



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Tecnología Automática (TAU)

Tema 8

Diseño estructurado de automatismos



- Tema 0: Presentación y normativa de la asignatura
- Tema 1: El regulador PID Industrial
- Tema 2: Sintonizado analítico de reguladores PID
- Tema 3: Reguladores PID con dos grados de libertad
- Tema 4: Estructuras avanzadas de control
- Tema 5: Automatización de procesos de eventos discretos
- Tema 6: Diseño de automatismos con Grafcet
- Tema 7: Implementación de automatismos
- **Tema 8: Diseño estructurado de automatismos**

1. Introducción
2. Bibliografía
3. Objetivos
4. El diseño estructurado
5. Seguridad
6. Los diagramas jerarquizados
7. Ejemplos
8. Problemas propuestos



NECESIDAD DE LA ESTRUCTURACIÓN

- Complejidad creciente
 - problemas automatización complicados
 - inclusión de diferentes modos de marcha
 - condicionantes de seguridad y vigilancia: alarmas y emergencias
 - otras cuestiones: autodiagnóstico, ...
- Conveniencia del diseño estructurado
 - análisis más adecuado
 - mejor comprensión posterior del modelo



2. Bibliografía del tema



- International Standard IEC 60848. Grafcet specification language for sequential function charts. IEC. 2002.
- International Standard IEC 61131-3. Programmable controllers. Part 3: Programming languages. IEC. 2003.
- Automatización de Procesos Industriales (Emilio García. SPUPV 4116, 1999).
- GRAFCET y GEMMA Herramientas de Modelado para Sistemas de Eventos Discretos (Emilio García. SPUPV 4102-1999).
- Autómatas programables (Josep Balcells Sendra. Marcombo-Boixareu Ed., 1997).
- Ingeniería de la Automatización Industrial (J. Piedrafita, Ed. Ra-Ma, 1999).
- Petri nets and Grafcet : tools for modelling discrete event systems (René David. Prentice-Hall International, 1992).
- Autómatas Programables Industriales: Arquitectura y aplicaciones. (G. Michel. Marcombo-Boixareu Editores, 1990).
- Grafcet. Práctica y Aplicaciones (J. –C. Bossy. Ediciones UPC, 1995).
- Automatización. Problemas Resueltos con Autómatas Programables (J. Pedro Romera, J. Antonio Lorit, S. Montoro. Editorial Paraninfo Thomson, 1994).



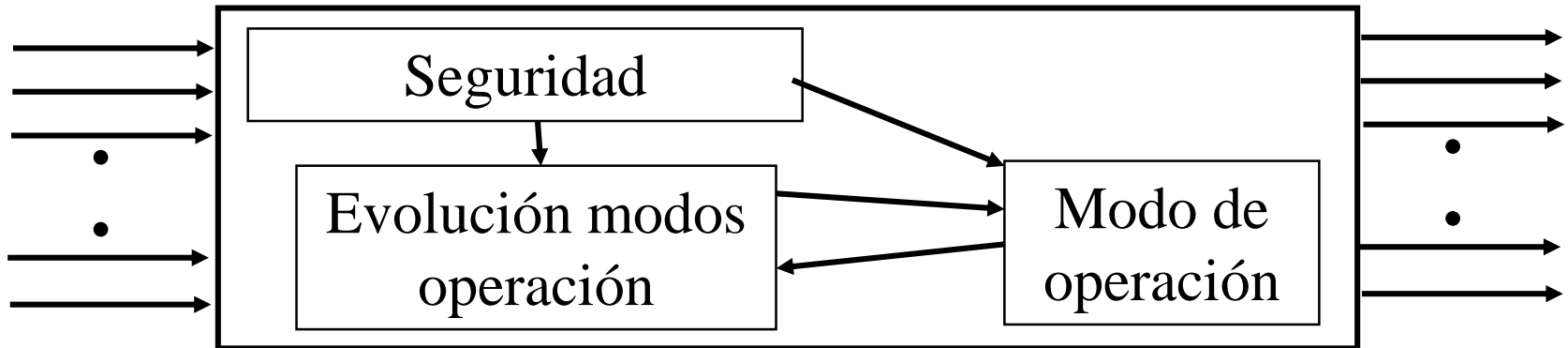
- Estudiar los conceptos que justifican la necesidad de la estructuración, así como las herramientas que ayudan a implementarla.
- Aumentar más la destreza en el diseño de automatismos mediante Grafcet, haciendo uso del diseño estructurado mediante: órdenes de forzado, encapsulado y macroetapas.



- Hasta ahora, las hipótesis utilizadas en el diseño de automatismos son:
 - El proceso está un estado inicial conocido.
 - El proceso está siempre en el modo de producción normal: ciclo indefinido de funcionamiento tras autorización del operador
- Pero, qué ocurre si:
 - El proceso comienza tras otro estado diferente
 - El estado inicial es desconocido
 - El proceso tiene otros modos de operación con diferentes especificaciones
 - Emergencia: detener cualquier modo de operación inmediatamente
 - Procedimiento de arranque: operaciones para configurar el proceso en el estado de operación inicial
 - Procedimiento de apagado: operaciones de detención del proceso (vaciado de líneas de producción, limpieza, ...)
 - Modo manual: el operador puede controlar la activación de la salidas
 - Modo de verificación o depuración: modo que verifica el programa o que verifica la condición del proceso (confirmación del operador para cada ciclo de ejecución, funcionamiento a bajas velocidades, ...)
 - Otros...

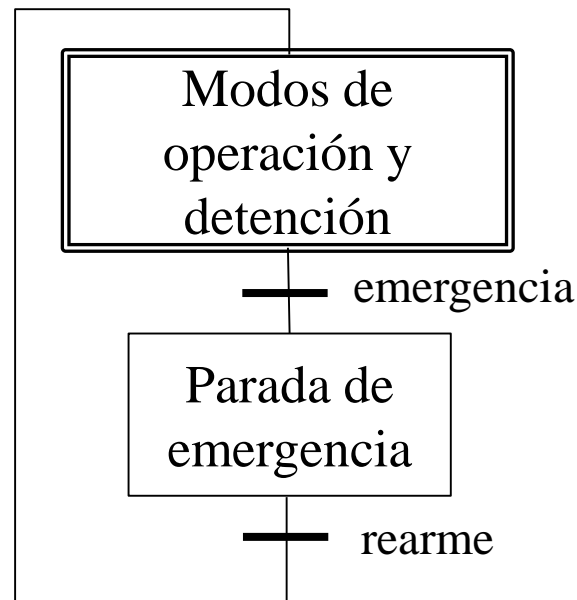


- Diseño estructurado mediante una representación jerarquizada: representación separada de los diversos aspectos del funcionamiento del sistema.
 - **Seguridad** (paradas de emergencia, ...)
 - **Evolución** entre los diferentes modos de operación
 - Funcionamiento en modo de **operación** (producción)



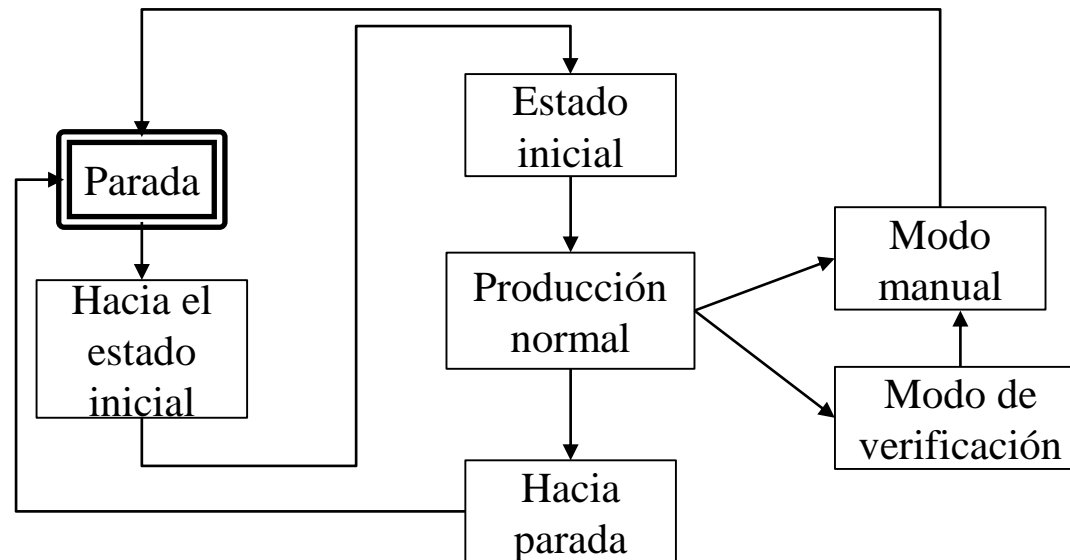
4. El diseño estructurado

- El diseño estructurado se crea utilizando una estructura jerárquica
- Nivel superior de jerarquía: **nivel de seguridad**
 - La seguridad debe ser el nivel de mayor prioridad
 - Debe de establecerse la transición a la emergencia desde cualquier estado o modo del proceso



4. El diseño estructurado

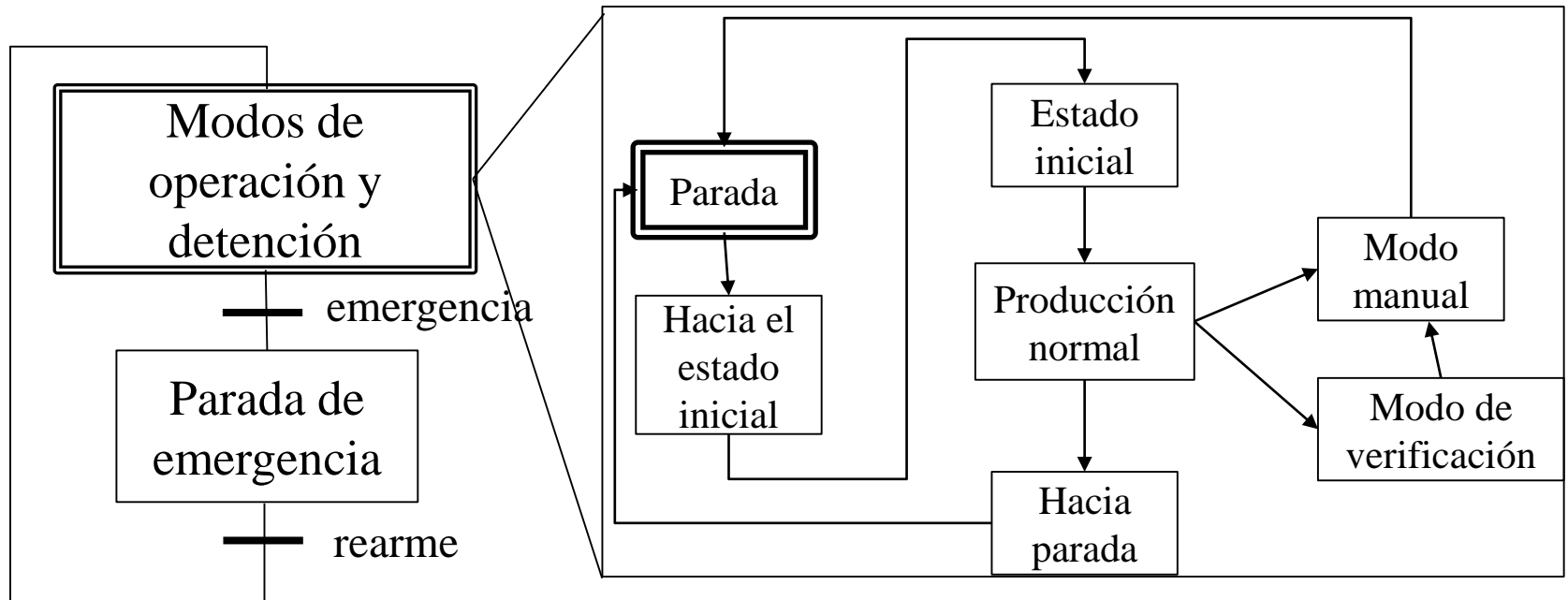
- El nivel intermedio representa los **modos de operación del sistema y las transiciones entre ellos**
 - Estado de parada de la planta, estado de emergencia, modos de operación, etc.
 - Es una operación siempre sin emergencia
 - Ejemplo:
 - El diagrama muestra las transiciones entre los diferentes estados de operación del sistema
 - El número de estados y transiciones debe ser adaptado a la solución del proceso



utilizar GRAFCET para su implementación

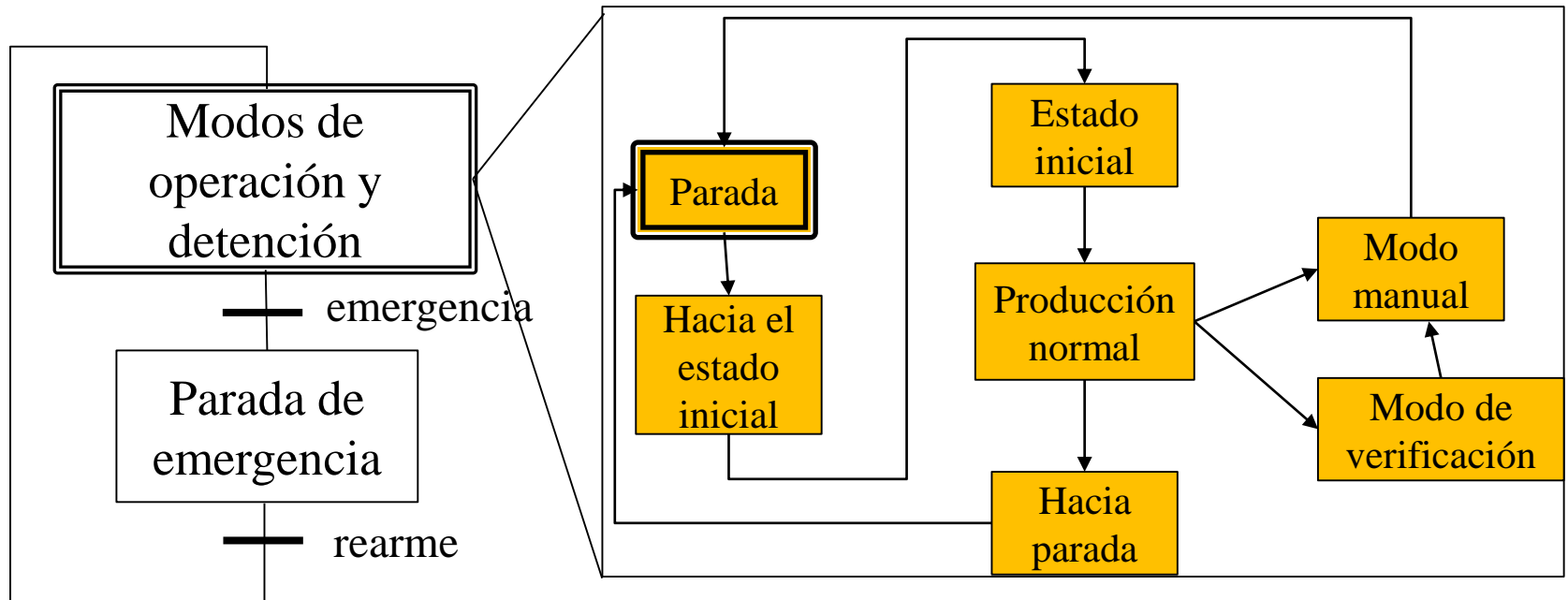
4. El diseño estructurado

- El nivel más bajo de la jerarquía tiene el **detalle de producción** del conjunto de todos los modos o estados de operación del sistema
- Visión completa:



4. El diseño estructurado

- El nivel más bajo de la jerarquía tiene el **detalle de producción** del conjunto de todos los modos o estados de operación del sistema
- Visión completa:



- Cada uno puede ser un graficet

- Seguridad: ausencia de peligro para personas e instalaciones
 - hacer reaccionar convenientemente al automatismo ante fallos o defectos de sus componentes
 - no se consigue asegurando:
 - fiabilidad (probabilidad de funcionamiento), o
 - disponibilidad (tiempo con ausencia de paradas)
- Aspectos de la seguridad
 - análisis de riesgos: probabilidad y gravedad
 - cumplimiento de la normativa legal
 - EN ISO 13849-1 (Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad)
 - EN 62061 (Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos)
 - Específicas de la aplicación
 - ...



5. Seguridad

- Evitar el acceso a áreas peligrosas (partes móviles, superficies calientes, ...)



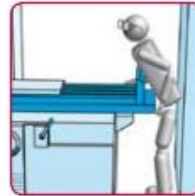
Puncturing, stabbing, shearing, severing, cutting



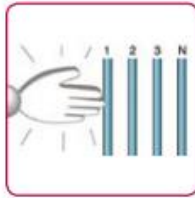
Catching, entanglement, drawing in, trapping



Impact



Crushing



Electrocution

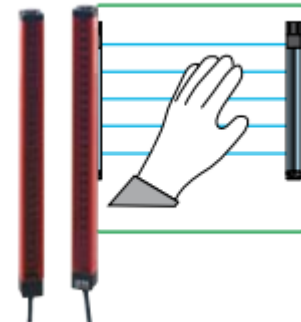
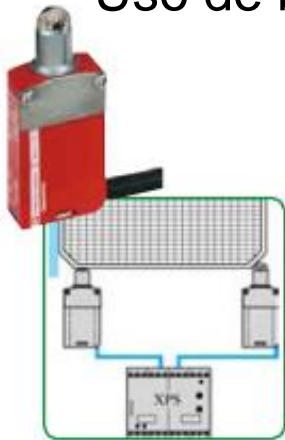


Discharge of dangerous substances



Burns

Uso de barreras físicas u ópticas para evitar el acceso



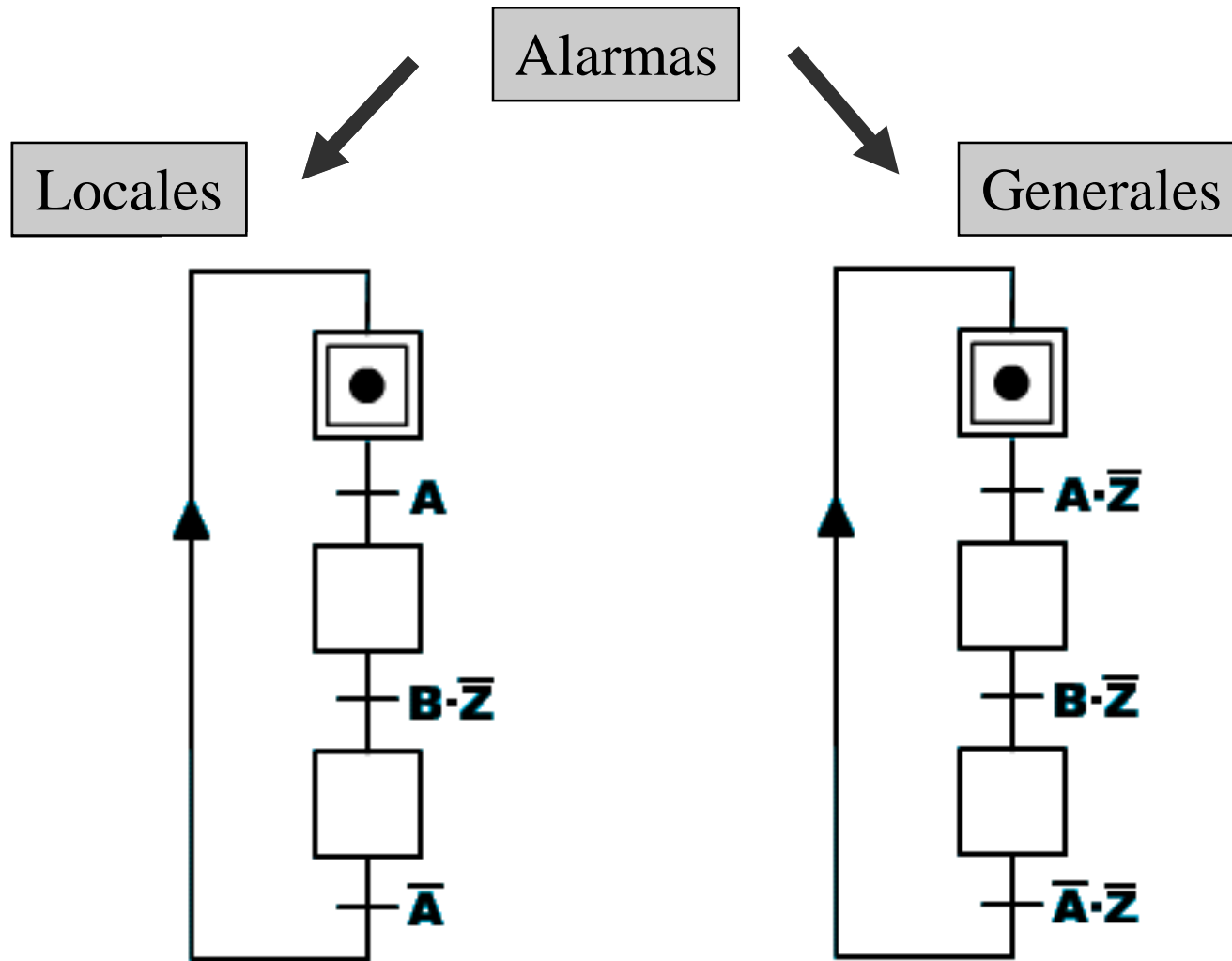
- Botones de parada de emergencia
 - Parada inmediata
 - Corte de la alimentación de los actuadores
 - Parada controlada con alimentación disponible para los actuadores para alcanzar la parada y posterior eliminación de su alimentación una vez ésta se ha logrado
 - Muchas veces se usan contactos normalmente cerrados (P → todo ok)



- Uso de dispositivos de seguridad
 - Relés, controladores o PLCs de seguridad
 - Utilizan un cableado de color rojo



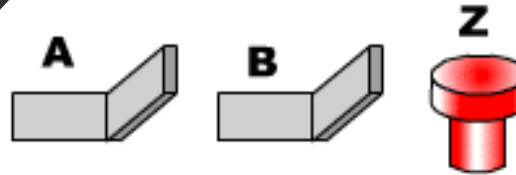
5. Seguridad



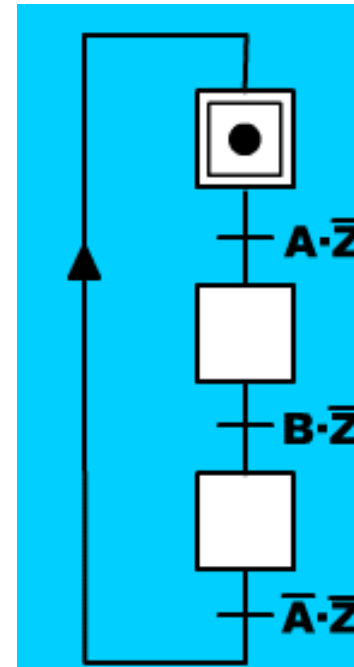
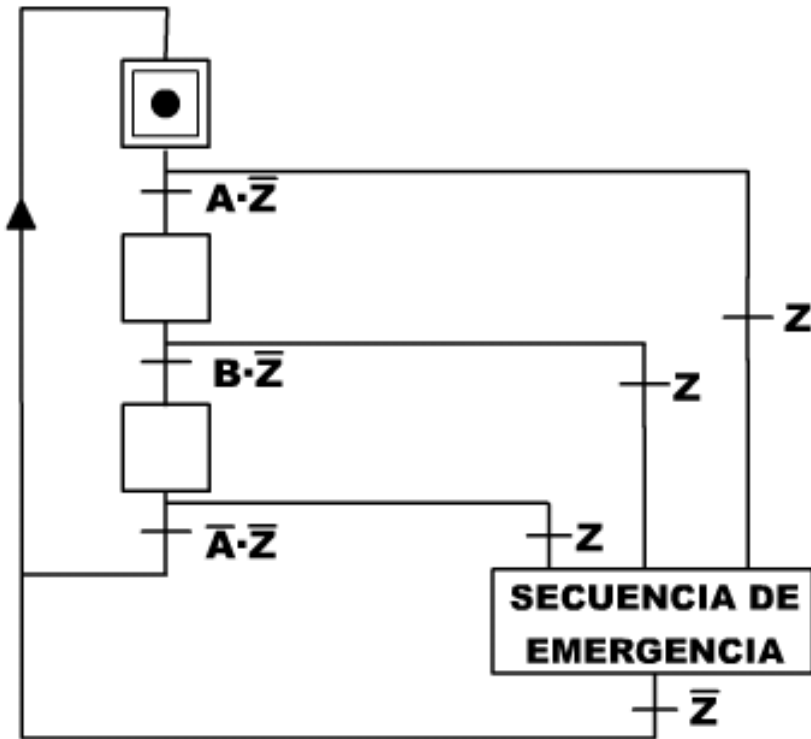
5. Seguridad

Emergencias

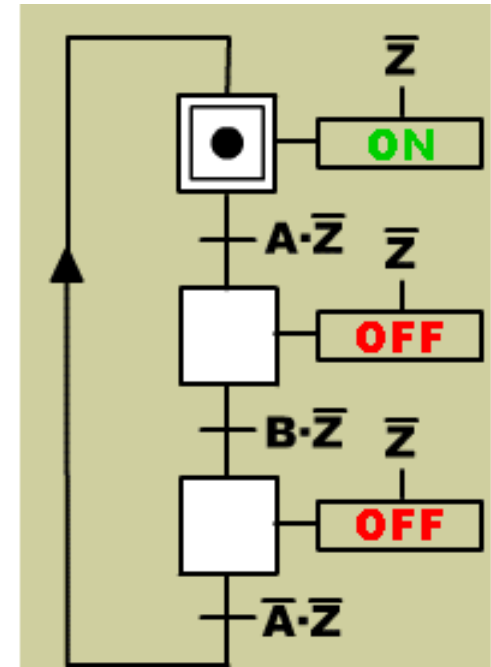
Con secuencia de emergencia



Sin secuencia de emergencia



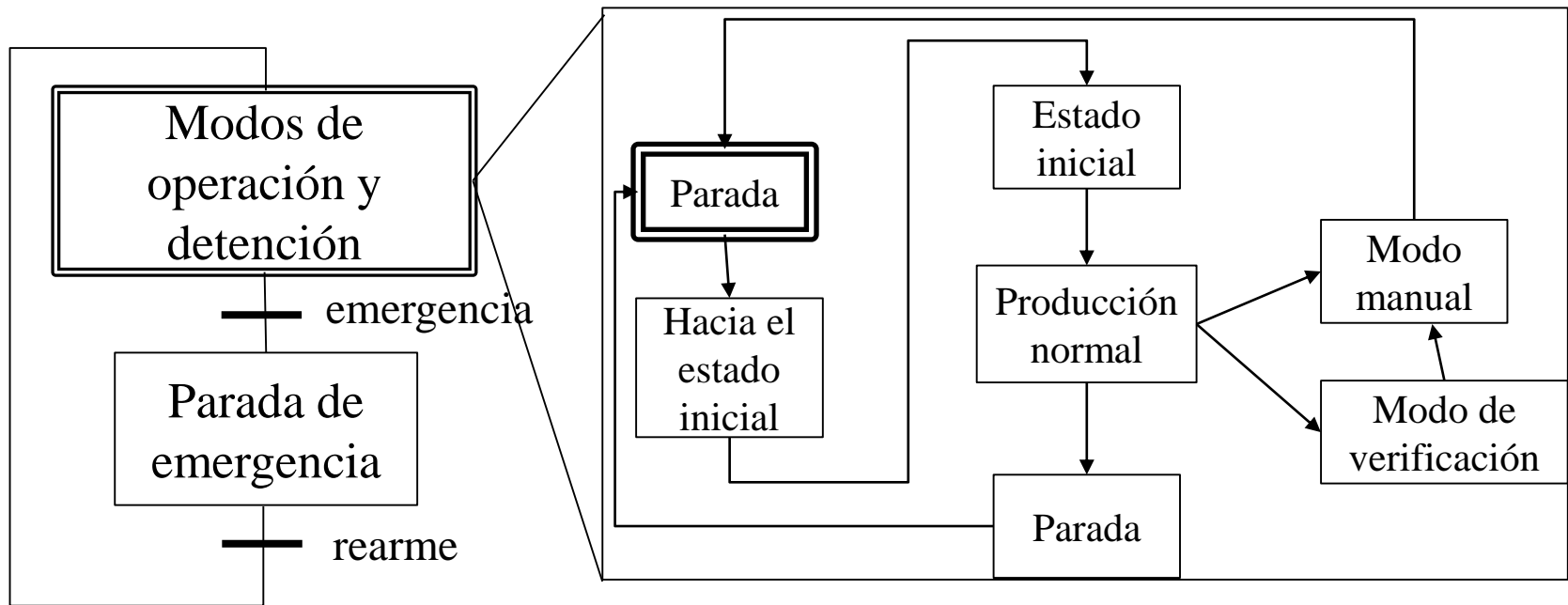
congelación del automatismo



inhibición de las acciones

6. Los diagramas jerarquizados

- Se realizan mediante un Grafcet Global compuesto de una serie de Grafcets Parciales para:
 - Seguridad
 - Evolución o cambios en los modos de marcha u operación
 - Cada modo de operación



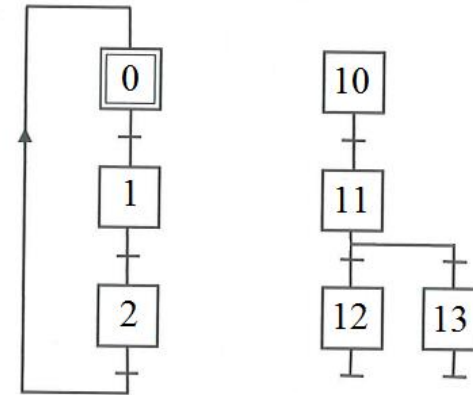
- ¿Cuál es el orden en la jerarquía?
Seguridad, Modos de marcha y Producción.
- ¿Cómo implemento esta jerarquía? (u otra)
 - Necesito:
 - modificar la situación de un grafcet parcial desde otro grafcet parcial
 - establecer relaciones entre grafcets parciales
 - hacer al sistema coherente y determinista
 - Opciones técnicas:
 - Órdenes de forzado
 - Encapsulado
 - Macroetapas



6. Los diagramas jerarquizados

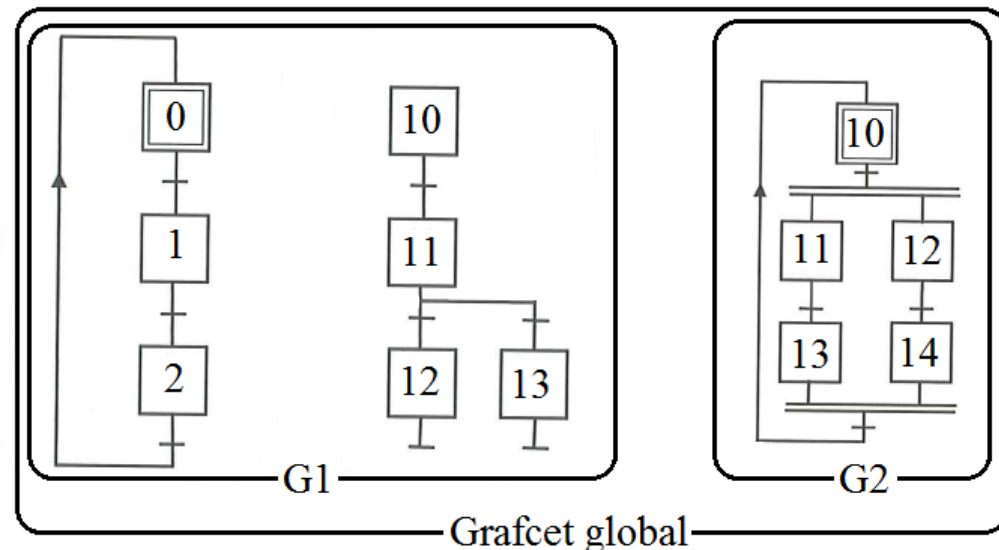
- Grafcet conexo: estructura en la que siempre hay conexión (alternancia etapa-transición) entre los elementos.

Ejemplo: dos grafcets conexos



- Grafcet parcial: formado por varios grafcets conexos resulta de la división del grafcet global que representa un sistema.

Ejemplo: El grafcet parcial G2 y el grafcet parcial G1 forman el grafcet global de un sistema. El grafcet parcial G1 está formado por dos grafcets conexos.



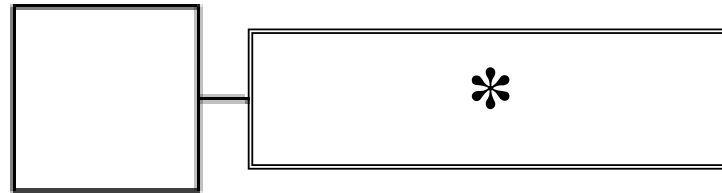
6. Los diagramas jerarquizados

- Convenciones de símbolos para grafjets parciales:
 - **G*** Nombre de un grafjet parcial: la letra G indica que es un grafjet parcial, y el asterisco debe ser reemplazado por el nombre del grafjet parcial.
Ejemplo: G1 indica el grafjet parcial 1.
 - **XG*** Variable de un grafjet parcial: el valor 1 de esta variable indica que alguna de las etapas del grafjet parcial G* está activa.
Ejemplo: XG1 es la variable asociada al grafjet parcial 1
 - **G#{...,...}** Situación de un grafjet parcial: es el listado de las etapas activas de un grafjet parcial # en un determinado momento.
Ejemplo: G12{8,9} indica que el grafjet parcial 12 tiene activas las etapas 8 y 9.
 - **G#{*}** Situación actual de un grafjet parcial: si se pone el * se indica la situación del grafjet parcial en un determinado instante (congelación).
 - **G#{ }** Situación vacía de un grafjet parcial: designa que el grafjet parcial # no tiene ninguna de sus etapas activas.
 - **G#{INIT}** situación inicial de grafjet parcial.



6. Los diagramas jerarquizados: forzado

- Forzado de grafjets parciales
 - La estructuración se puede realizar mediante **órdenes de forzado**
 - Estas ordenes permiten imponer una situación determinada a un grafjet parcial (grafjet forzado) desde otro grafjet parcial (grafjet forzante o principal)
 - Se considera la orden de forzado como una acción de nivel, que se mantendrá activa siempre que la etapa correspondiente del Grafjet Principal lo esté. Por lo tanto, el Grafjet Forzado no evolucionará hasta que deje de ser forzado.
 - Representación gráfica



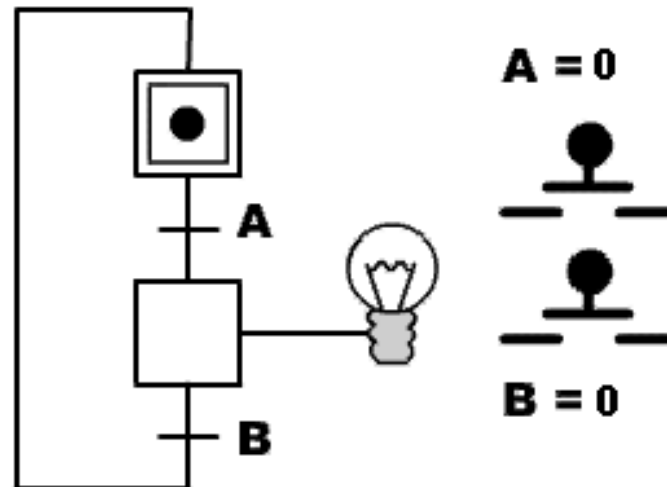
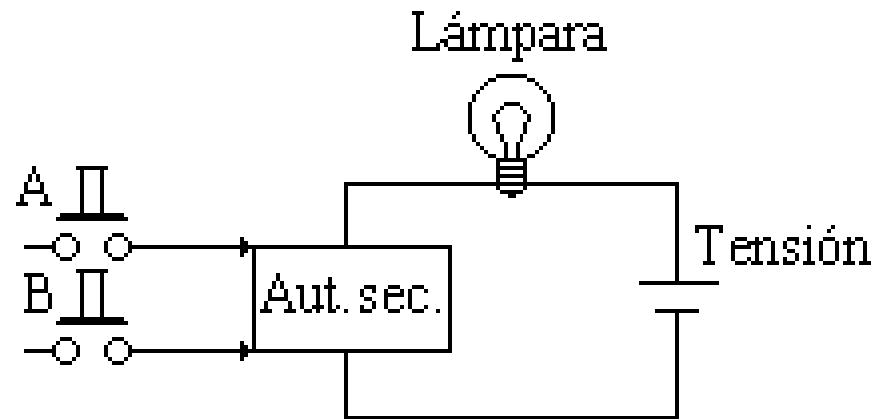
donde * es cualquiera de las 4 opciones finales de la transparencia anterior para llevar a un grafjet parcial, respectivamente, a:

- una situación explícita,
- la paralización de su evolución,
- la desaparición de todas sus marcas, o
- a la situación inicial.

CONSIDERACIONES

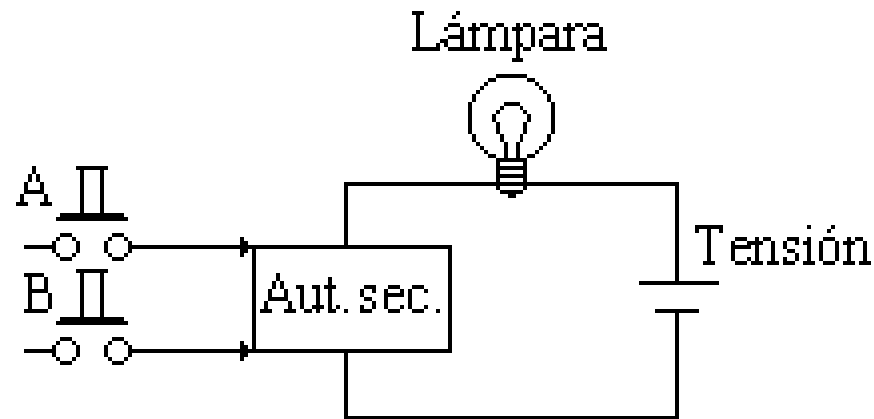
- La **orden de forzado** se aplica de un **grafcet parcial a otro grafcet parcial**.
- La orden de forzado no debe permitir **ninguna ambigüedad** o incoherencia en su definición:
 - si un grafcet parcial fuerza a otro, lo **recíproco es imposible**
 - en un instante de tiempo, un grafcet parcial **solo** puede ser forzado **por un único grafcet parcial**.
- El forzado es una orden interna (distinta a las salidas), consecuencia de una evolución. Por tanto, los grafkets forzados han de **alcanzar inmediatamente las situaciones impuestas**.
- Se considera el forzado como una acción de nivel, que se mantendrá activa siempre que la etapa correspondiente del Grafket Principal lo esté. Por lo tanto, el **Grafket Forzado no evolucionará hasta que deje de ser forzado**.
- El forzado es **prioritario** a cualquier otra actividad del modelo (evolución, salidas, ...)
- Las reglas de evolución del Grafket se aplicarán siempre en coherencia con el forzado

- Bombilla

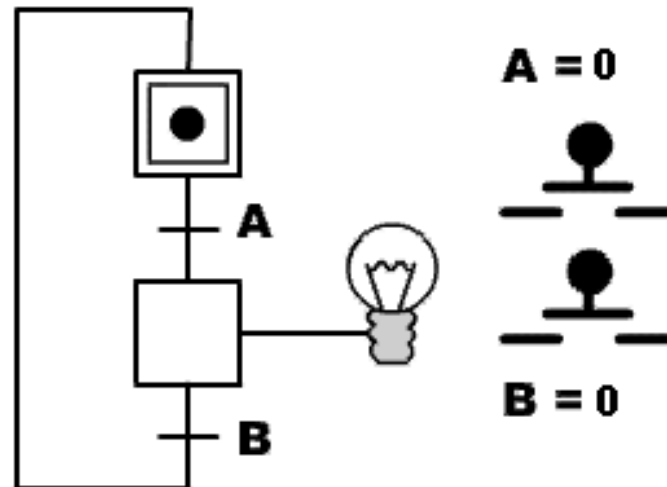


6. Ejemplos de implementación

- Bombilla



Parada de emergencia

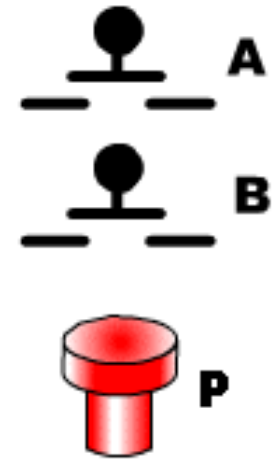
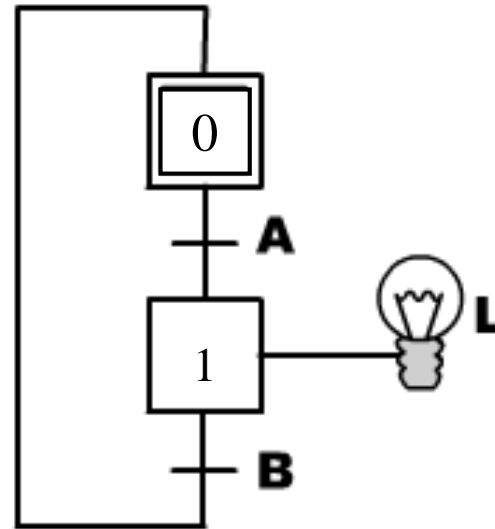
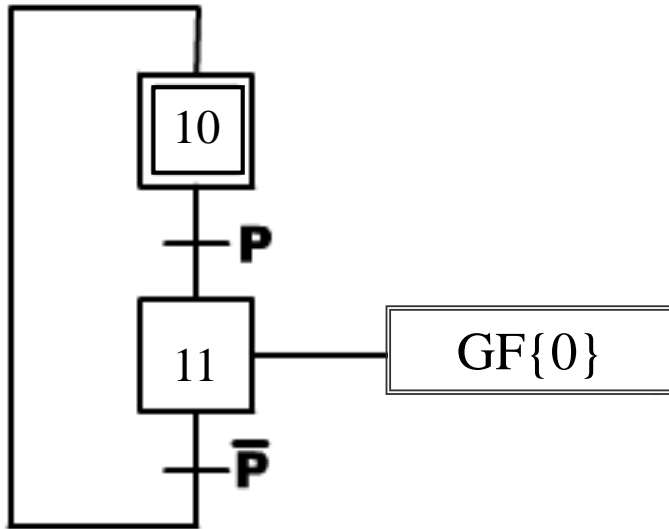


6. Los diagramas jerarquizados: forzado

- Forzado a una situación explícita

GP: Grafcet Principal

GF: Grafcet Forzado



$$S_{10} = X_{11} \overline{P} + C_i$$

$$S_{11} = X_{10} P$$

$$X_{10} = S_{10} + \overline{S_{11}} X_{10}$$

$$X_{11} = S_{11} + \overline{S_{10}} X_{11}$$

$$S_0 = X_1 B + C_i$$

$$S_1 = X_0 A$$

$$X_0 = (S_0 + \overline{S_1} X_0) \overline{X_{11}} + X_{11}$$

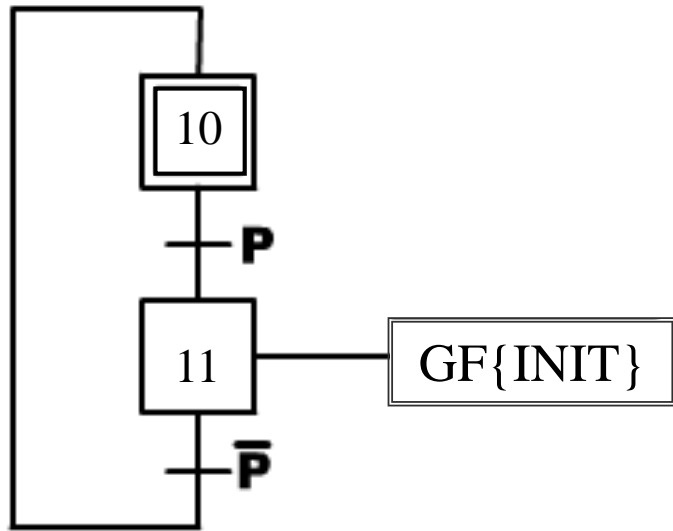
$$X_1 = (S_1 + \overline{S_0} X_1) \overline{X_{11}}$$

$$L = X_1$$

6. Los diagramas jerarquizados: forzado

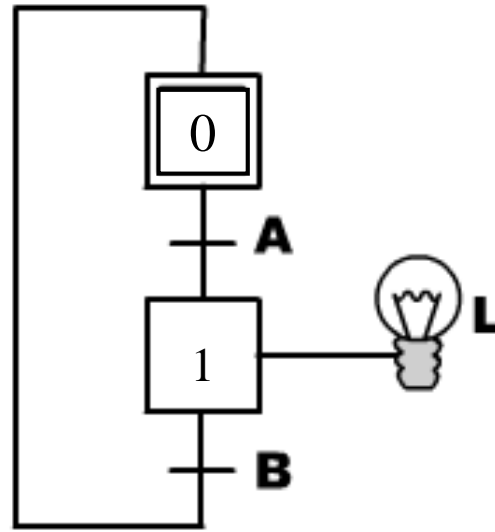
- Forzado a la situación inicial

GP: Grafcet Principal

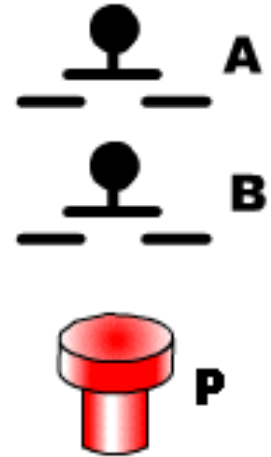


$$\begin{aligned} S_{10} &= X_{11} \bar{P} + C_i \\ S_{11} &= X_{10} P \\ X_{10} &= S_{10} + \bar{S}_{11} X_{10} \\ X_{11} &= S_{11} + \bar{S}_{10} X_{11} \end{aligned}$$

GF: Grafcet Forzado

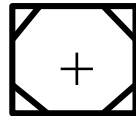


$$\begin{aligned} S_0 &= X_1 B + C_i \\ S_1 &= X_0 A \\ X_0 &= (S_0 + \bar{S}_1 X_0) \bar{X}_{11} + X_{11} \\ X_1 &= (S_1 + \bar{S}_0 X_1) \bar{X}_{11} \\ L &= X_1 \end{aligned}$$

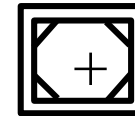


6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado

- Encapsulado de etapas
 - La estructuración también se puede realizar mediante el **encapsulado**
 - Un conjunto de etapas se dice que están encapsuladas por otra etapa, denominada etapa encapsulante, si y solo si cuando **la etapa encapsulante está activa al menos una de las etapas encapsuladas está activa**.
 - Representación gráfica de la etapa encapsulante



Etapa encapsulante +

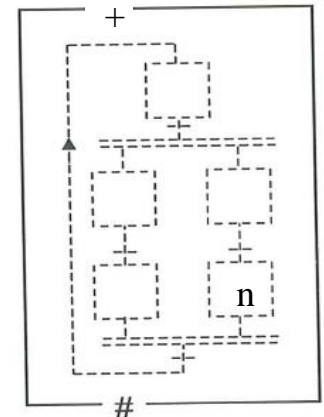


Etapa encapsulante inicial +

- Representación gráfica del encapsulado # por la etapa +

Descripción textual de un encapsulado: $X+/G\#$

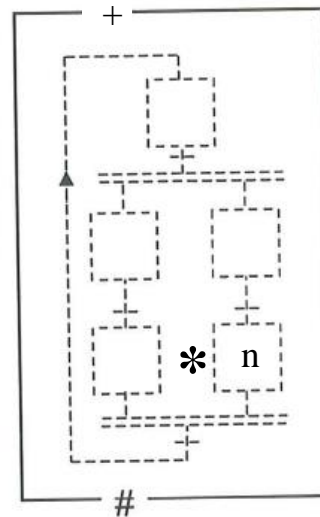
Designación de una etapa de un encapsulado: $X+/Xn$



- Conexión de activación * :
 - un asterisco a la izquierda de una etapa encapsulada indica que se activa al activarse la etapa encapsulante

6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado

- Inicio del funcionamiento de un grafcet encapsulado
 - Mediante su propia etapa inicial (que lo activará en la situación inicial)
 - Mediante una conexión de activación * (que lo activará cada vez que se active la etapa encapsulante): es un asterisco a la izquierda de una etapa encapsulada que hace que esta se active según la evolución del grafcet que contiene la etapa encapsulante



- Esta conexión de activación no debe confundirse con la etapa inicial que puede tener el grafcet encapsulado (y que requiere que la encapsulante sea también etapa inicial)
- Es posible que una etapa inicial de un grafcet encapsulado tenga también conexión de activación

6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado

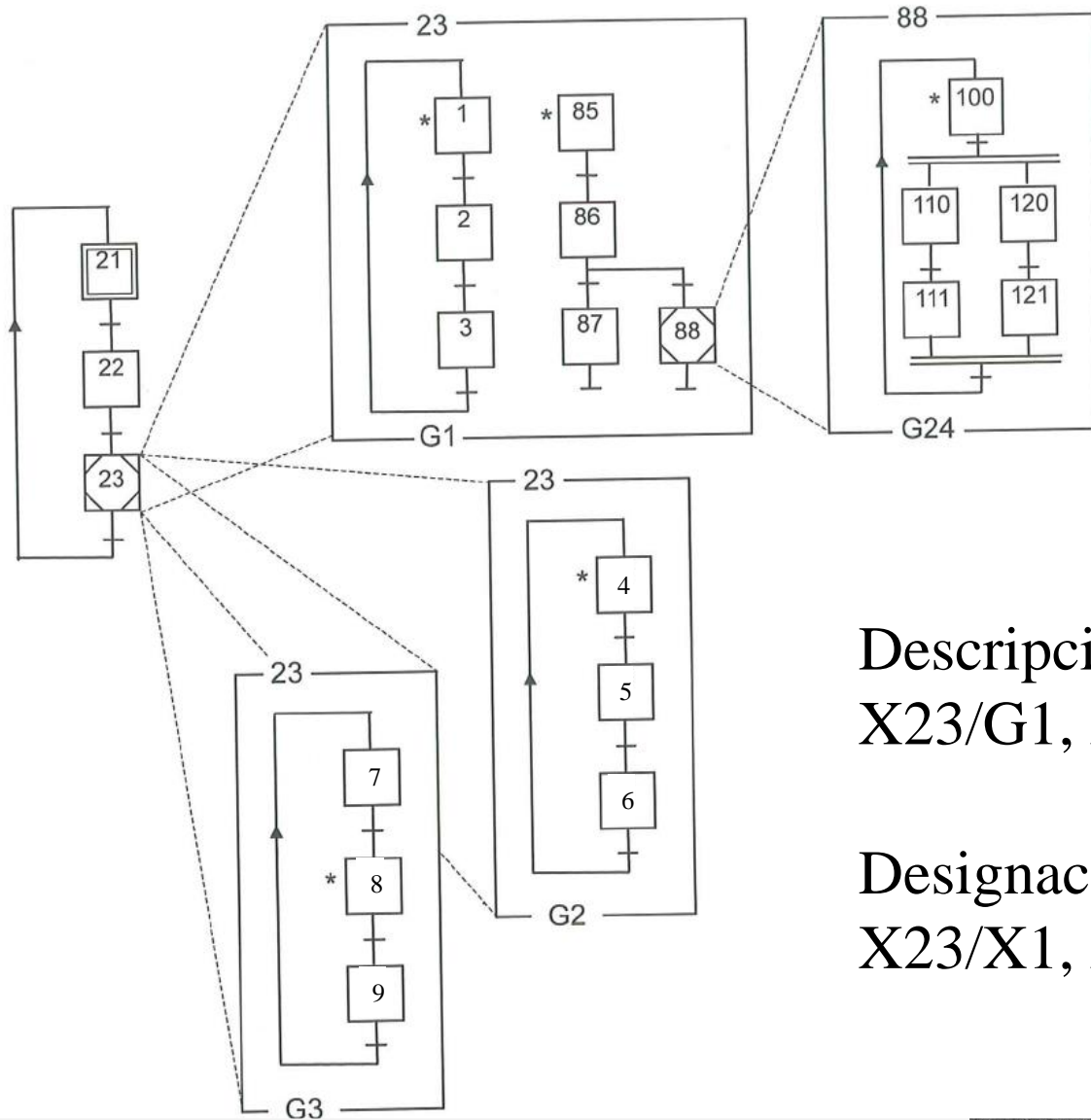


- Evolución de un grafcet encapsulado
 - La conexión de activación se considera como una acción impulsional que activará la etapa que corresponda del grafcet encapsulado
 - El grafcet encapsulado evoluciona tras la activación según su propia estructura
 - El grafcet encapsulado evolucionará mientras esté activa la etapa que lo encapsula
 - La desactivación de la etapa encapsulante implica la desactivación inmediata de todas las etapas del grafcet encapsulado



6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado

- Ejemplo de uso de las etapas de envoltura

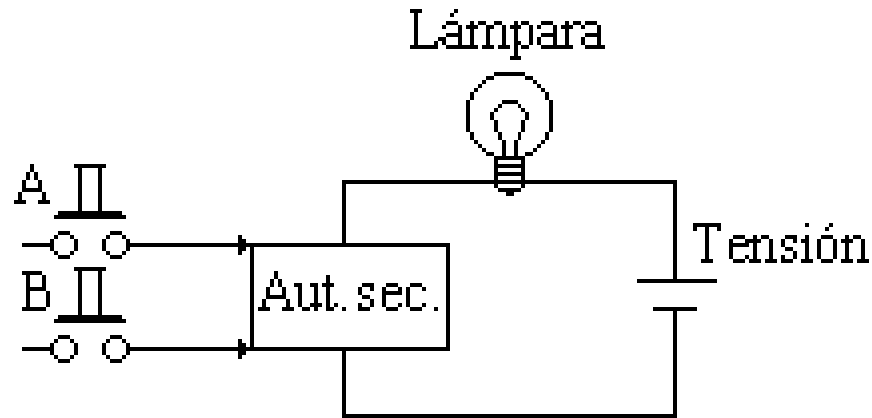


Descripción textual encapsulados:
X23/G1, X88/G24, X23/G3, X23/G2

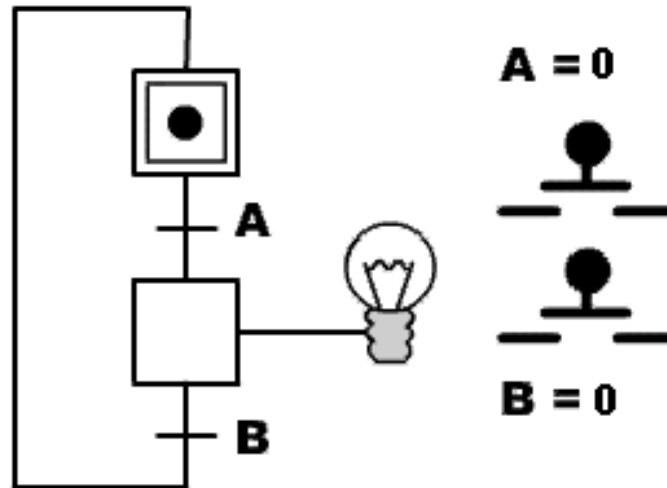
Designación de etapas encapsuladas:
X23/X1, X23/X86, X23/X88/X120

6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado

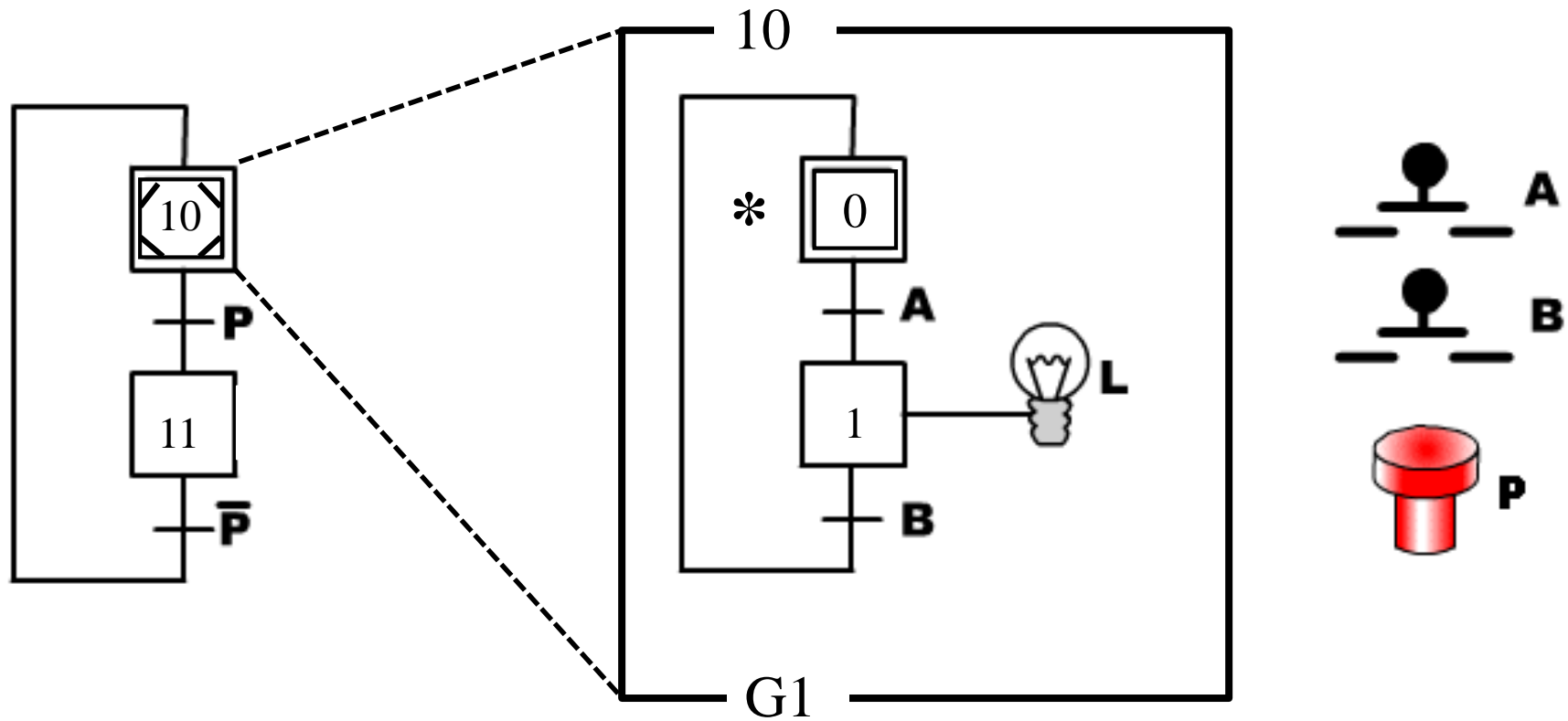
- Bombilla



Parada de emergencia



6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado



$$S_{10} = X_{11} \overline{P} + C_i$$

$$S_{11} = X_{10} P$$

$$X_{10} = S_{10} + \overline{S_{11}} X_{10}$$

$$X_{11} = S_{11} + \overline{S_{10}} X_{11}$$

$$S_0 = X_1 B + C_i$$

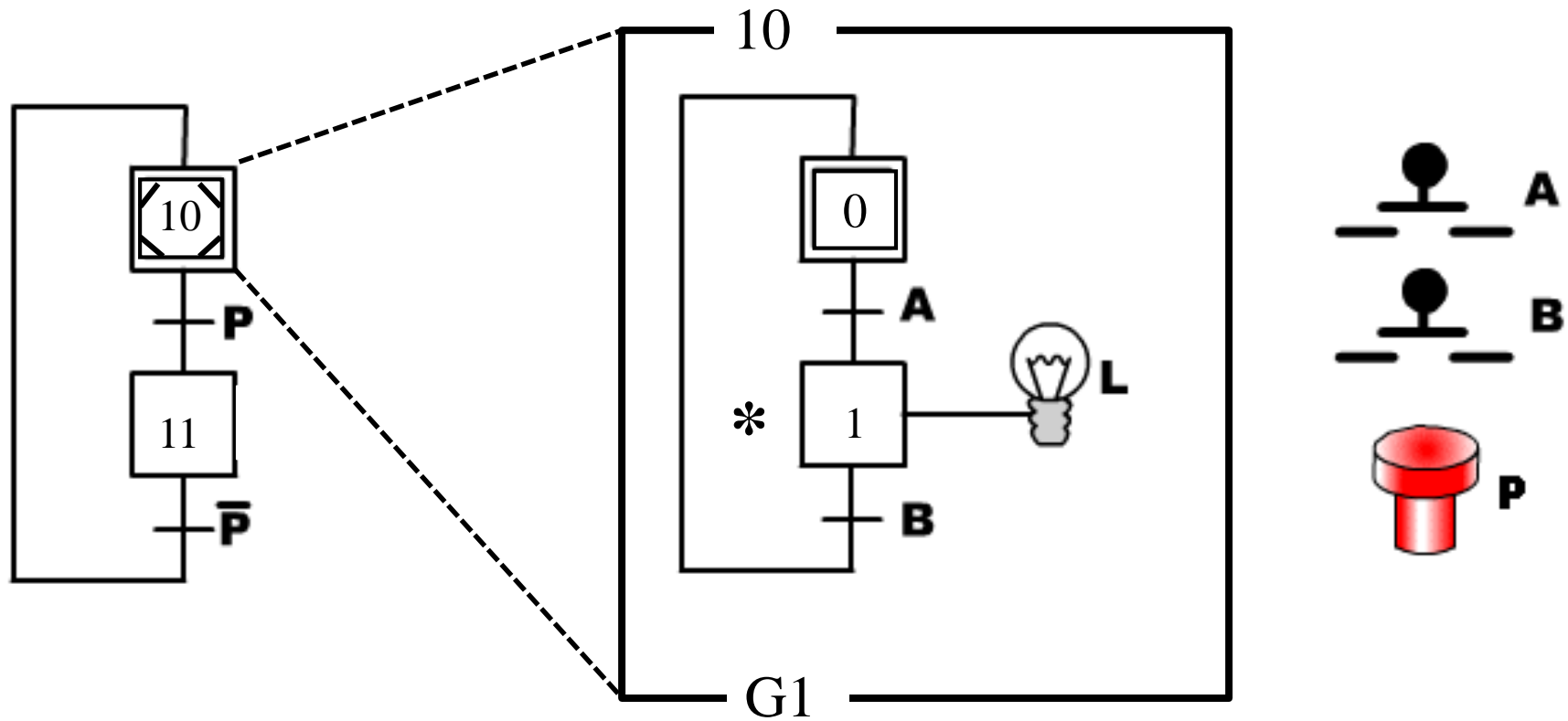
$$S_1 = X_0 A$$

$$X_0 = (S_0 + \overline{S_1} X_0) X_{10} + \uparrow X_{10}$$

$$X_1 = (S_1 + \overline{S_0} X_1) X_{10}$$

$$L = X_1$$

6. Los diagramas jerarquizados: encapsulado



$$S_{10} = X_{11} \bar{P} + C_i$$

$$S_{11} = X_{10} P$$

$$X_{10} = S_{10} + \bar{S}_{11} X_{10}$$

$$X_{11} = S_{11} + \bar{S}_{10} X_{11}$$

$$S_0 = X_1 B + C_i$$

$$S_1 = X_0 A$$

$$X_0 = (S_0 + \bar{S}_1 X_0) X_{10}$$

$$X_1 = (S_1 + \bar{S}_0 X_1) X_{10} + \uparrow X_{10} \bar{C}_i$$

$$L = X_1$$

6. Los diagramas jerarquizados: macroetapas



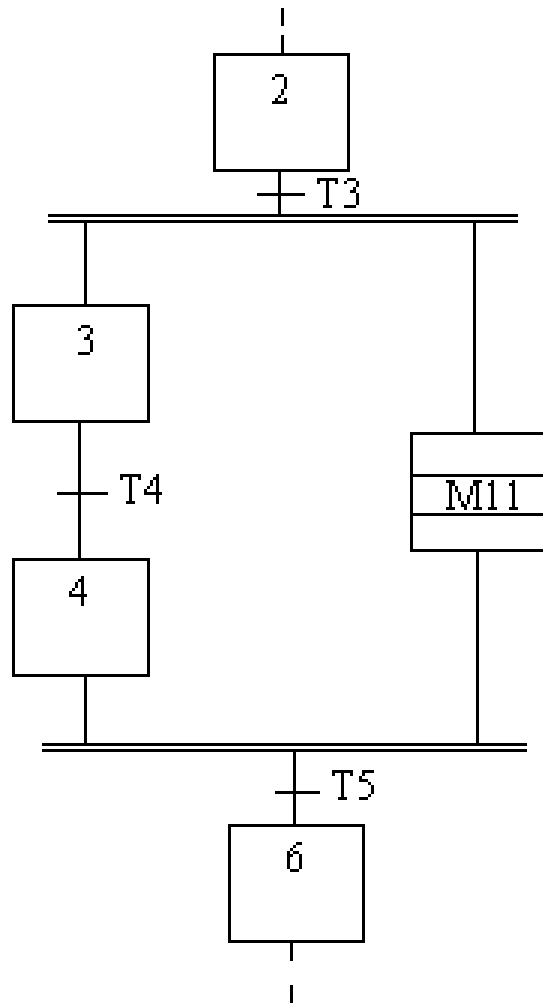
- Las macroetapas se usan fundamentalmente para tener descripciones de la automatización del proceso que permiten ir de lo general a lo particular
- Representación gráfica de la macroetapa *



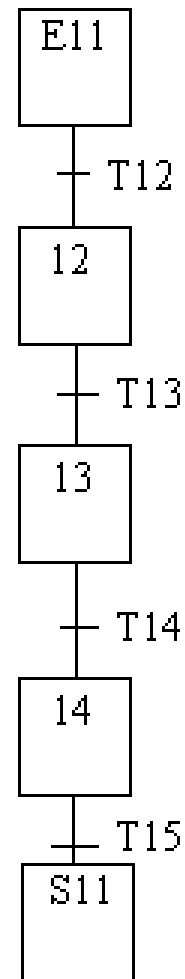
- La macroetapa M^* es una representación de una parte detallada del graficet denominada expansión de la macroetapa
- M^* no tiene las propiedades habituales de las etapas, pues su activación no valida de forma automática la siguiente transición
- La macroetapa está activa mientras lo esté alguna de las etapas de su expansión, y se representa por la variable XM^*



6. Los diagramas jerarquizados: macroetapas



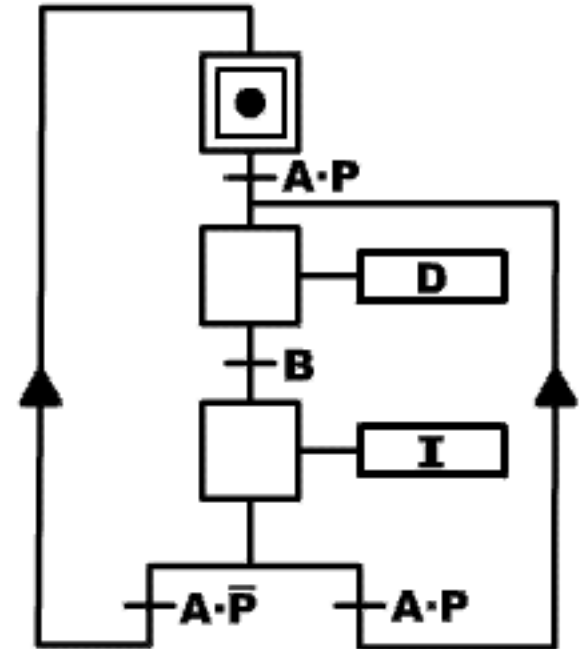
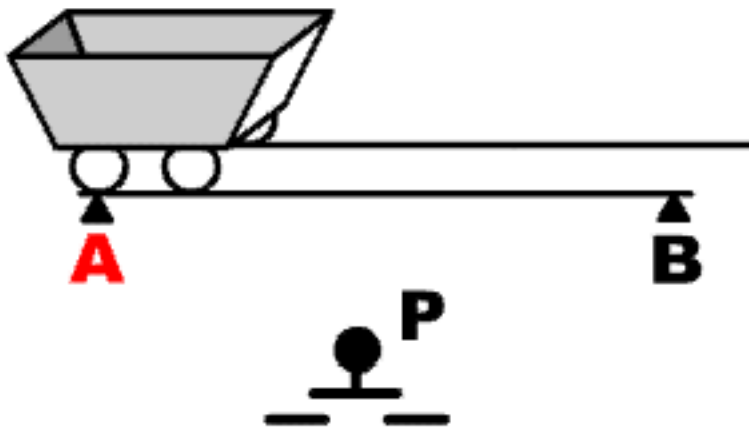
macroetapa



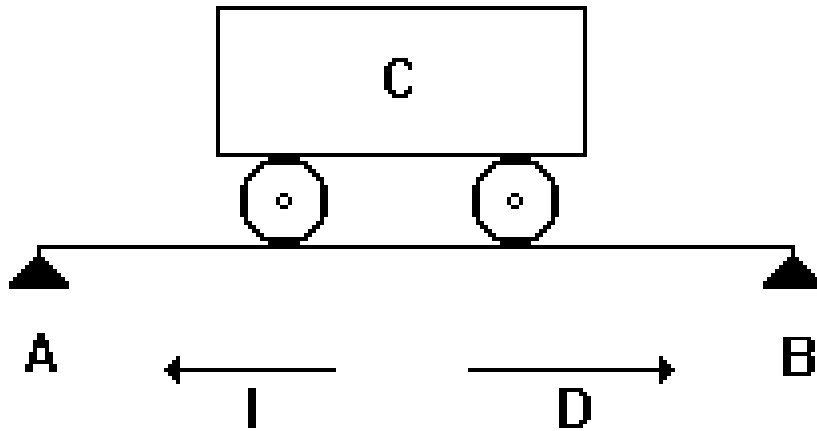
expansión

- La expansión tiene una entrada (E) y una salida (S).
- Disparo de transiciones anteriores a macroetapa provoca su conexión.
- Etapa de salida de la expansión provoca la validación de las transiciones posteriores.
- Ningún arco puede entrar o salir de la expansión.

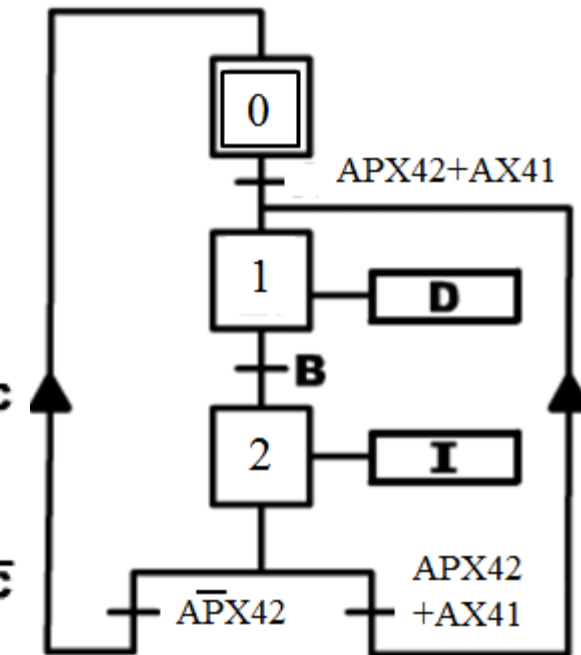
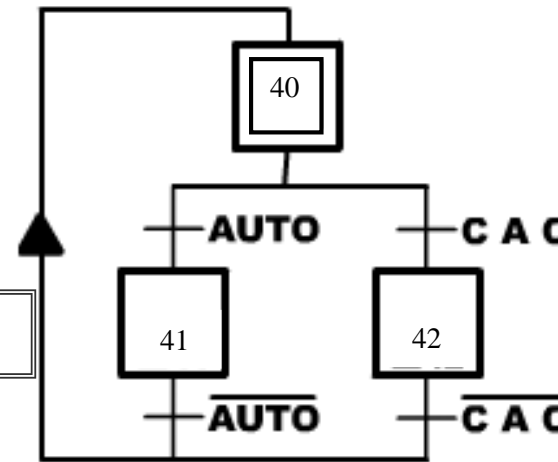
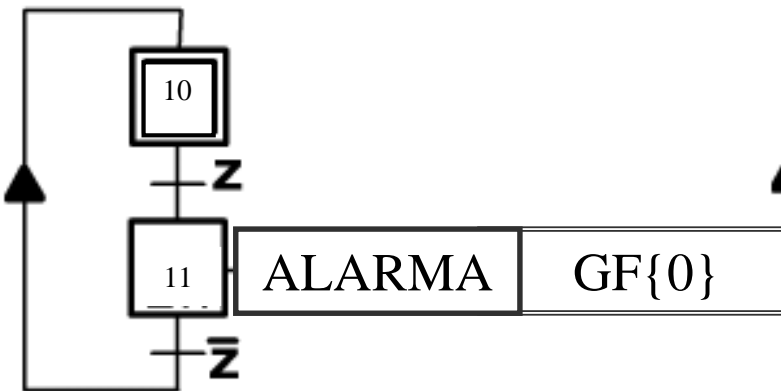
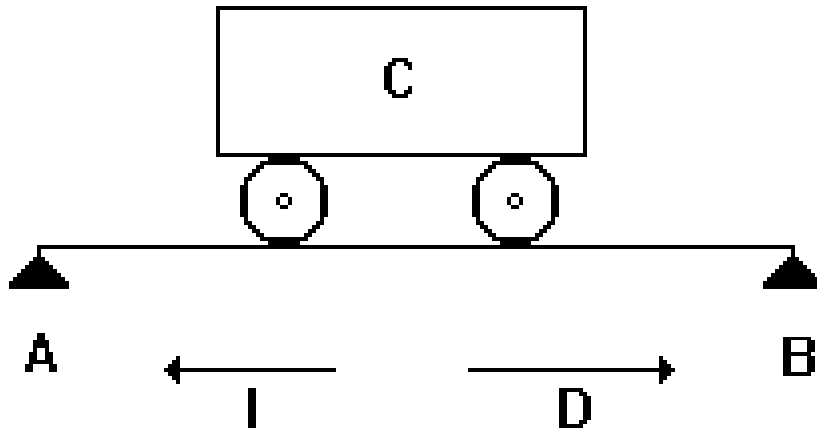
- Vagoneta



7. Ejemplos de implementación



7. Ejemplos de implementación



GP: Grafcet Principal GMM: G. Modos Marcha GF: G. Funcionamiento

7. Ejemplos de implementación

$$S_0 = X_2 A \bar{P} X_{42} + C_i$$

$$S_1 = X_2 A P X_{42} + X_2 A X_{41} + X_0 A P X_{42} + X_0 A X_{41}$$

$$S_2 = X_1 B$$

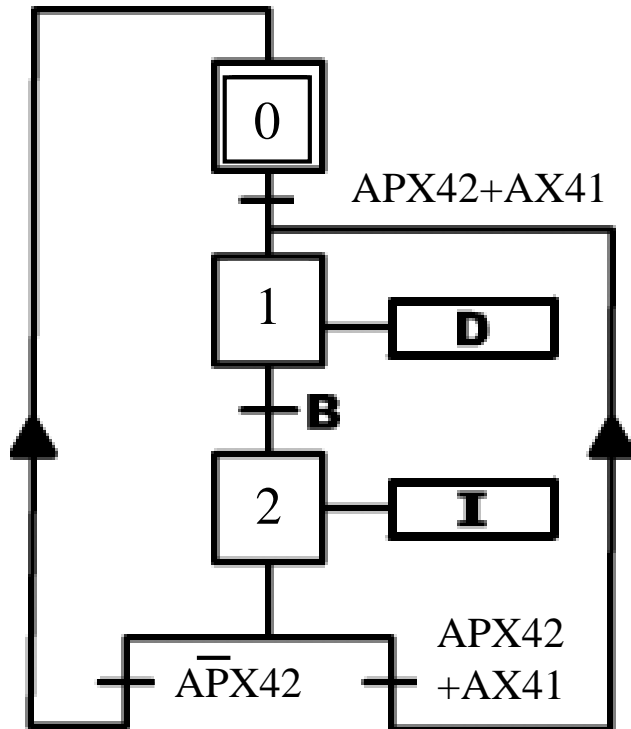
$$X_0 = (S_0 + \bar{S}_1 X_0) \bar{X}_{11} + X_{11}$$

$$X_1 = (S_1 + \bar{S}_2 X_1) \bar{X}_{11}$$

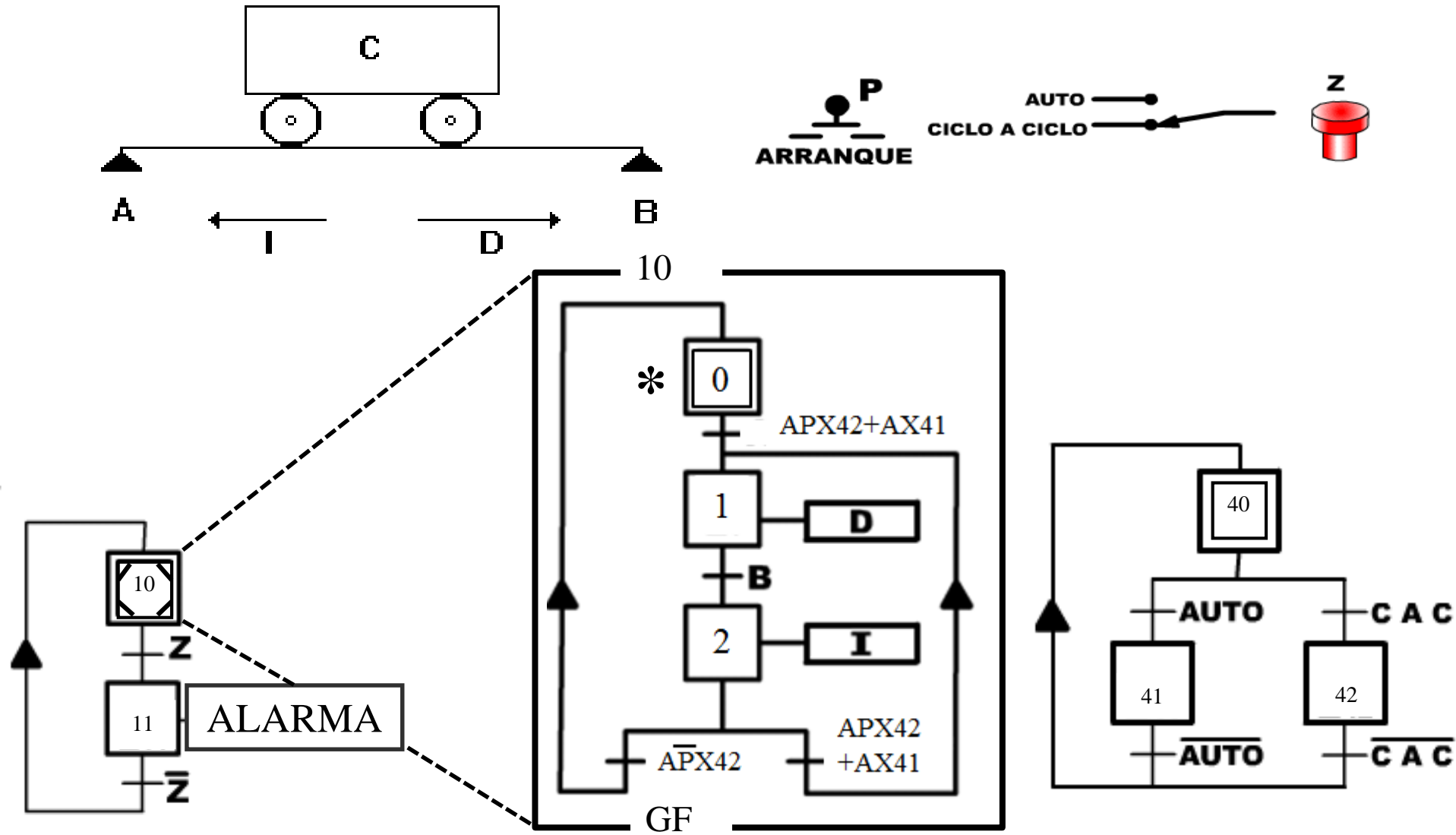
$$X_2 = (S_2 + \bar{S}_0 \bar{S}_1 X_2) \bar{X}_{11}$$

$$D = X_1$$

$$I = X_2$$



7. Ejemplos de implementación



GP: Grafcet Principal GF: G. Funcionamiento GMM: G. Modos Marcha

7. Ejemplos de implementación

$$S_0 = X_2 A \bar{P} X_{42} + C_i$$

$$S_1 = X_2 A P X_{42} + X_2 A X_{41} + X_0 A P X_{42} + X_0 A X_{41}$$

$$S_2 = X_1 B$$

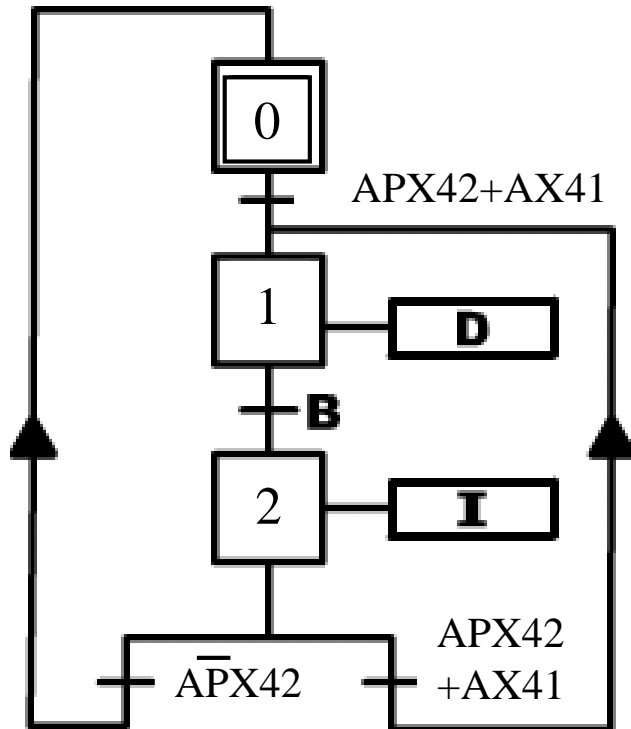
$$X_0 = (S_0 + \bar{S}_1 X_0) X_{10} + \uparrow X_{10}$$

$$X_1 = (S_1 + \bar{S}_2 X_1) X_{10}$$

$$X_2 = (S_2 + \bar{S}_0 \bar{S}_1 X_2) X_{10}$$

$$D = X_1$$

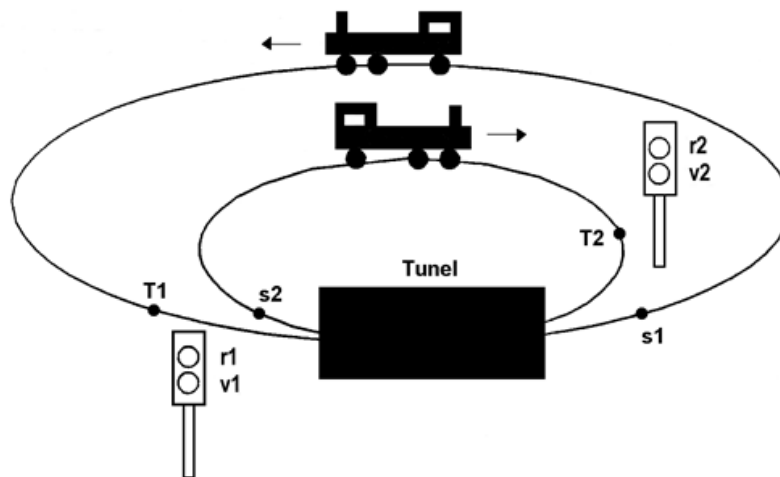
$$I = X_2$$



Problema 1

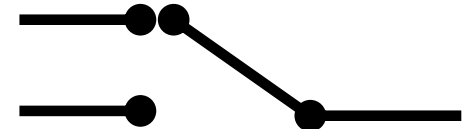
Diseñar un automatismo jerarquizado para el **ejemplo 7** del tema 6 que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Un mecanismo de seguridad que, activado por un **pulsador P con enclavamiento**, suspenda todas las operaciones y, que tras su liberación, permita continuar el funcionamiento del graficet de producción desde el principio.
2. Un **conmutador de dos posiciones**: ciclo a ciclo y automático. En el modo ciclo a ciclo sólo se ha de permitir el paso de un nuevo tren a través del túnel si se pulsa **m**.

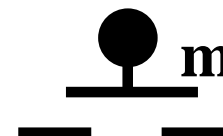


P

Ciclo a ciclo



Automático

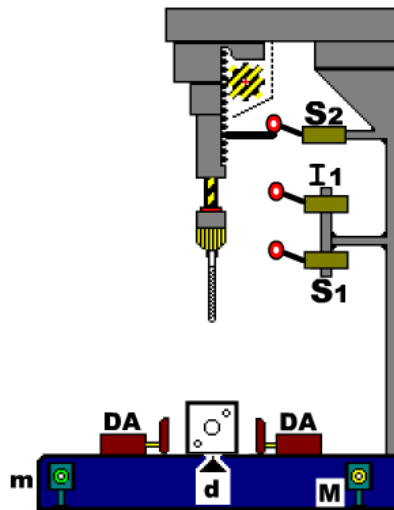


m

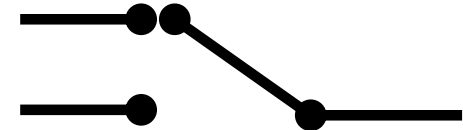
Problema 2

Diseñar un automatismo jerarquizado para el **ejemplo 4** del tema 6 que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Dos modos de funcionamiento: marcha automática (sin necesidad de presionar m para iniciar un nuevo ciclo) y marcha ciclo a ciclo.
2. Un mecanismo de seguridad que activado por un **pulsador P con enclavamiento**, suspenda todas las operaciones y, que tras su liberación, permita continuar el funcionamiento del graficet de producción desde el principio, una vez se compruebe que ha sido retirada la pieza y se ha colocado una nueva.



Ciclo a ciclo



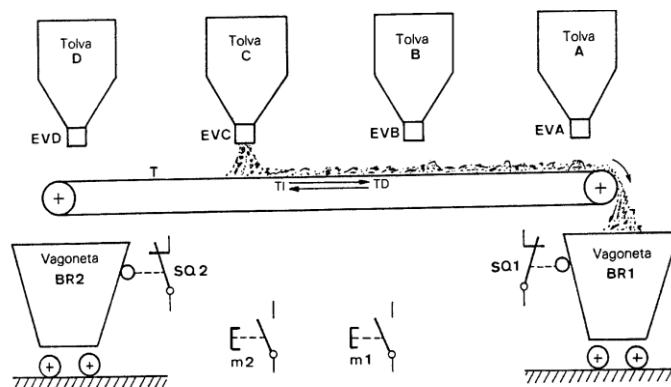
Automático



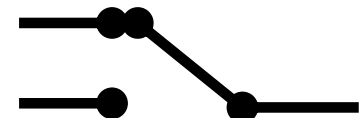
Problema 3

Diseñar un automatismo jerarquizado para el **ejercicio 5** del tema 6 que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Un mecanismo de emergencia que vigile la pulsación de la seta de emergencia P. En ese caso ha de detenerse el proceso y, una vez desaparecida esta señal, se procederá al vaciado de la cinta a la vagoneta que se estaba llenando y se volverá a la situación de reposo.
2. Dos modos de funcionamiento: marcha automática (sin necesidad de presionar m1 o m2 para iniciar un nuevo ciclo) y marcha ciclo a ciclo (la original). Cuando el conmutador está en la posición “**Automático**” se repite una y otra vez la última mezcla seleccionada (m1 o m2).



Ciclo a ciclo

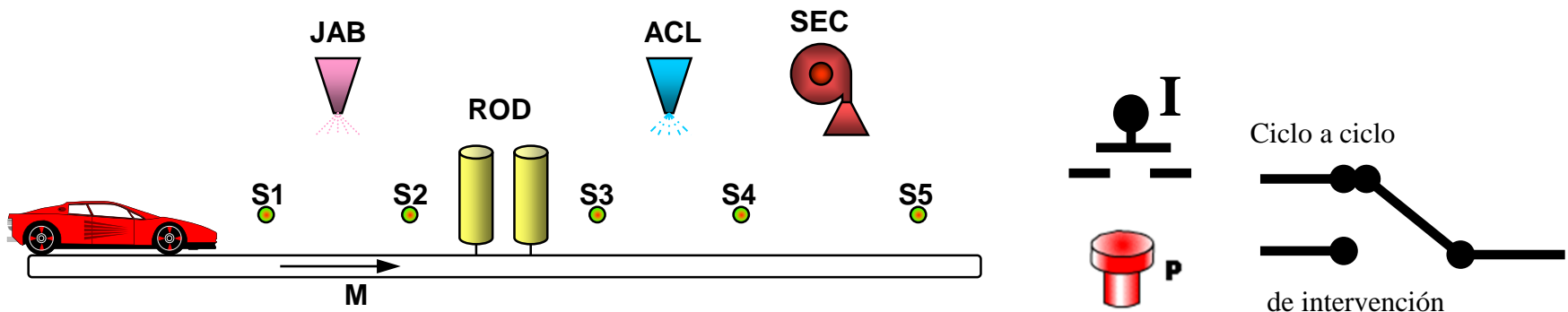


Automático

Problema 4

Diseñar un automatismo jerarquizado para el **ejercicio 7** del tema 6 que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Un mecanismo de emergencia que vigile la pulsación de la seta de **emergencia P**. En ese caso ha de detenerse el proceso y, una vez desaparecida esta señal, se procederá a la extracción del vehículo y se volverá a la situación de reposo
2. Dos modos de marcha: marcha ciclo a ciclo (la original) y marcha de intervención. En el modo de intervención cada vez que el coche debe pasar a una nueva fase del lavado (JAB, ROD, ACL o SEC) se debe pulsar **I** para poder continuar. En caso contrario se deben detener todas las acciones.

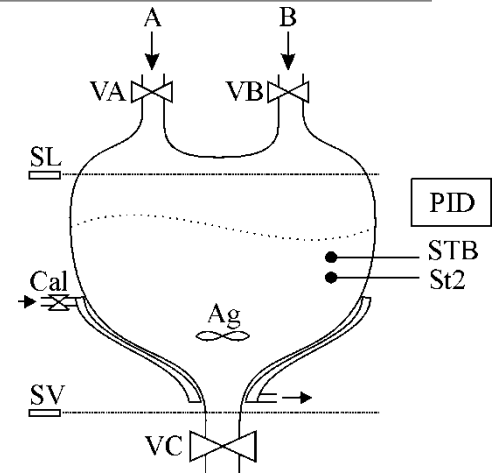


Problema 5

Automatización de un reactor químico

En dicho reactor se mezclan dos productos A y B que reaccionan a cierta temperatura para fabricar uno nuevo (C). El ingeniero de procesos ha determinado que la secuencia de acciones que hay que realizar es:

- 1.- Simultáneamente:
 - Llenado del 40 % del tanque con el reactivo A
 - Llenado del 60 % del tanque con el reactivo B.
 - Agitación de la mezcla
2. Simultáneamente:
 - Agitación de la mezcla
 - Calentamiento hasta alcanzar 120 °C mediante el uso del controlador PID.
3. Mantenimiento de la temperatura en 120°C mediante el controlador PID durante 40 minutos.
4. Vaciado del tanque.



Sensores:

SL: Sensor de lleno. Se trata de un sensor de infrarrojos que se activa cuando se corta el haz de luz.

SV: Sensor de vacío. Su funcionamiento es idéntico a SL.

STB: Sensor de temperatura booleano del líquido dentro del tanque. Se activa si la temperatura es mayor o igual a 120 °C.

ST2: Sensor de temperatura analógico. Mide la temperatura dentro del tanque.

Arr: Interruptor general de arranque.

Actuadores:

VA, VB, VC: Válvulas de llenado y vaciado de los diferentes productos.

Cal: Válvula de calentamiento. Permite la entrada de agua caliente en la camisa de calentamiento del reactor. Su accionamiento se realiza de manera analógica y está controlada por el PID.

Ag: Pone en marcha el agitador. Su activación es booleana.

PID: controlador PID para regular la temperatura medida por ST2, se activa mediante la señal PIDon.

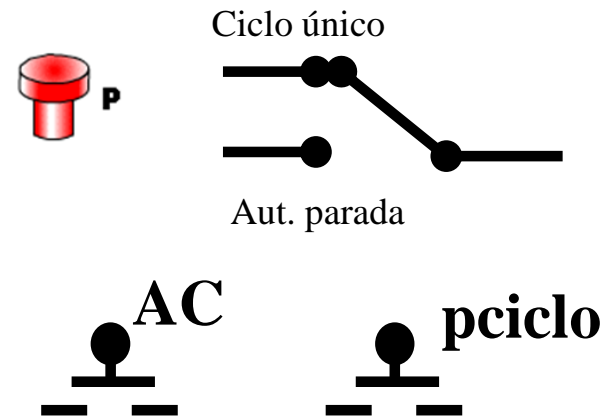
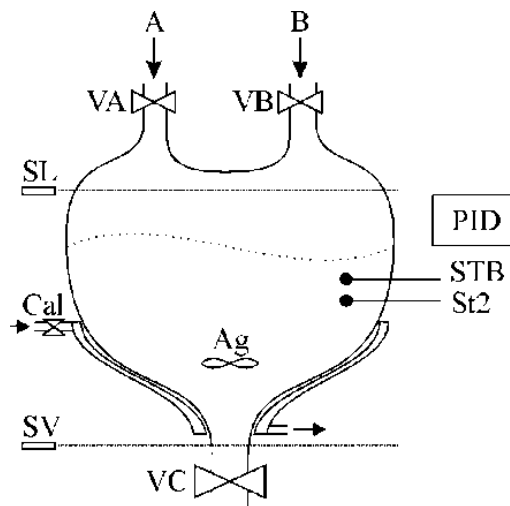
Especificaciones:

- El funcionamiento debe ser fiel a las instrucciones dadas por el ingeniero de procesos.
- Para empezar la producción se debe accionar el interruptor Arr.
- Cada vez que se inicie la producción se deben producir lotes de 150 depósitos completos de producto C.
- Se han realizado una serie de pruebas con el reactivo A de las que se desprende que el reactor se llena completamente de este producto en 20 minutos. El reactivo B es mucho más denso que el A y no se han realizado pruebas de llenado con él, pero puede deducirse que tardaría más tiempo en llenar la misma cantidad de reactor.
- No se debe permitir la producción de dos lotes consecutivos si se ha dejado activado el interruptor de arranque.

Problema 5+

Diseñar un automatismo jerarquizado para el **problema anterior** que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

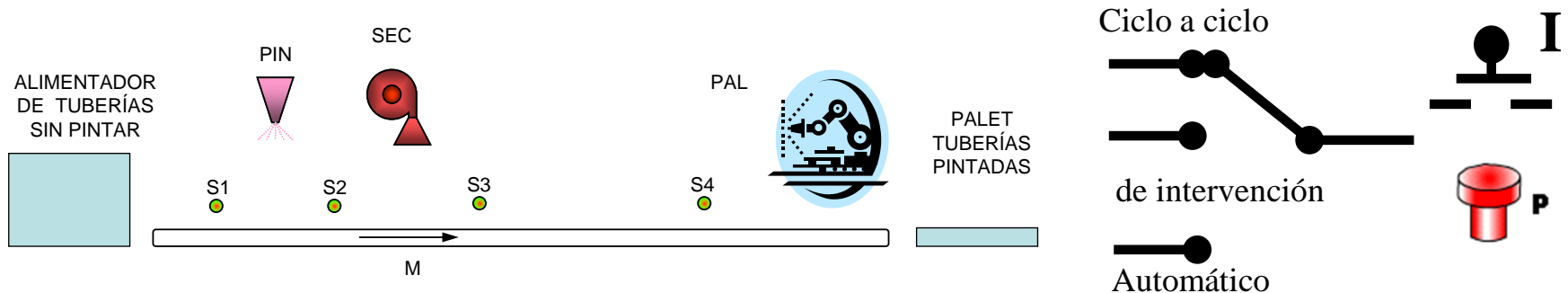
1. Un mecanismo de emergencia que vigile la pulsación de la seta de **emergencia P**. En ese caso ha de detenerse el proceso y, una vez desaparecida esta señal, se procederá al vaciado del depósito y se continuará realizando el lote de 150 depósitos, sin contabilizar el que se ha desechado.
2. Dos modos de marcha: ciclo único (el original) y marcha automática con parada. En esta última se realizan lotes de 150 depósitos sin tener en cuenta el interruptor ARR, sólo se atiende a los pulsadores AC (arranque de ciclo) y pciclo (parada de ciclo).



Problema 6

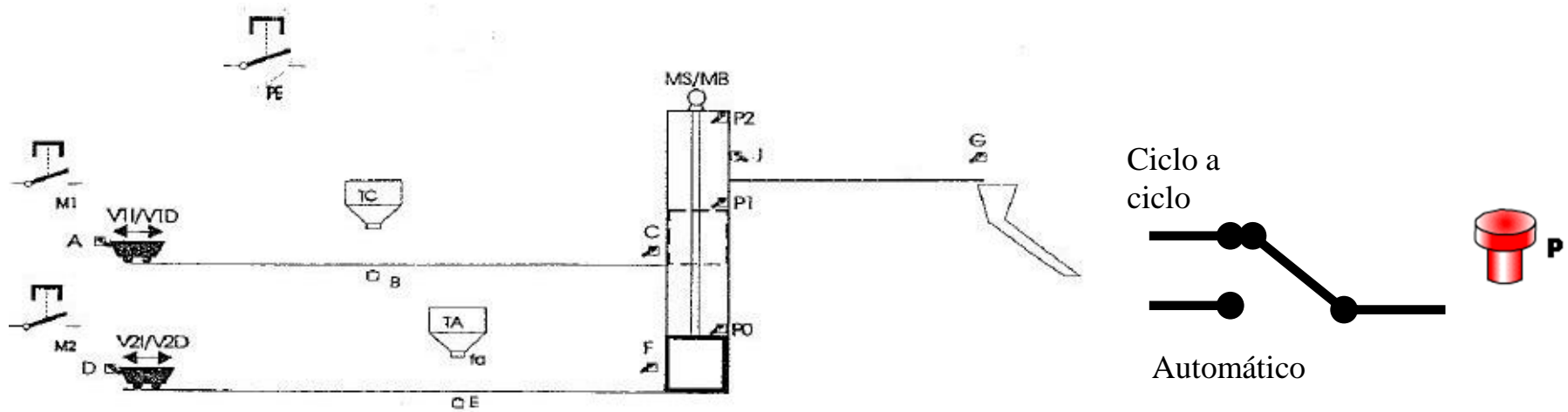
Diseñar un automatismo jerarquizado para el **ejercicio 8** del tema 6 que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Un mecanismo de emergencia que vigile la pulsación de la seta de **emergencia P**. En ese caso ha de detenerse el proceso y, una vez desaparecida esta señal, se procederá a continuar con el proceso de pintado sin contabilizar las tuberías que estaban siendo procesadas, pues un operario las habrá retirado.
2. Tres modos de marcha: ciclo a ciclo (el original), marcha de intervención y automático, en el que se pintan tuberías sin contabilizarlas. En el modo de intervención cada vez que una tubería debe pasar a una nueva fase (S1, S2 y S4) se debe pulsar **I** para poder continuar. En caso contrario se deben detener todas las acciones.



Diseñar un automatismo jerarquizado para el **ejercicio 1** del tema 67+ que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Un mecanismo de emergencia que vigile la pulsación de la seta de **emergencia P**. En ese caso ha de detenerse el proceso y, una vez desaparecida esta señal, se procederá a continuar el proceso donde se detuvo.
2. Dos modos de marcha: ciclo a ciclo (el original) y automático. En el modo automático las vagonetas empiezan un nuevo ciclo sin necesidad de pulsar M1 ni M2, una vez lleguen o estén en sus puntos de origen A y D.



8. Problemas propuestos

Problema 8

Debe realizarse la automatización de un lavadero de coches, cuyo funcionamiento queda establecido por las consideraciones y especificaciones siguientes:

– El ciclo arranca mediante la introducción de la moneda correspondiente detectado por un sensor M, lo cual enciende una luz verde LV y hace descender la rampa de acceso accionada por RA a la cinta nº1, si bien para arrancar la misma además el usuario debe accionar posteriormente el pulsador de arranque P.

– Accionando el pulsador P se producirá el arrastre de la cinta nº1 accionada por el motor C1 hasta alcanzar el sensor S0 que producirá el arranque de la cinta transportadora nº2 accionada por el motor C2. El vehículo es arrastrado hasta el lavadero a cuya entrada existe un sensor S1 que detecta la entrada del vehículo lo cual, activa la salida por la parte superior delantera del tren de lavado de agua jabonosa a presión accionada por la motobomba A1.

Transcurridos 5 segundos se activarán los rodillos delanteros accionados por el motor MR1.

– Un sensor S2 colocado en la parte central del tren de lavado, cuando detecte el vehículo que es arrastrado por la cinta C2, pondrá en marcha la cinta nº3 accionada por el motor C3, los rodillos centrales accionados por el motor MR2 y agua a presión accionada por la motobomba A1. El sensor S2 además, deberá encender una luz verde LV al principio de la cinta C1, bajando además las rampa de acceso accionada por RA permitiendo el acceso a la misma de un nuevo vehículo. (lo cual permite la utilización conjunta del tren de lavado de dos vehículos aunque en fases de lavado diferentes).

– El sensor S3 activará los rodillos del final del tren de lavado cuyo giro se produce por el motor MR3, así como nuevos surtidores de agua a presión activados por la motobomba A2. A los 10 segundos se conectará la turbina de aire de secado accionada por TB.

– El operario al cargo de la instalación dispone de un pulsador de alarma PA, cuya activación debe suponer la paralización del proceso en el punto de funcionamiento en que se encuentre, con la posibilidad de reanudación a partir del punto de detención una vez subsanada la anomalía.

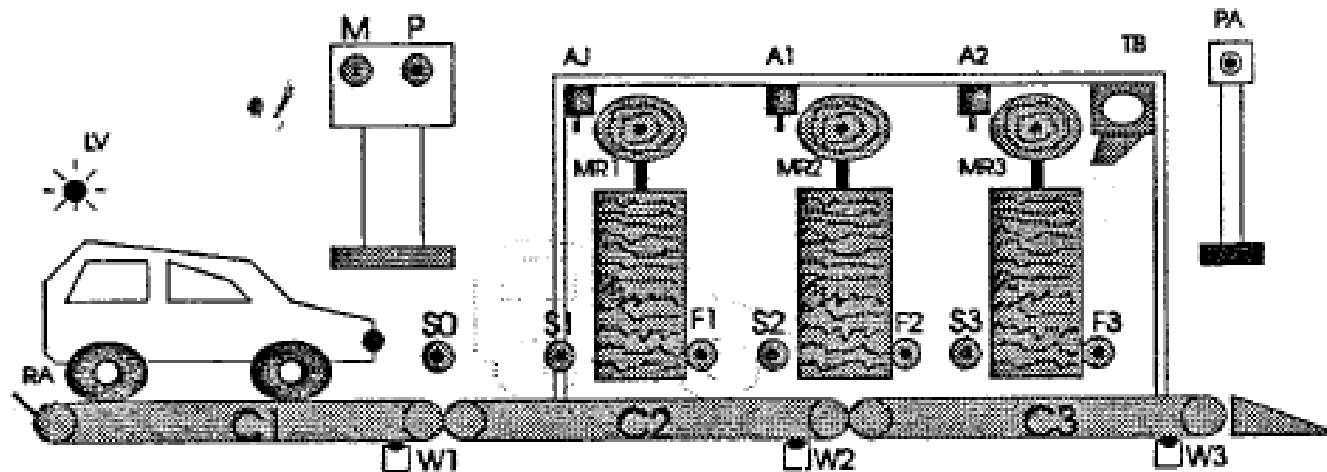
Ampliaciones del funcionamiento.-

– La velocidad de arrastre de las cintas es idéntica para las tres.

– Las operaciones básicas de rodillos, surtido de aguas y secado se prolongarán mientras los sensores correspondientes F1, F2 y F3 sigan detectando presencia de vehículo.

– Las cintas de arrastre permanecerán en movimiento hasta que los sensores correspondientes W1, W2 y W3 dejen de detectar peso en las mismas.

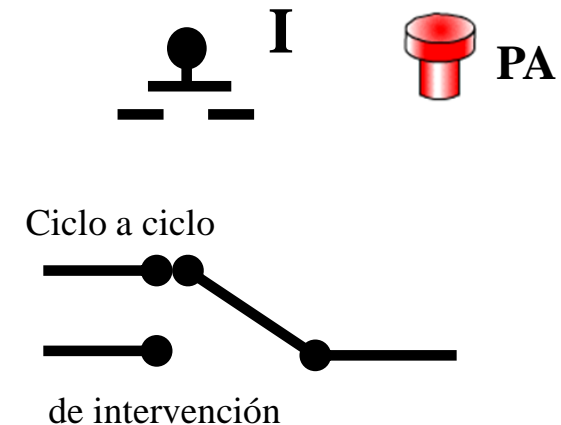
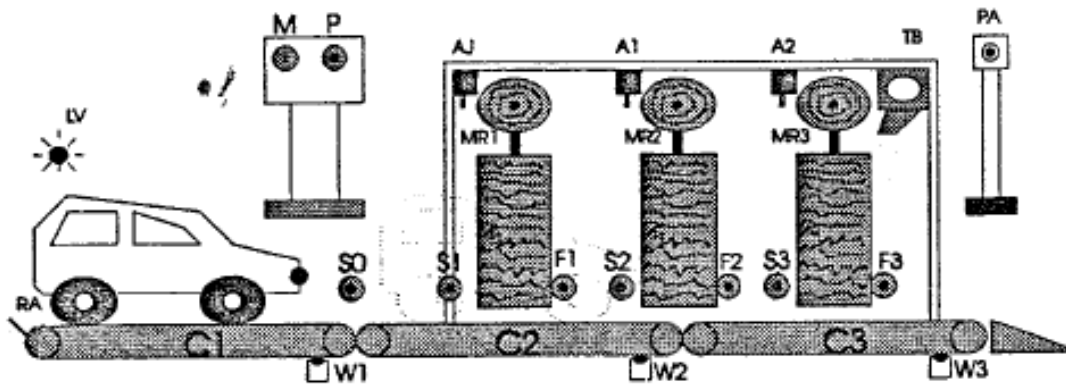
– Debe tomarse la distancia entre sensores del interior de la cabina como distancias reales y comparables a la longitud de un vehículo tipo standard tal y como se muestra en la figura del vehículo de líneas discontinuas.



Problema 8+

Diseñar un automatismo jerarquizado para el **problema 8** que además de las especificaciones funcionales ya indicadas incluya:

1. Un mecanismo de emergencia que vigile la pulsación de la seta de **emergencia PA**. En ese caso ha de detenerse el proceso y, una vez desaparecida esta señal, se procederá a continuar con el proceso de lavado justo donde se quedó.
2. Dos modos de marcha: ciclo a ciclo (el original) y marcha de intervención. En el modo de intervención cada vez que el coche debe pasar a una nueva fase del lavado (S1, S2 y S3) se debe pulsar **I** para poder continuar. En caso contrario se deben detener todas las acciones.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

www.upv.es