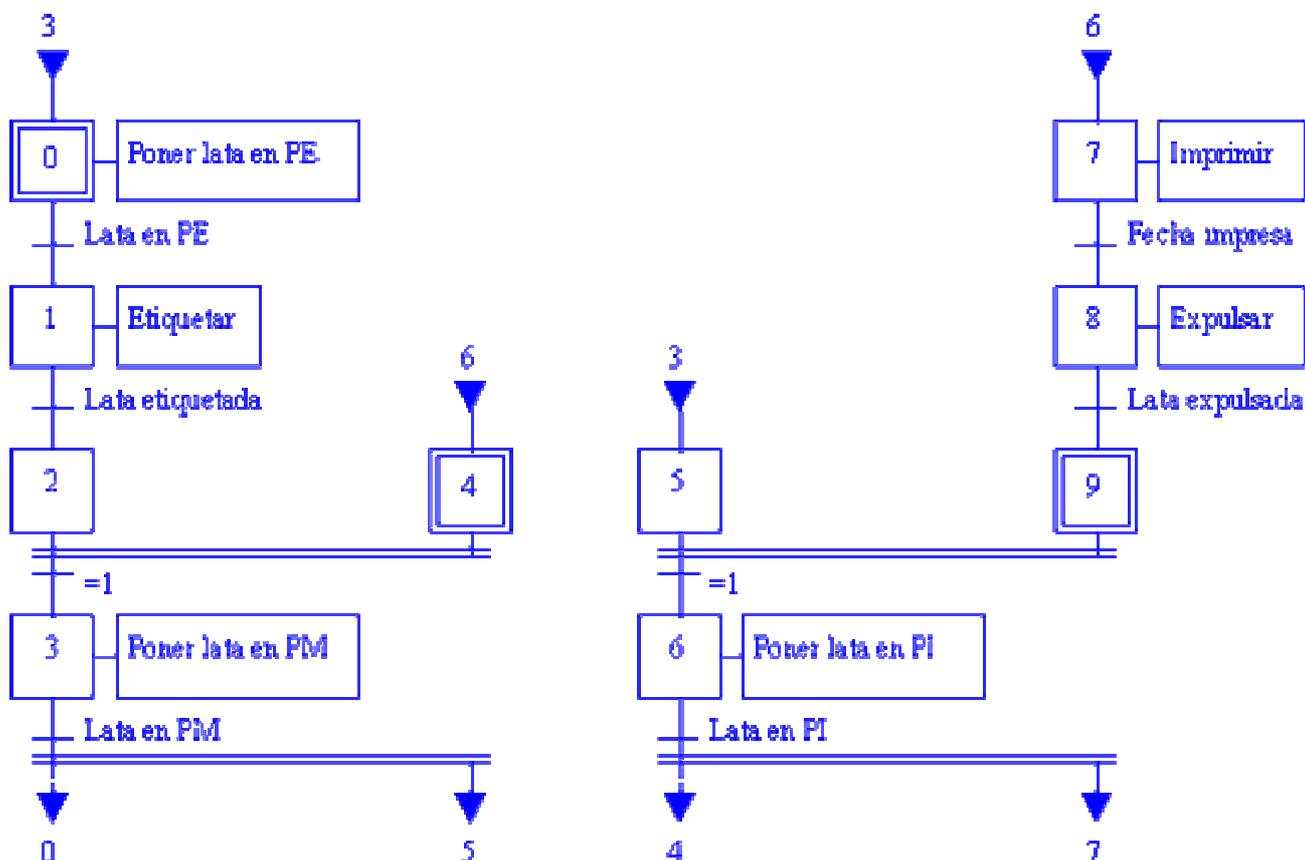


Etapa 2: Lata etiquetada, espera por PM vacía

Etapa 4: PM vacía, espera que la lata esté etiquetada

Etapa 5: Lata en PM, espera por PI vacío

Etapa 9: PI vacío espera por lata en PM



GRAFCEts parciales y globales

Un GRAFCET es conexo cuando se puede ir de una etapa cualquiera a otra etapa cualquiera mediante una unión orientada **explícita**.

Un automatismo puede ser representado mediante más de un GRAFCET conexo.

Se denomina GRAFCEt parcial a cada uno de los GRAFCETs conexos que forman un sistema.

Cada GRAFCET parcial se llama mediante la letra G seguida de un nombre (por ejemplo GProd) o de un número (por ejemplo G3).

Se denomina GRAFCEt global a la agrupación de todos los GRAFCETs parciales de un sistema.

No se puede duplicar el número de etapas y transiciones, aunque estén en GRAFCETs parciales diferentes.

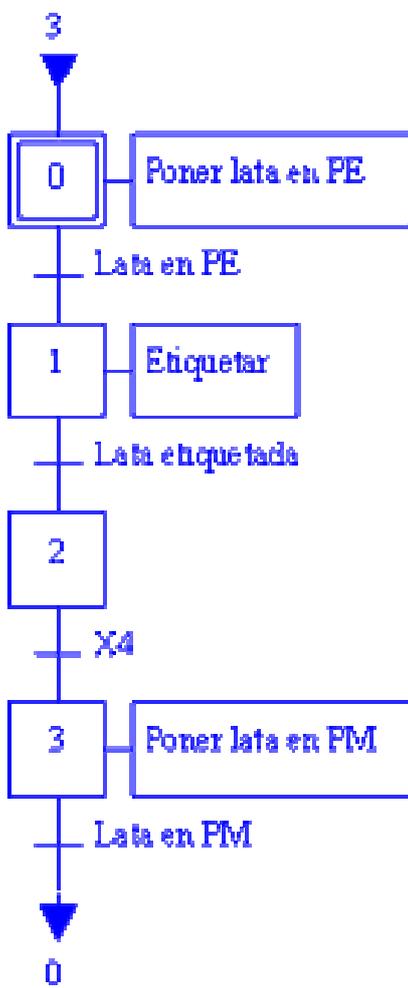
El ejemplo de la máquina de etiquetar latas se realizó con un único GRAFCET conexo.

Se propone un GRAFCET para cada plataforma:

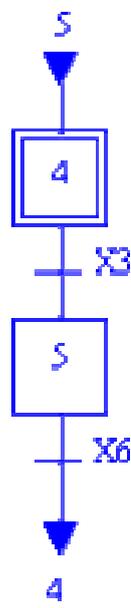
G2: plataforma de etiquetaje

G5: plataforma intermedia (memoria del estado PM)

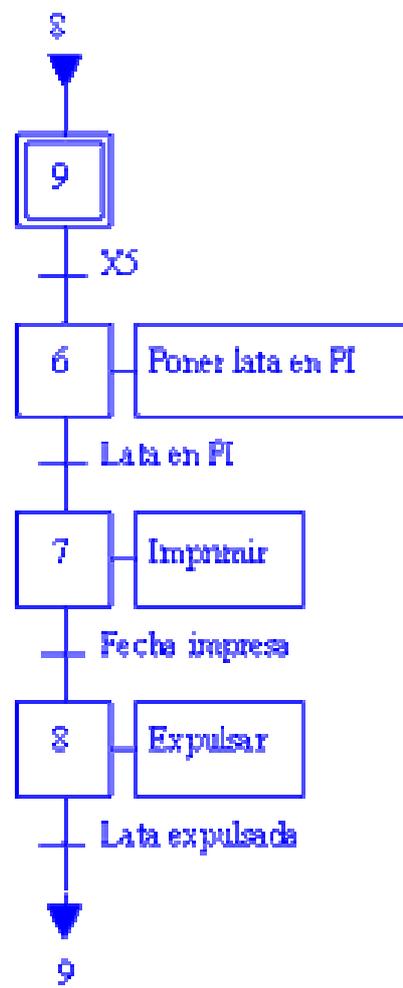
G7: plataforma de impresión.



G2

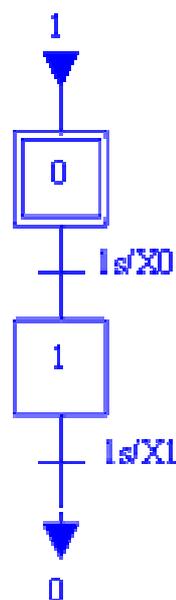
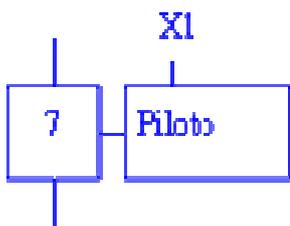


G5



G7

Los GRAFCETs parciales se utilizan para representar funciones auxiliares. Aplicación corriente de los GRAFCETs auxiliares es el intermitente. Ejemplo: Intermitente de $T = 2\text{seg}$.



Diseño e implementación partiendo del GRAFCET hasta la

Programación del Automatas

1) Diseño del GRAFCET

- Diseño de la parte secuencial del automatismo
- Establecer el grafo de evolución con la secuencia de etapas.
- El número de etapas define el número de variables de estados, relés internos o marcas.
- Establecer las condiciones de transición entre etapas.
- Diseño de la parte combinacional de cada etapa del automatismo

2) Conversión del Grafcet a lenguaje de PLC

- Se elige el PLC en función de las necesidades que surgen del diseño de Grafcet .
- Se realiza el Grafcet nivel 3 con la correspondiente tabla de asignación de variables.
- Se convierte el Grafcet a esquemas de Blocks Funcionales o Diagrama de Contactos que pueden ser interpretados por PLC o el Software correspondiente.
- Simulación y prueba del programa

3) Programación el PLC

- Se carga finalmente el programa en el PLC, cableado de acuerdo a tabla de asignación de variables para que funcione como autómeta.

Conversión del Grafcet a lenguaje de PLC

Módulo Secuenciador

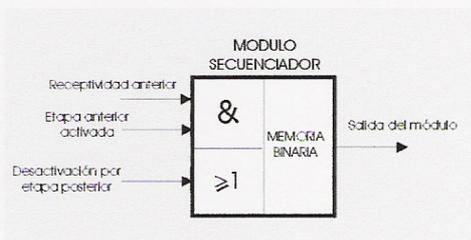
- El módulo secuencial de etapa posee tres entradas y una salida; y el objeto de cada una de ellas para un módulo de Etapa de orden n, es respectivamente:

- 1ª Entrada: se utiliza para efectuar, junto con la señal de validación, la activación de la etapa y proviene del franqueamiento de la transición n-1.
- 2ª Entrada: se utiliza para efectuar la validación de la etapa n, proveniente de la salida de la etapa n-1.

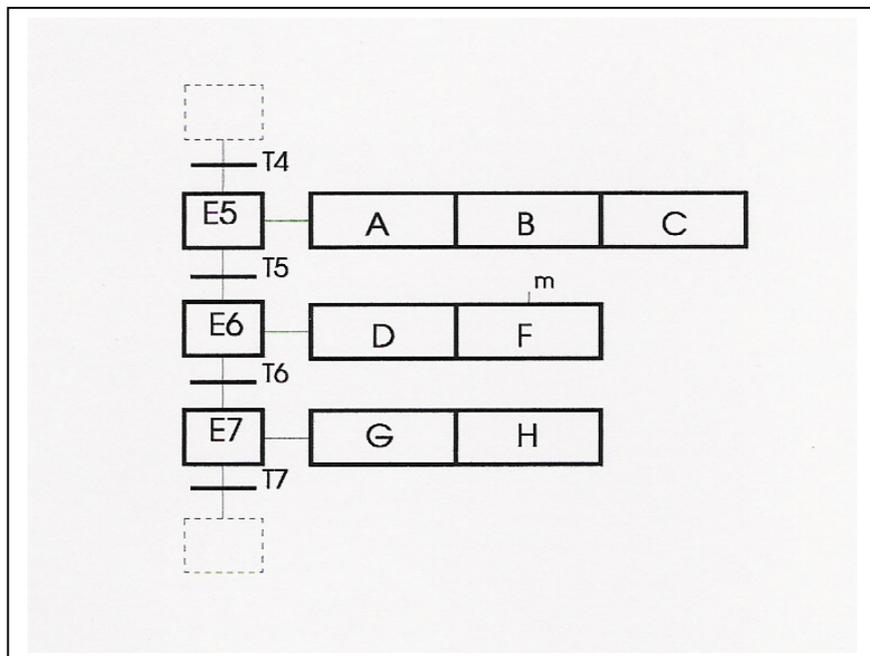
- 3ª Entrada: se utiliza para la desactivación (reset) de la etapa n, y la señal proviene de la salida realimentada de la etapa n+1.

- 1ª Salida: se utiliza para que realice tres funciones distintas y simultáneas que son:

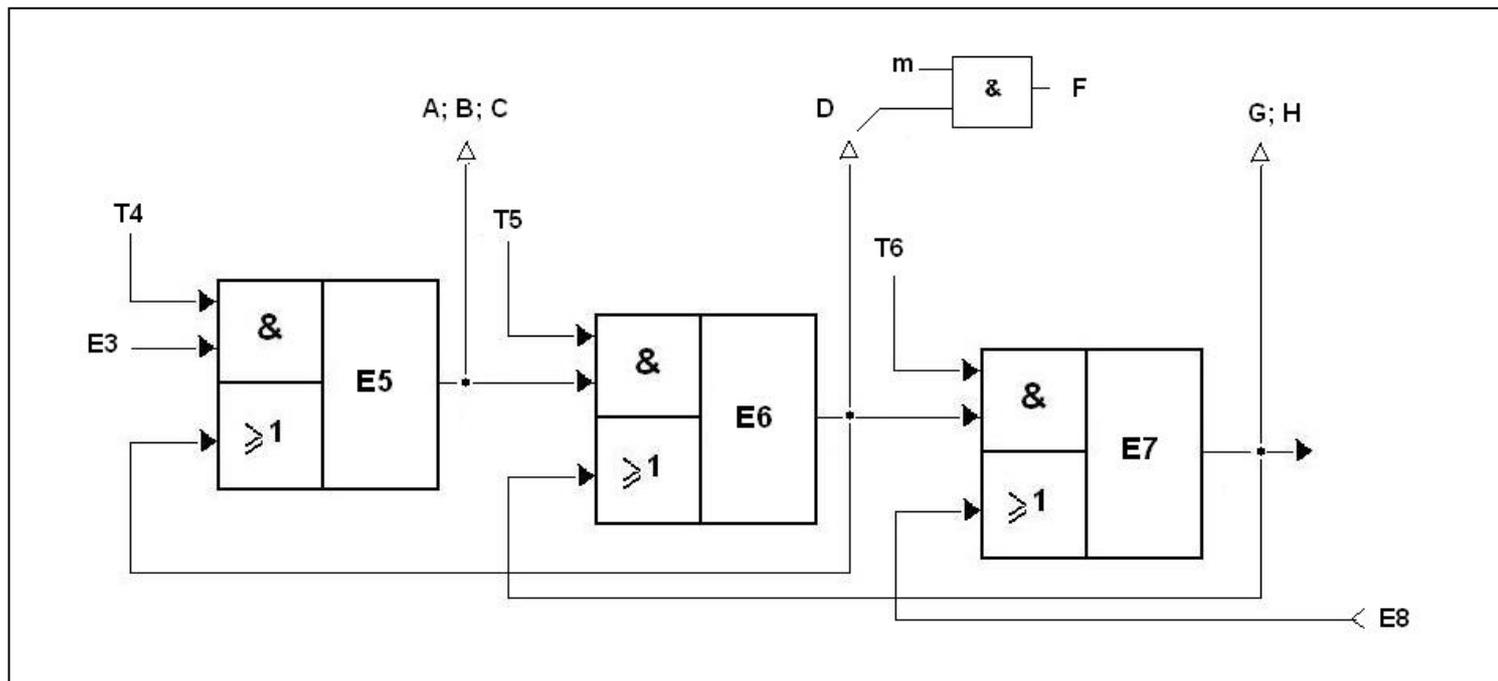
- validar la etapa n+1.
- desactivar la etapa n-1.
- ejecutar la orden de mando prevista.



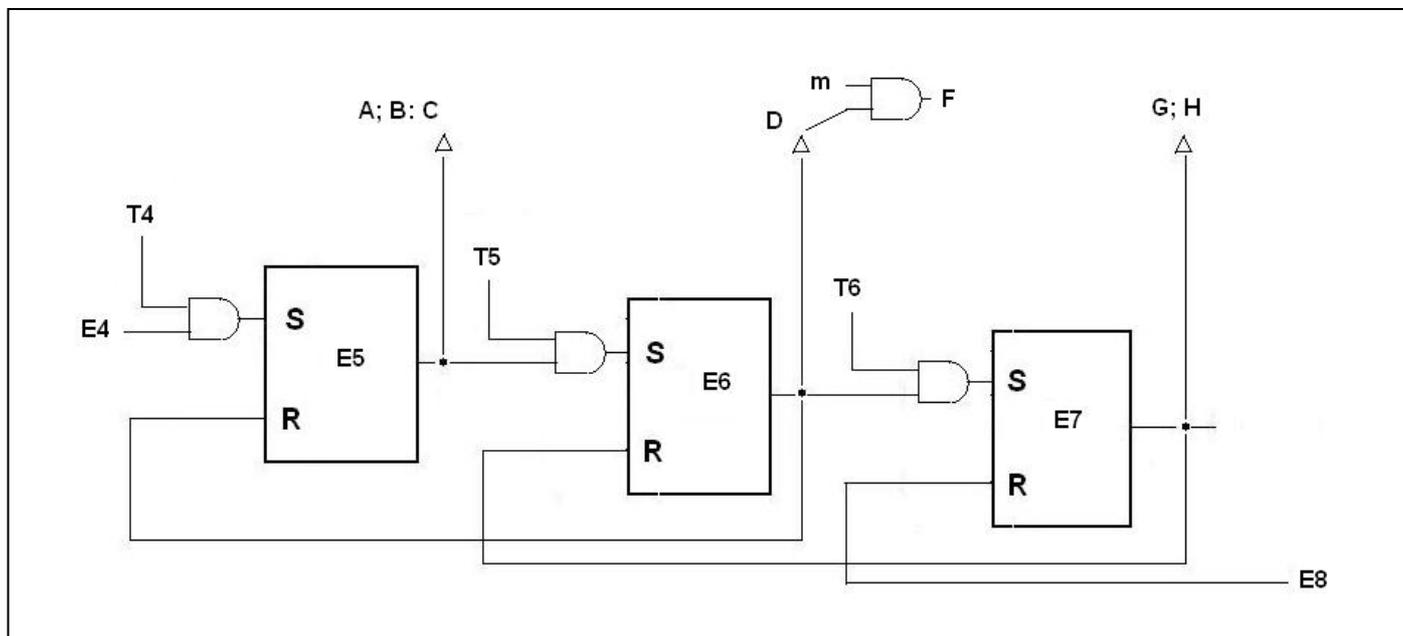
Tramo genérico de Grafcet



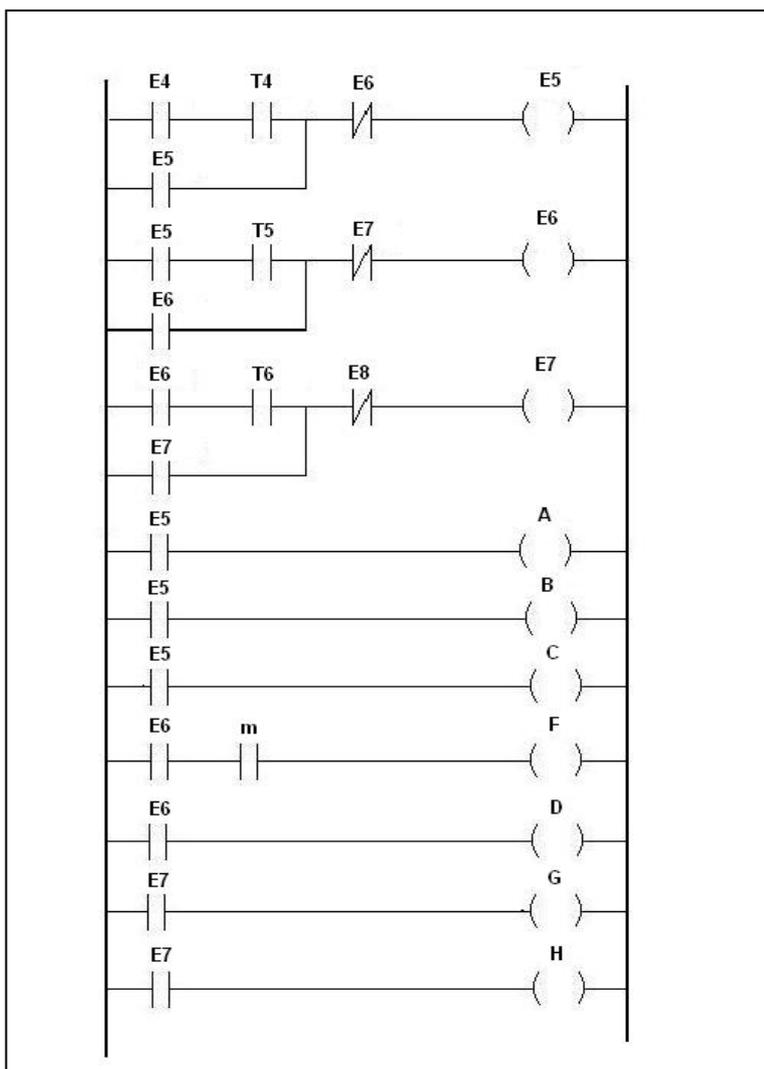
Realización con Módulos Secuenciadores



Tramo de Grafset realizado con Diagrama Funcional



Tramo de Grafcet realizado con Diagrama Escalera o de Contactos

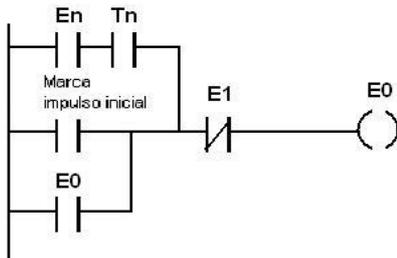
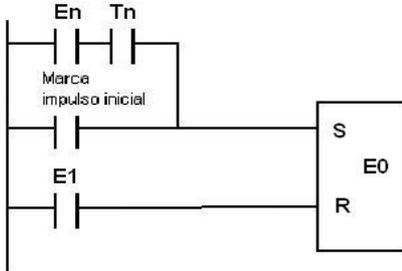


Etapa inicial

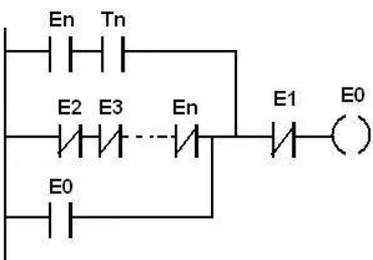
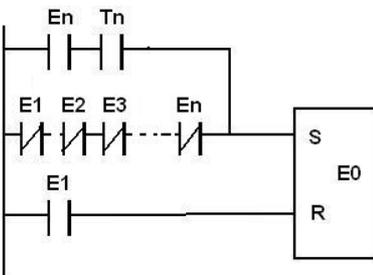
La etapa inicial es una etapa fuente y debe activarse en el primer ciclo SCAN de la CPU al ponerse el autómata en RUN.

Es la etapa/s activa/s desde la cual el Graficet evoluciona.

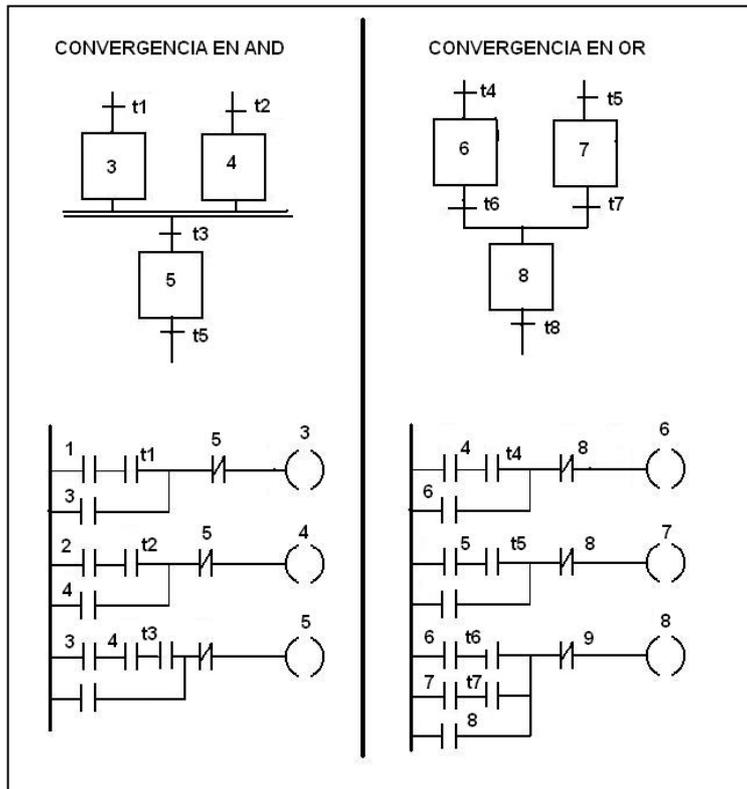
Para iniciar en esta etapa se utiliza un impulso inicial (marca especial) del PLC que se activa al pasar al modo RUN.



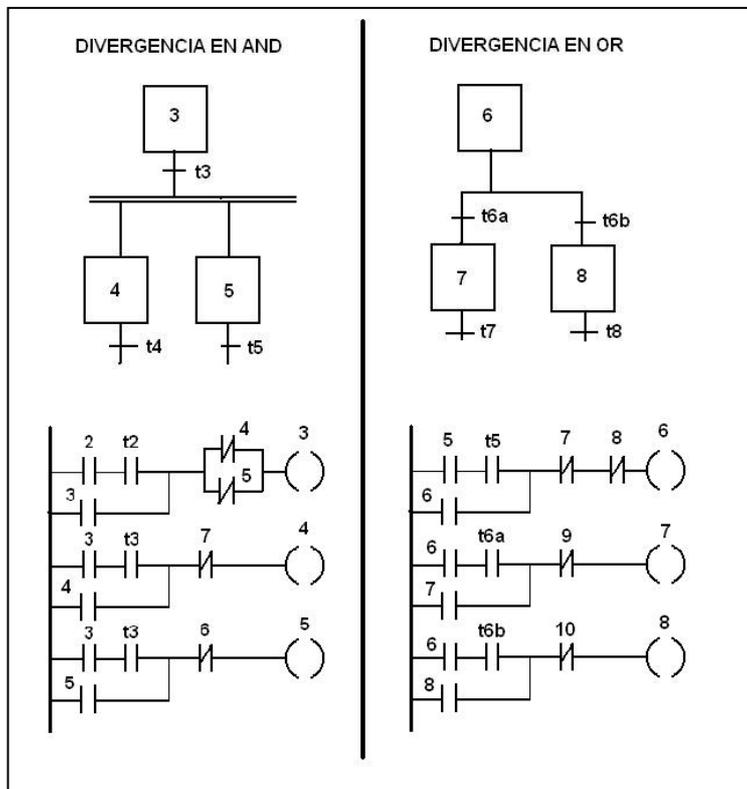
Otra forma de generar el Estado Inicial: E0 se activará siempre que las demás etapas estén inactivas. Usar cuando la inicialización del PLC fuerce todas las marcas internas en cero.



Convergencias



Divergencias



Bibliografía

Automatización de procesos Industriales de E. García Moreno

Grafcet Y GEMMA , apuntes de Internet

Autómatas Programables de Joseph Ballcells

Programable Controllers Bryan - Bryan