

Modos de marchas y paradas

- Presentación de la guía GEMMA
- Descripción de la guía GEMMA
- Utilización de la guía GEMMA

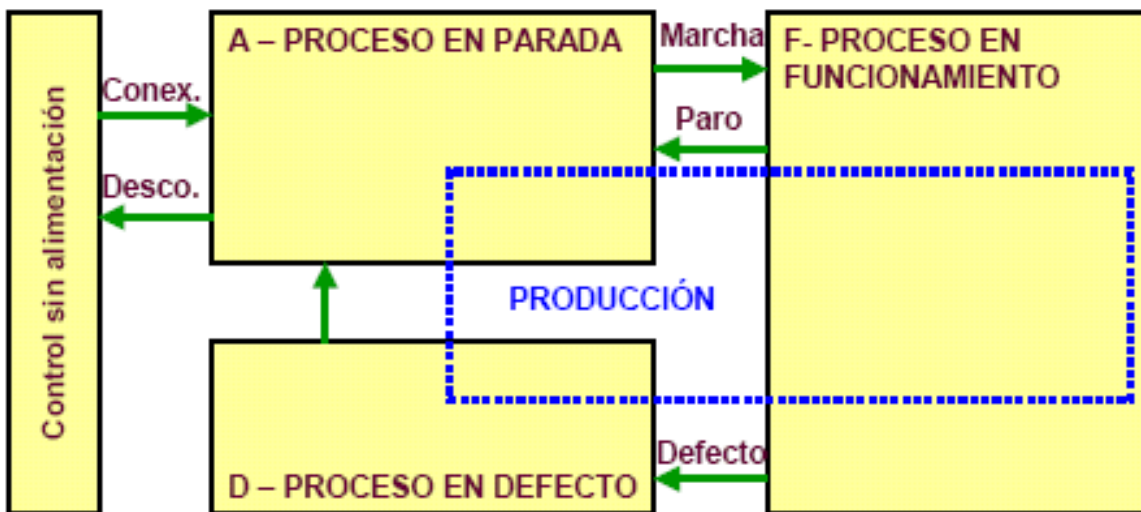
Presentación de la guía GEMMA

- En un proceso productivo automatizado, aparecen contingencias que hacen parar el proceso, como por ejemplo averías, material defectuoso, falta de piezas, mantenimiento, etc.
- En los automatismos, estas contingencias son previsibles y el propio automatismo está preparado para detectar defectos y averías y colaborar en la puesta a punto, reparación y otras tareas no propias del proceso productivo normal.
- Para fijar una forma universal de denominar y definir los diferentes estados que puede tener un sistema, la ADEPA (Agence nationale pour le DÉveloppement de la Productique Appliquée à l'industrie, Agencia nacional francesa para el desarrollo de la productica aplicada a la industria) ha preparado la guía **GEMMA** (Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts, **Guía de estudio de los modos de marchas y paradas**).
- GEMMA es una guía gráfica que presenta, los diferentes modos de marcha de una instalación de producción así como las formas y condiciones para pasar de un modo a otro.
- La GEMMA y el GRAFCET se complementan, una al otro, permitiendo una descripción progresiva del automatismo de producción.

Descripción de la guía GEMMA

- Automatismo consta de dos partes fundamentales: **sistema de producción + control de este sistema**
- El control puede estar alimentado o sin alimentar; interesa el paso de un estado al otro.

- Cuando el control está alimentado, el sistema puede estar en:
 - En funcionamiento
 - Parado (o en proceso de parada)
 - En defecto.
- Puede haber producción en cada una de estas tres situaciones.
- La GEMMA representa cada una de las cuatro situaciones (sin alimentar, funcionamiento, parada y defecto) mediante sendos rectángulos y la producción mediante un quinto rectángulo que se interseca con los tres rectángulos principales.



- Cada una de las situaciones mencionadas se puede subdividir en varias de forma que, al final, hay 17 estados de funcionamiento posibles.
- No todos los procesos precisarán todos estos estados pero los estados necesarios en cada proceso podrán fácilmente relacionarse con una parte de los que propone la GEMMA.
- La guía propone también los principales caminos para pasar de un estado a otro.

Grupo F: Procedimientos de funcionamiento

- Modos de funcionamiento necesarios para la obtención de la producción:
 - Funcionamiento normal: F1 a F3
 - Prueba y verificación: F4 a F6

F1 Producción normal.

Es el estado en el que la máquina produce normalmente, a este estado se le puede asociar un GRAFCET que llamaremos GRAFCET de base.

F2 Marcha de preparación.

Corresponde a la preparación de la máquina para el funcionamiento (precalentamiento, preparación de componentes, etc.).

F3 Marcha de cierre.

Corresponde a la fase de vaciado y/o limpieza que muchas máquinas han de realizar antes de parar o de cambiar algunas características del producto.

F4 Marchas de verificación sin orden.

En este caso la máquina, normalmente por orden del operador, puede realizar cualquier movimiento (o unos determinados movimientos preestablecidos).

Se usa para tareas de mantenimiento y verificación.

F5 Marchas de verificación en orden.

En este caso la máquina realiza el ciclo completo de funcionamiento en orden pero al ritmo fijado por el operador.

Se usa para tareas de mantenimiento y verificación.

En este estado existe la posibilidad de que la máquina produzca.

F6 Marchas de prueba.

Permiten realizar las operaciones de ajuste y de mantenimiento preventivo.

Grupo A: Procedimientos de parada

- Corresponden a todas las paradas por causas externas al proceso.
- Los modos en los que el sistema está:
 - Parado, A1 y A4
 - Los que llevan a la parada del sistema, A2 y A3
 - Los que permiten pasar el sistema de un estado de defecto a un estado de parada, A5 a A7.

A1 Parada en el estado inicial.

Es el estado normal de reposo de la máquina.

Se representa con un rectángulo doble.

Se corresponde, habitualmente, con la etapa inicial de un GRAFCET.

A2 Parada pedida a final de ciclo.

Es un estado transitorio en el que la máquina, que hasta aquel momento estaba produciendo normalmente, debe producir sólo hasta acabar el ciclo actual y pasar a estar parada en el estado inicial.

A3 Parada pedida en un estado determinado.

Es un estado transitorio en el que la máquina, debe producir sólo hasta llegar a un punto del ciclo diferente del estado inicial.

A4 Parada obtenida.

Es un estado de reposo de la máquina diferente del estado inicial.

A5 Preparación para la puesta en marcha después del defecto.

Corresponde a la fase de vaciado, limpieza o puesta en orden que en muchos casos se ha de hacer después de un defecto.

A6 Puesta del sistema en el estado inicial.

El sistema es llevado hasta la situación inicial (A1), desde situaciones diferentes a la producción (accionamientos manuales o semiautomáticos).

A7 Puesta del sistema en un estado determinado.

El sistema es llevado hasta una situación concreta diferente de la inicial; una vez realizado, la máquina pasa a estar parada.

Grupo D: Procedimientos de defecto

- Corresponden a todas las paradas por causas internas al proceso.
- Este grupo contiene todos los modos en los que el sistema está en defecto:
 - Si está en producción, D3
 - Si está parado, D1
 - Si está en fase de diagnóstico o tratamiento del defecto, D2.

D1 Parada de emergencia.

Contiene todas aquellas acciones necesarias para llevar el sistema a una situación de parada segura.

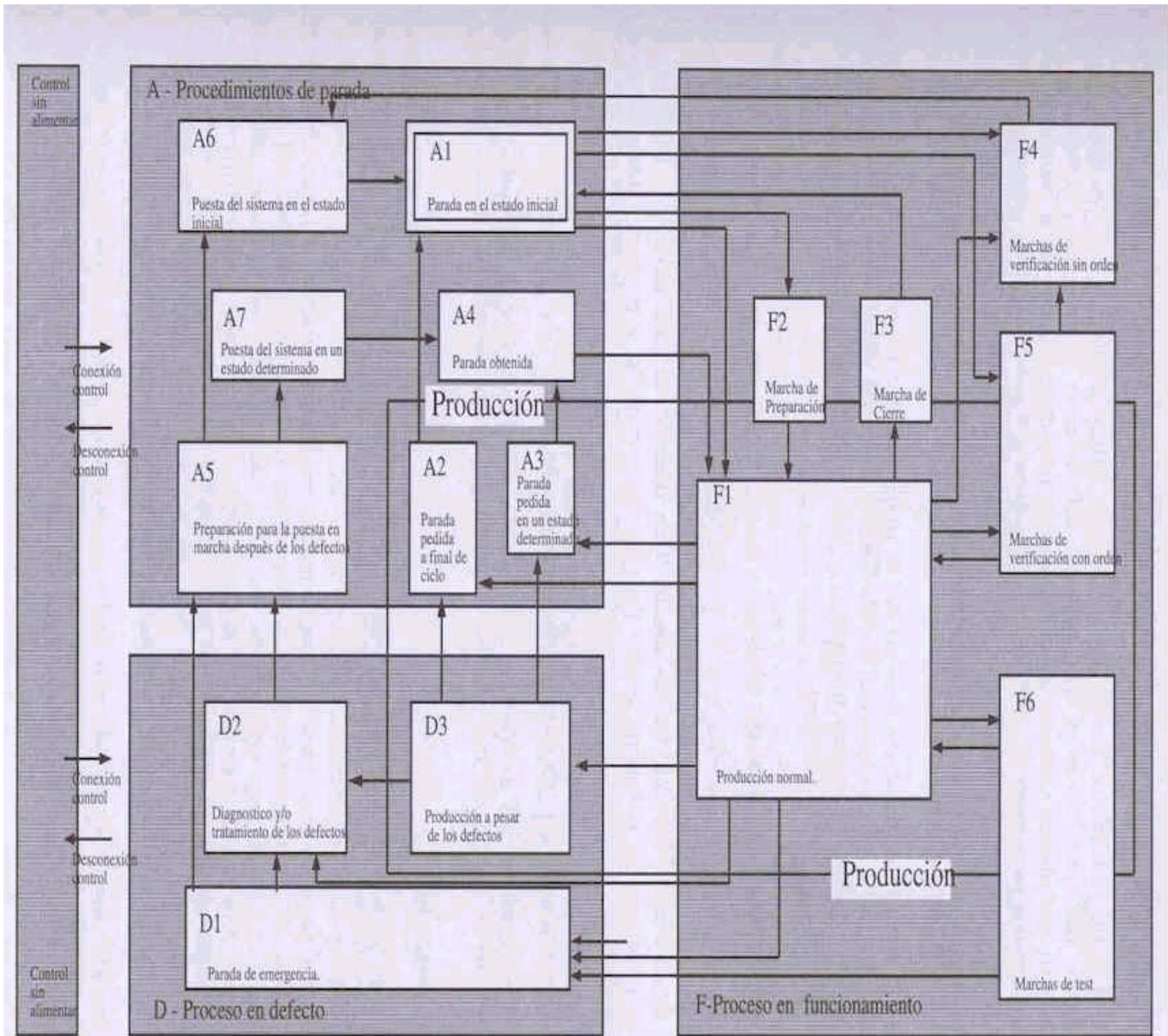
D2 Diagnóstico y/o tratamiento de los defectos.

Permite, con o sin ayuda del operador, determinar las causas del defecto y eliminarlas.

D3 Producción a pesar de los defectos.

Corresponde a aquellos casos en los que se debe continuar produciendo a pesar de que el sistema no trabaja correctamente.

Por ejemplo, se produce para agotar un reactivo no almacenable o el operador sustituye a la máquina en una determinada tarea a causa de una avería.

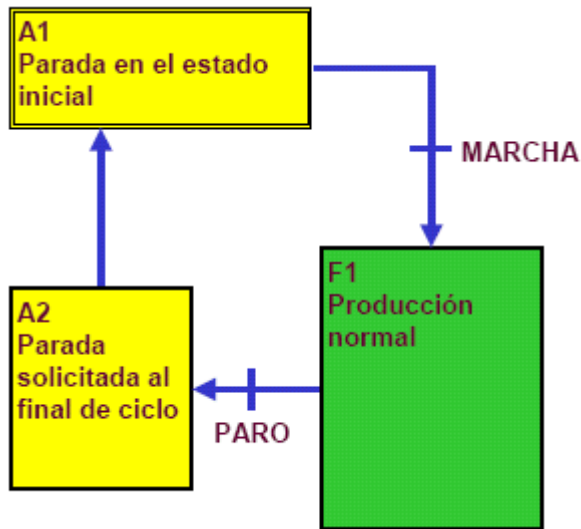


- El estado D1 (parada de emergencia) tiene un camino inconexo. Se puede pasar a este estado desde cualquier otro, para no complicar el diagrama no se explicita.

Utilización de la guía GEMMA

- GEMMA es un método sistemático para seleccionar los modos de marcha.
- Permite un método práctico para presentarlas y explotaras a modo de "manual de usuario" (obligatorio en el mercado CE).
- El diseñador estudiará estado por estado para determinar cuales son los estados necesarios en el automatismo y escribirá dentro de cada rectángulo la descripción correspondiente.
- Definidos los diferentes estados, será necesario estudiar entre que estados la evolución es posible. Usando de guía las líneas discontinuas entre estados; las evoluciones se indicarán resiguiendo los caminos marcados con una línea continua.
- Finalmente, se marcarán las condiciones necesarias para poder seguir un determinado camino. En algunas ocasiones es posible poner la condición de que la acción anterior esté completa.

Marcha por ciclos y parada a fin de ciclo



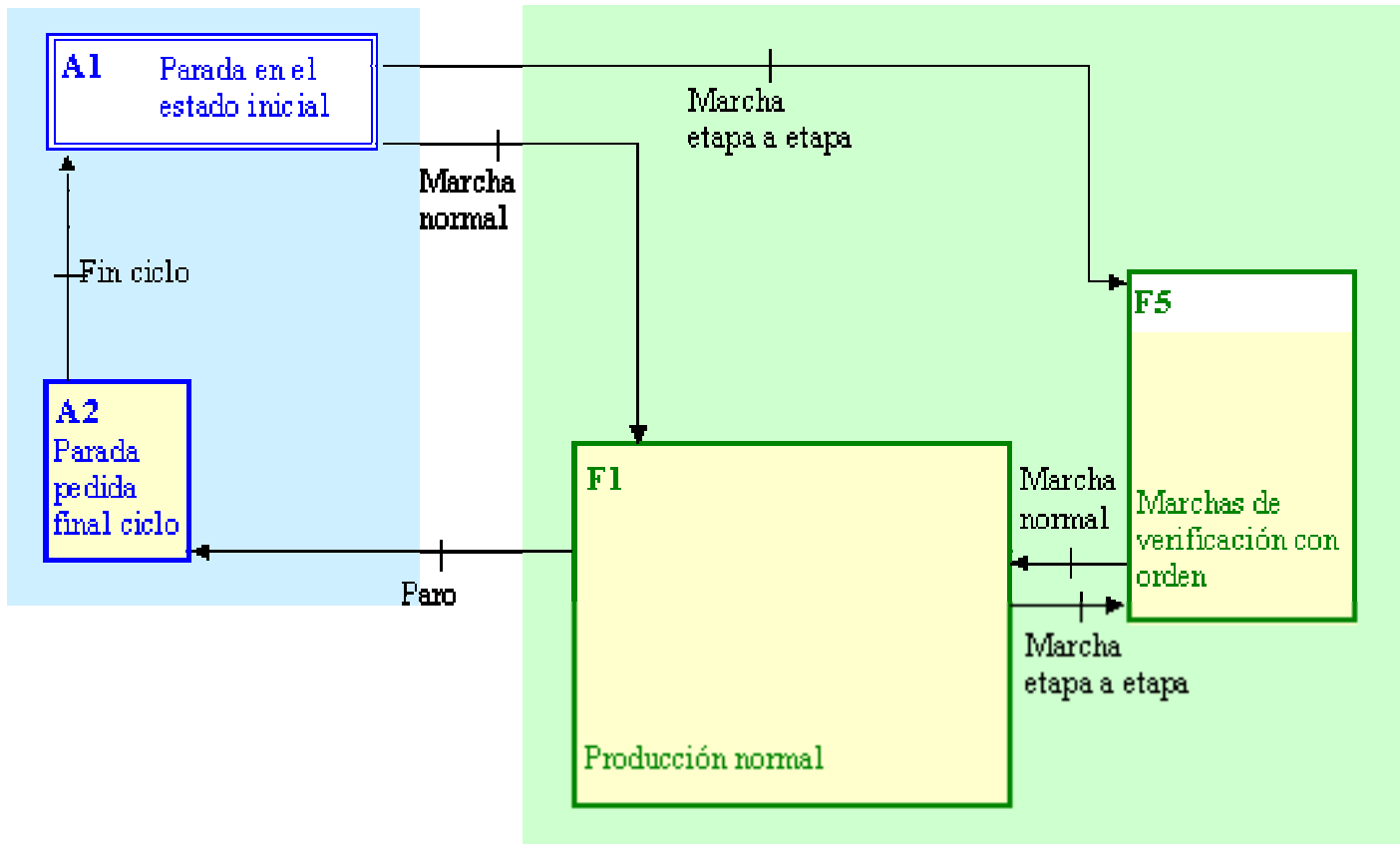
- El sistema está parado en el estado inicial (A1).
- Cuando las condiciones de puesta en marcha se verifican (pulsador de arranque) se pasa a funcionar en modo normal (F1).
- Cuando el operador pulsa el pulsador de parada, la máquina pasará al estado de parada a fin de ciclo (A2) y, cuando acabe el ciclo pasará al estado inicial (A1).
- El paso de A2 a A1 es directo al acabarse el ciclo.
 - Piloto **PARADA** intermitente

Modo de funcionamiento ciclo a ciclo

- El paso de F1 a A2 es directo inmediatamente después de finalizar el ciclo y no necesita la actuación sobre ningún pulsador.
- El modo ciclo a ciclo puede ser con antirepetición. El paso de A2 a A1 sólo se puede hacer en el caso de que el pulsador de arranque no esté pulsado.

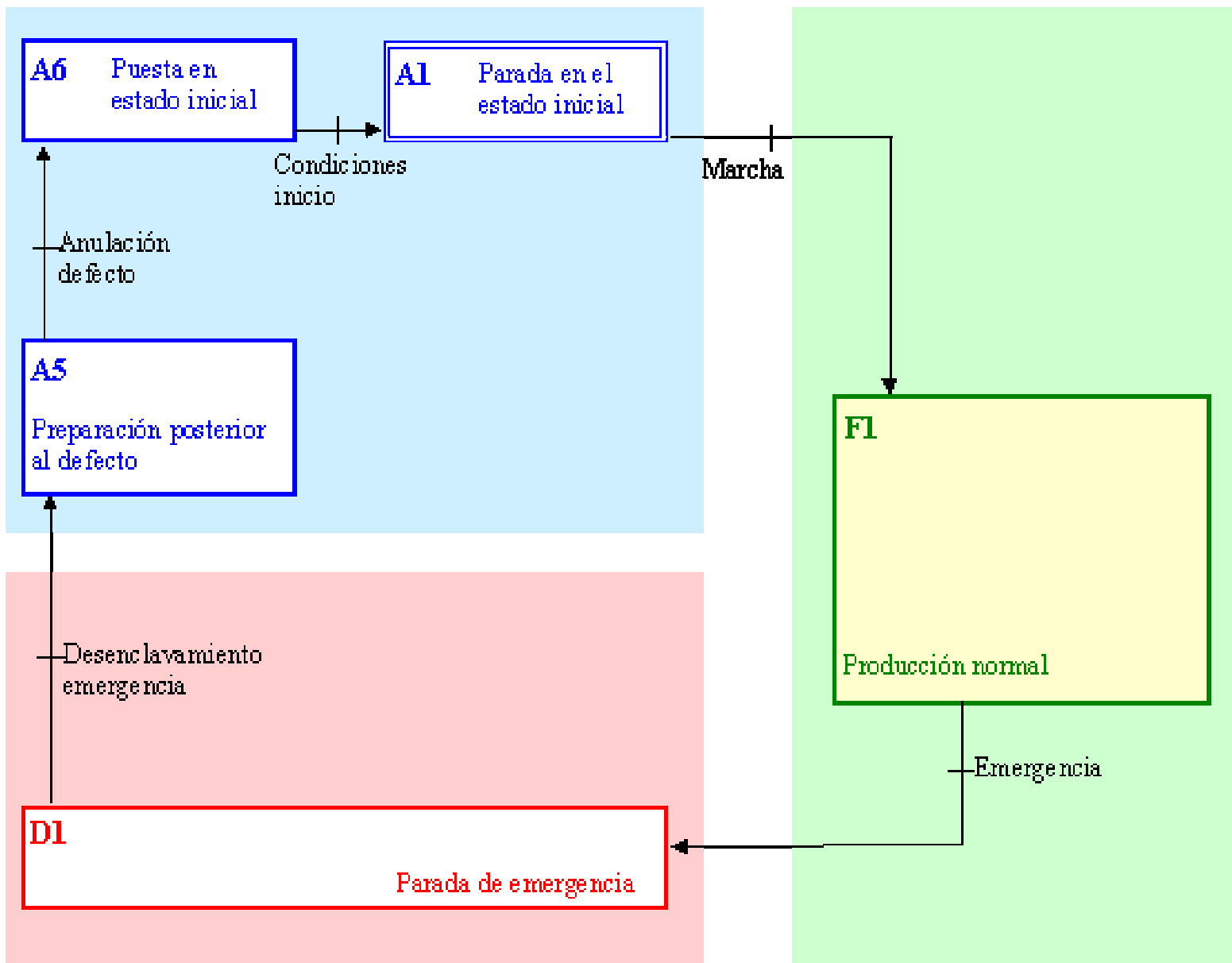
Marcha de verificación con orden

- La máquina puede pasar a funcionar en este modo (F5) cuando está parada (A1) o cuando está en producción normal (F1) si se selecciona el modo etapa a etapa.



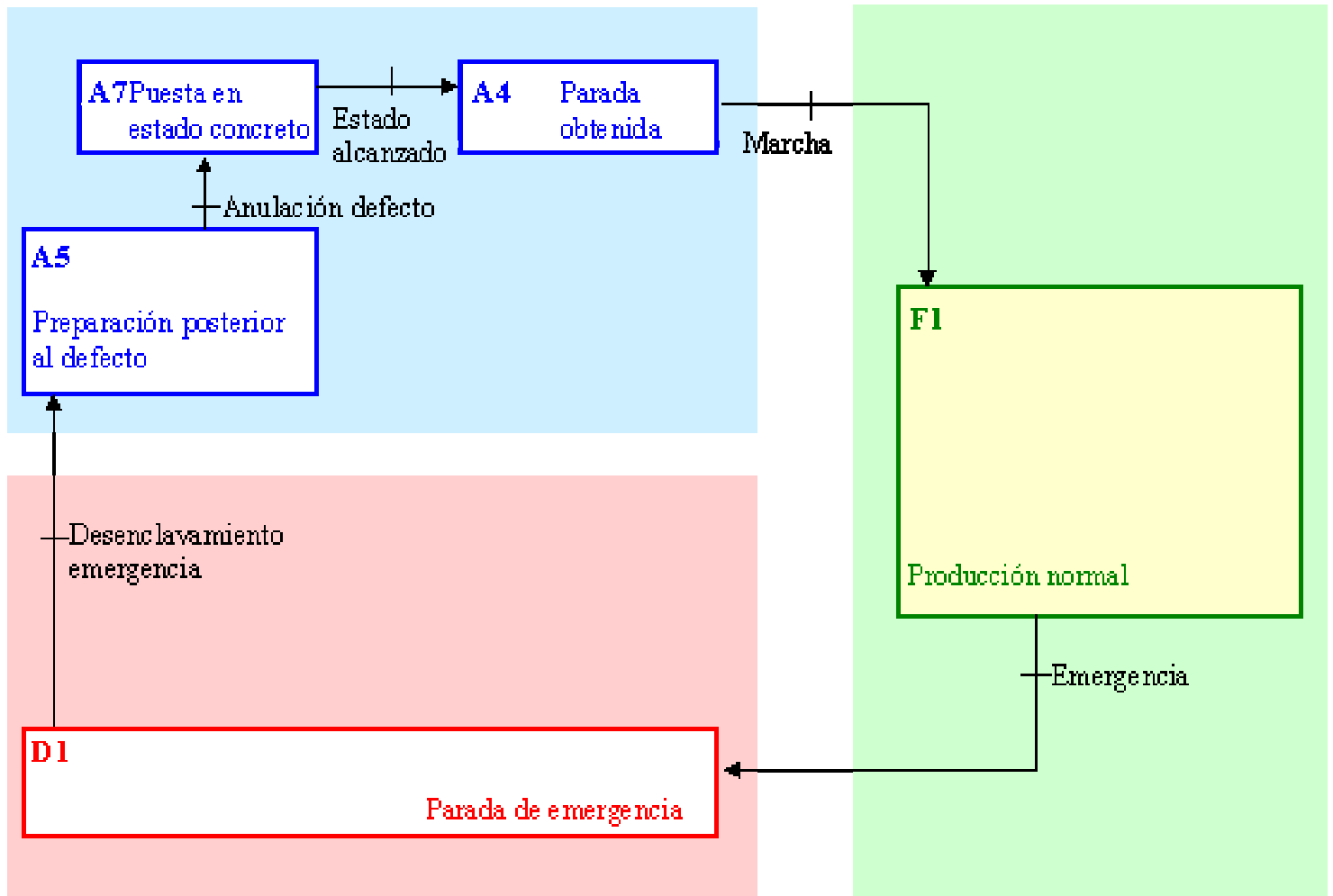
- En modo normal si se pulsa el pulsador de parada la máquina se parará (A2 seguido de A1).
- Tablero de control:
 - Selector de funcionamiento Normal o Etapa a Etapa
 - En funcionamiento etapa a etapa será necesario un pulsador para pasar de una etapa a la siguiente.
 - Seleccionando el modo normal la máquina pasará al estado de producción normal (F1).
 - Pulsador de arranque (activo en Normal).
 - Pulsador de parada (activo en Normal).

Paradas de emergencia



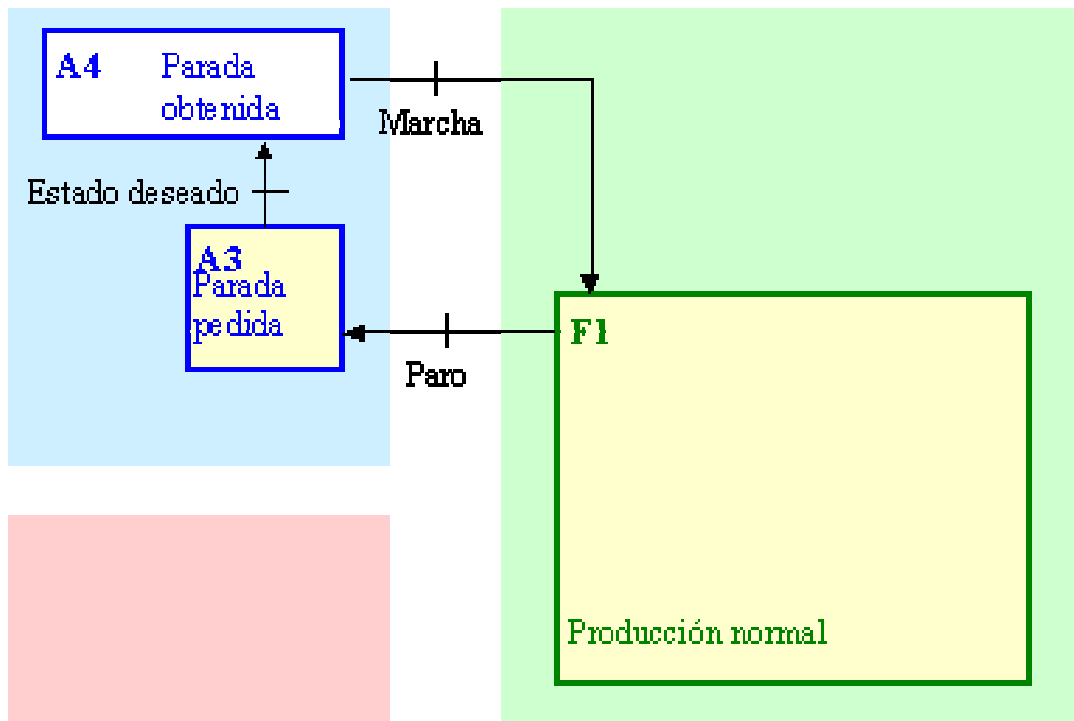
- El sistema está en F1 y se pulsa el pulsador de parada de emergencia => se deja sin alimentación (físicamente, sin intervención del sistema de control) todo el sistema de producción que, por diseño, quedará en posición segura al quedarse sin alimentación.
- El pulsador de parada de emergencia informa al control de que pasará al estado de parada de emergencia (D1).
- Al desenclavar el pulsador de emergencia se pasa a preparar la puesta en marcha después del fallo (A5).
- Con intervención del operador se lleva la máquina al estado inicial (A6).
- Alcanzadas las condiciones iniciales queda en A1 esperando un nuevo arranque.

- Otra opción: Se lleva a un estado (\neq inicial) determinado por A4. En A4 se espera por comienzo de marcha.



Parada en un punto

- Con el sistema está funcionando en producción normal (F1) se pulsa el pulsador de parada.
- Se pasa a la situación de parada pedida (A3) y, una vez alcanzado el punto deseado, el sistema se para (A4).



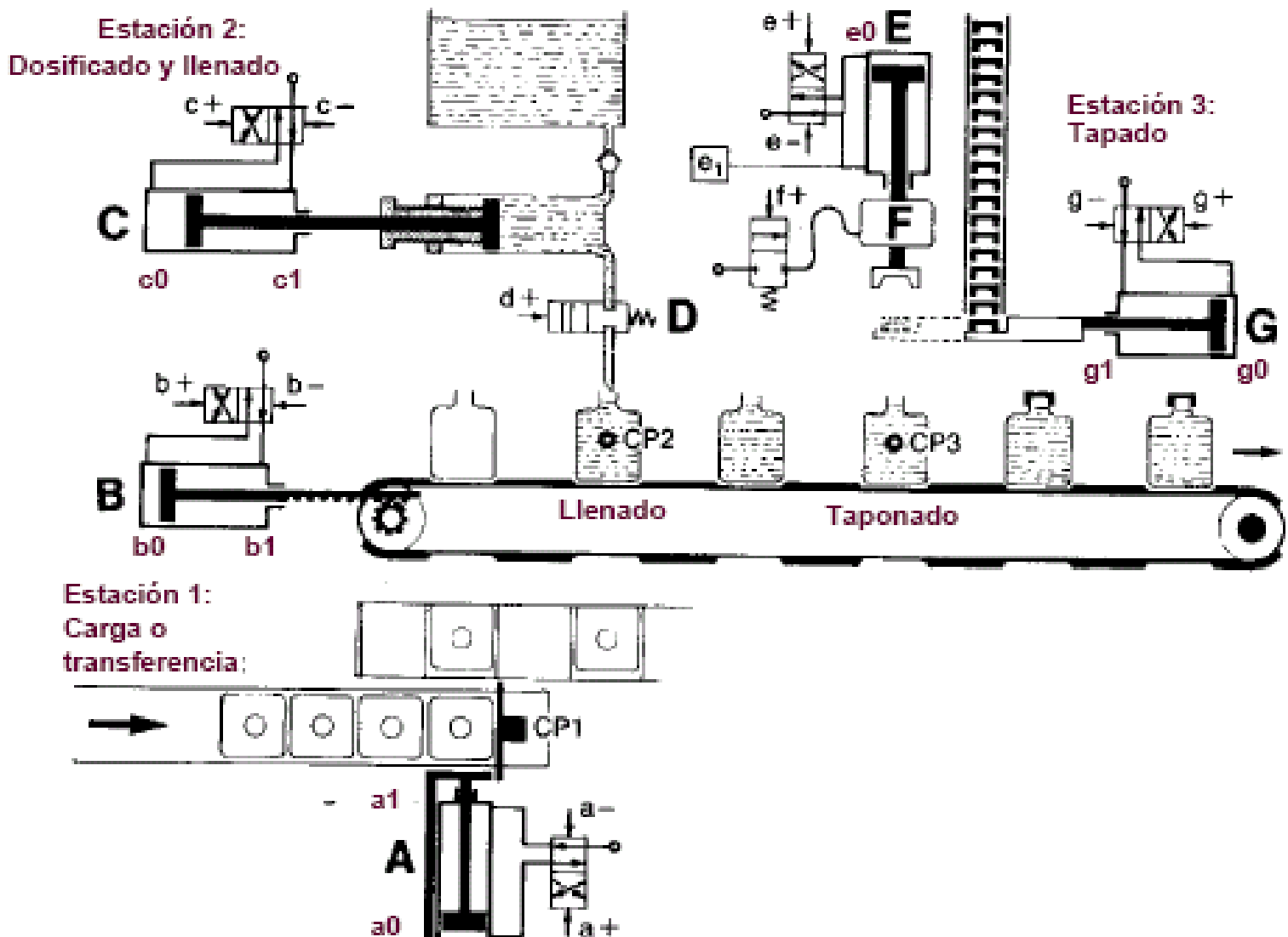
Metodología

- Para implementar un automatismo se deben seguir los siguientes pasos:
 - I. Determinar los aspectos generales del proceso y generar el GRAF CET de producción de primer nivel (Modo F1).
 - II. Definir los elementos del proceso y seleccionar los detectores, sensores y actuadores necesarios.
 - III. Representar el GRAF CET de producción de segundo nivel.
 - IV. Estudiar los diferentes estados de GEMMA para determinar cuales son los estados necesarios en el automatismo y hacer su descripción.
 - V. Definir sobre la guía GEMMA los camino s posibles de evolución entre los diferentes estados.
 - VI.

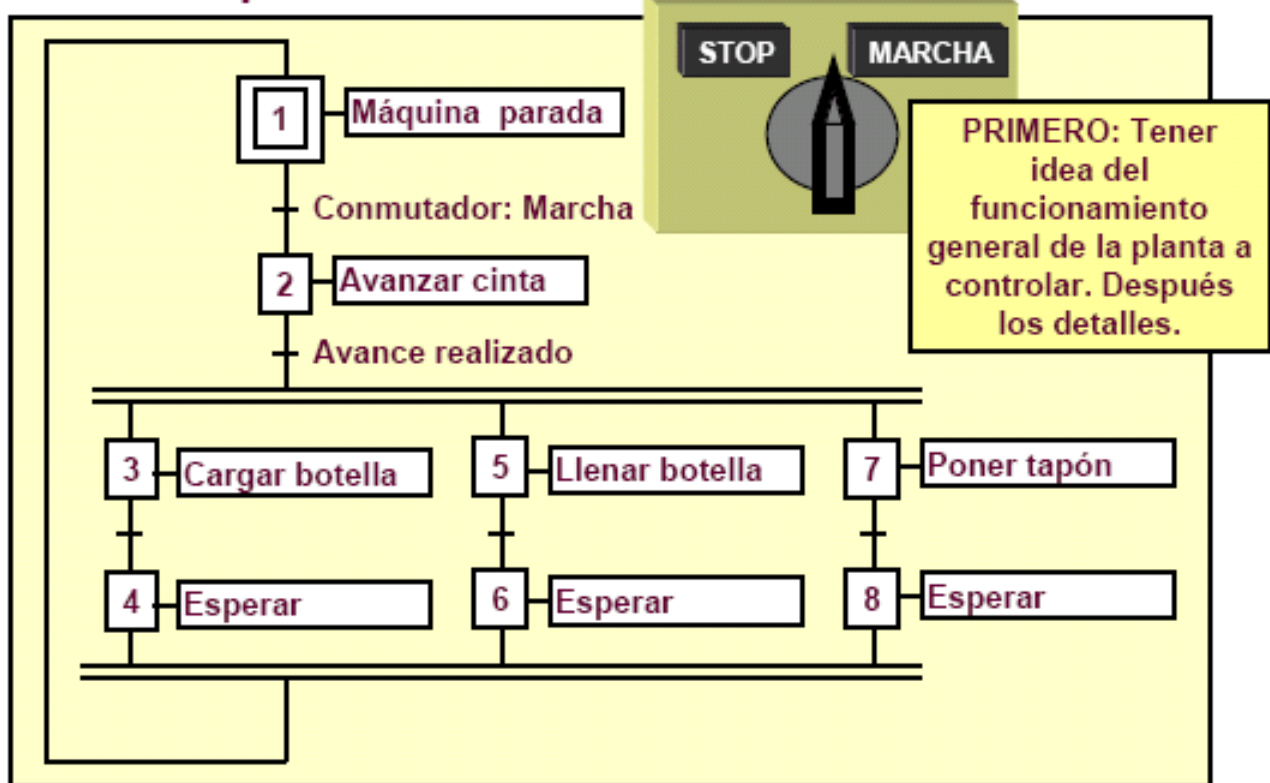
- VII. Definir sobre la guía GEMMA las condiciones de evolución entre los diferentes estados.
- VIII. Diseñar los elementos que componen el tablero de operación y su ubicación.
- IX. Preparar el GRAF CET completo de segundo nivel a partir del de producción representado antes y de la guía GEMMA.
GRAF CET COMPLETO = GRAF CET DE BASE (F1)+GUIA GEMMA
- X. Seleccionar la tecnología del controlador.
- XI. Representar el GRAF CET de tercer nivel completo.

Ejemplo: Máquina de llenado y tapado de botellas

Referencia: Automatización Industrial, Prof. José A. Rodríguez Mondejar.



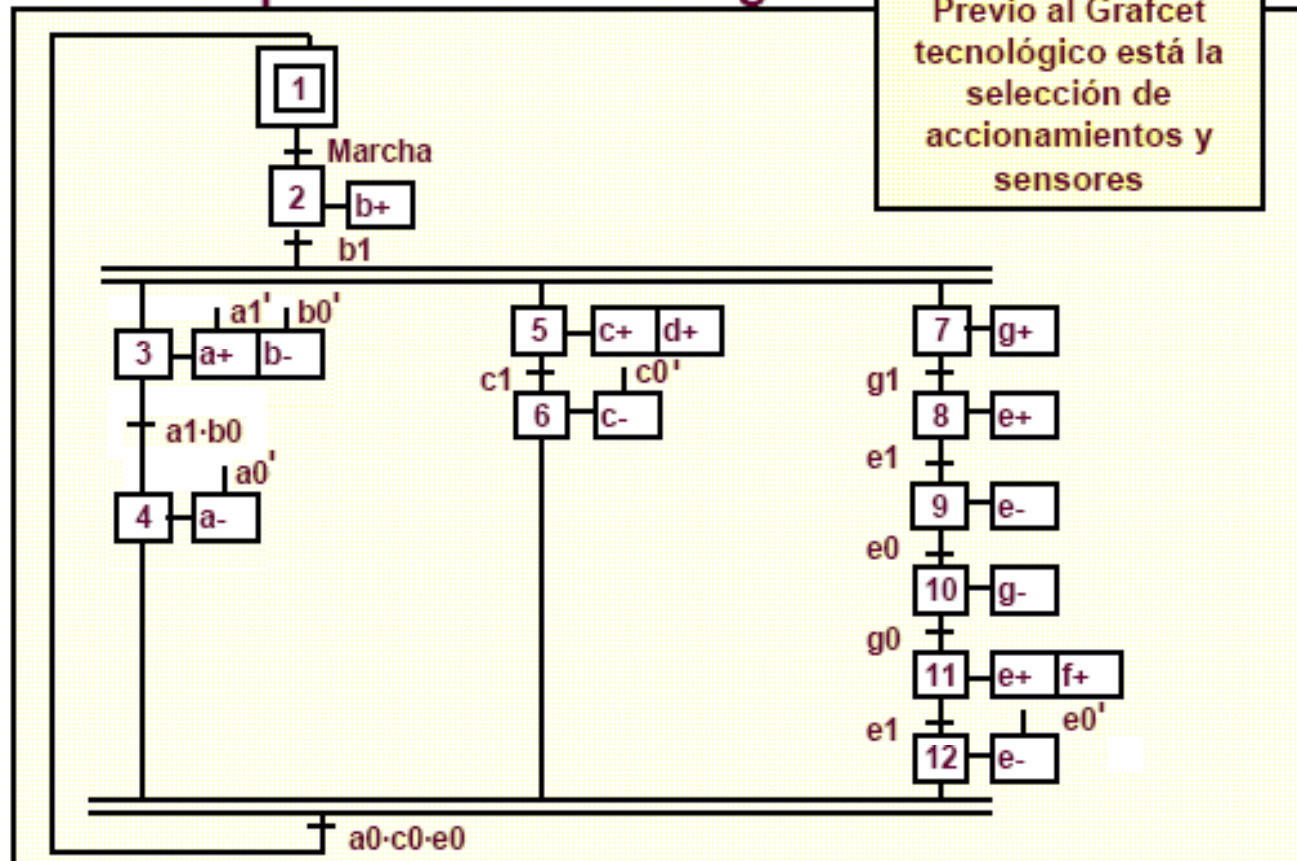
Graficet de producción funcional



Funcionamiento

- **Estación de carga (1)**
 - Las botellas llegan por una cinta y se transfieren a la cinta de embotellado mediante el cilindro neumático A. Los finales de carrera a0 y a1 controlan el avance y el retroceso.
- **Cinta de embotellado**
 - Avanza un paso con el avance del cilindro B. No retrocede al retroceder el cilindro B. b0 y b1 controlan el recorrido de B.
- **Estación de dosificación y llenado (2)**
 - El cilindro C carga la dosis en el depósito intermedio y a través de la válvula controlada por D se descarga sobre la botella, siempre que hay botella. c0 y c1 controlan el recorrido de C
- **Estación de taponado (3)**
 - El cilindro G presenta un tapón al receptáculo del cilindro E. El cilindro E coloca el tapón sobre la botella, roscándolo a través del motor neumático F. El final de carrera e0 controla el retroceso de E y la válvula de sobrepresión e1 controla el avance de E. Al avanzar el cilindro E, si choca con un obstáculo aumenta la presión interna en el cilindro. El efecto es detectado por e0.

Grafcet de producción tecnológico



Defectos del grafcet de producción

- **¿Qué ocurre si no hay botellas?**
 - Se desparrama el líquido
 - Falta una secuencia de arranque.
 - Y una secuencia de parada para que la cinta quede vacía.
 - Cuando los sensores CP1, CP2 y CP3 estén activados se puede poner la máquina a pleno rendimiento (F1)
- **¿Dónde está la parada de emergencia?**
 - En caso de parada de emergencia (rotura de una botella, avería de una estación) el sistema debería ir a una situación segura (cerrar la válvula D).
 - El sistema debería permitir la solución del defecto y reiniciar.
 - O permitir el trabajo bajo defecto: un operador cubre manualmente el defecto de una de las estaciones (taponar).

Más necesidades

- **Modo manual**
 - Permitir comprobar el funcionamiento de cada uno de los elementos de la planta por separado: Pulsadores para cada elemento con señalización adecuada.
- **Modo de test**
 - Comprobar que la máquina realiza un ciclo completo o que cada estación es capaz de realizar un ciclo completo.
- **Comprobar el dosificador**
 - Cada cierto tiempo hay que colocar un botella de referencia para comprobar que la cantidad de líquido suministrado es la adecuada.

Estados de GEMMA necesarios

- **A1: Paro en estado inicial**
- **F1: Producción normal**
 - Llenado y taponado en forma automática (Grafcet de base)
- **A2: Paro a final de ciclo**
 - Puede pedirse en cualquier momento, el sistema se detendrá en A1.
- **F2: Marcha en preparación**
 - Cuando la máquina está vacía debe ponerse en marcha progresivamente (cada estación trabaja cuando tiene botella).
- **F3: Marcha de finalización**
 - Se vacía la máquina y se lleva a A1.
- **D3: Producción en fallo**
 - Operación manual de la estación de taponado.
- **D1: Parada de emergencia**
 - Detención de movimiento y cerrado de válvula **d**
- **A5: Preparación del arranque después del fallo**
 - Verificación y limpieza manual.
- **F4: Marcha de verificación**
 - Regular el dosificador.
- **A6: Posicionamiento en estado inicial (A7)**
 - Mando individual de cada movimiento para posicionar la máquina o verificar la marcha.
- **F5: Marcha de verificación en orden**
 - Cada estación realiza un ciclo completo, independiente de las demás.

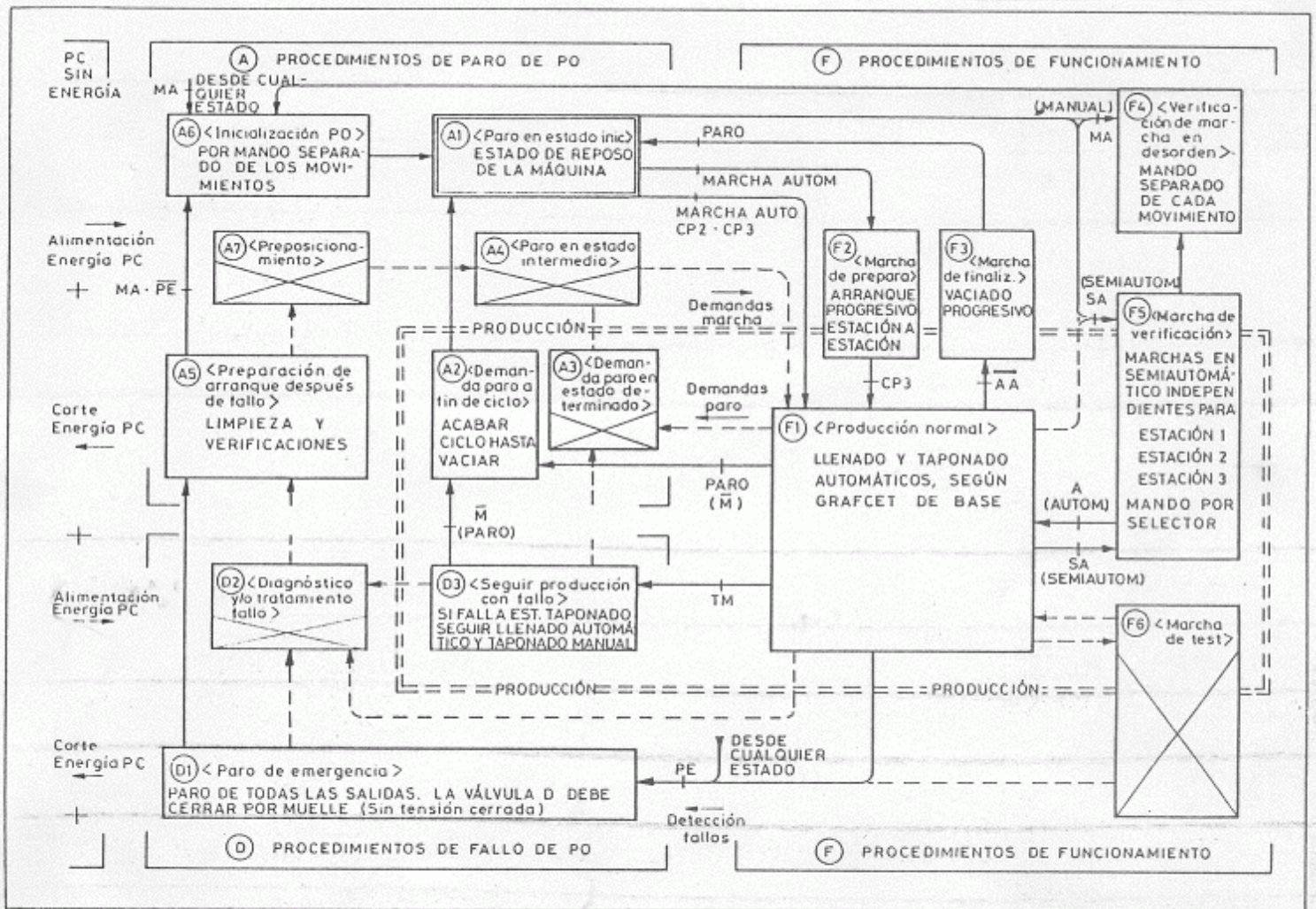
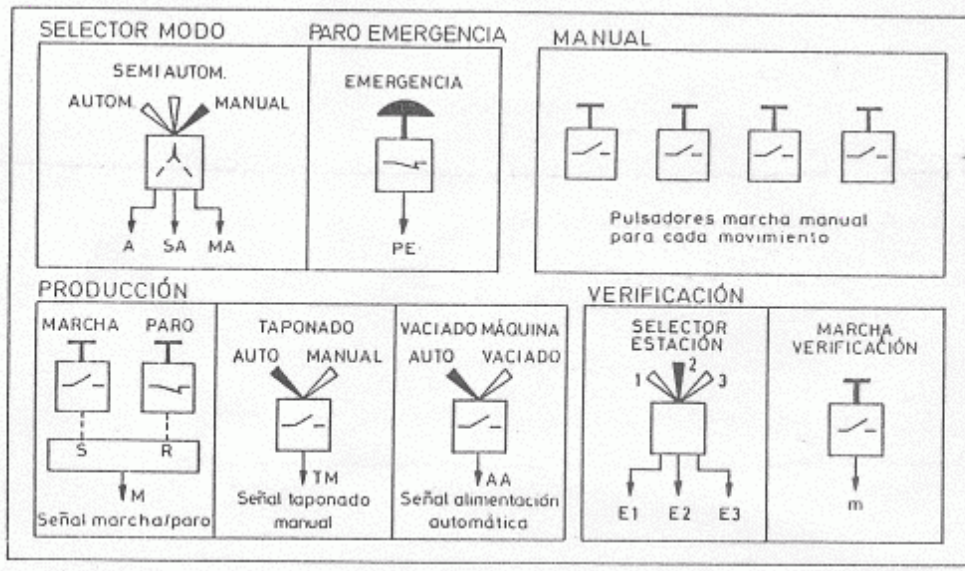


Figura 2.46. Gráfico GEMMA completo para planta embotelladora.

Figura 2.47. Elementos de mando para la planta embotelladora.



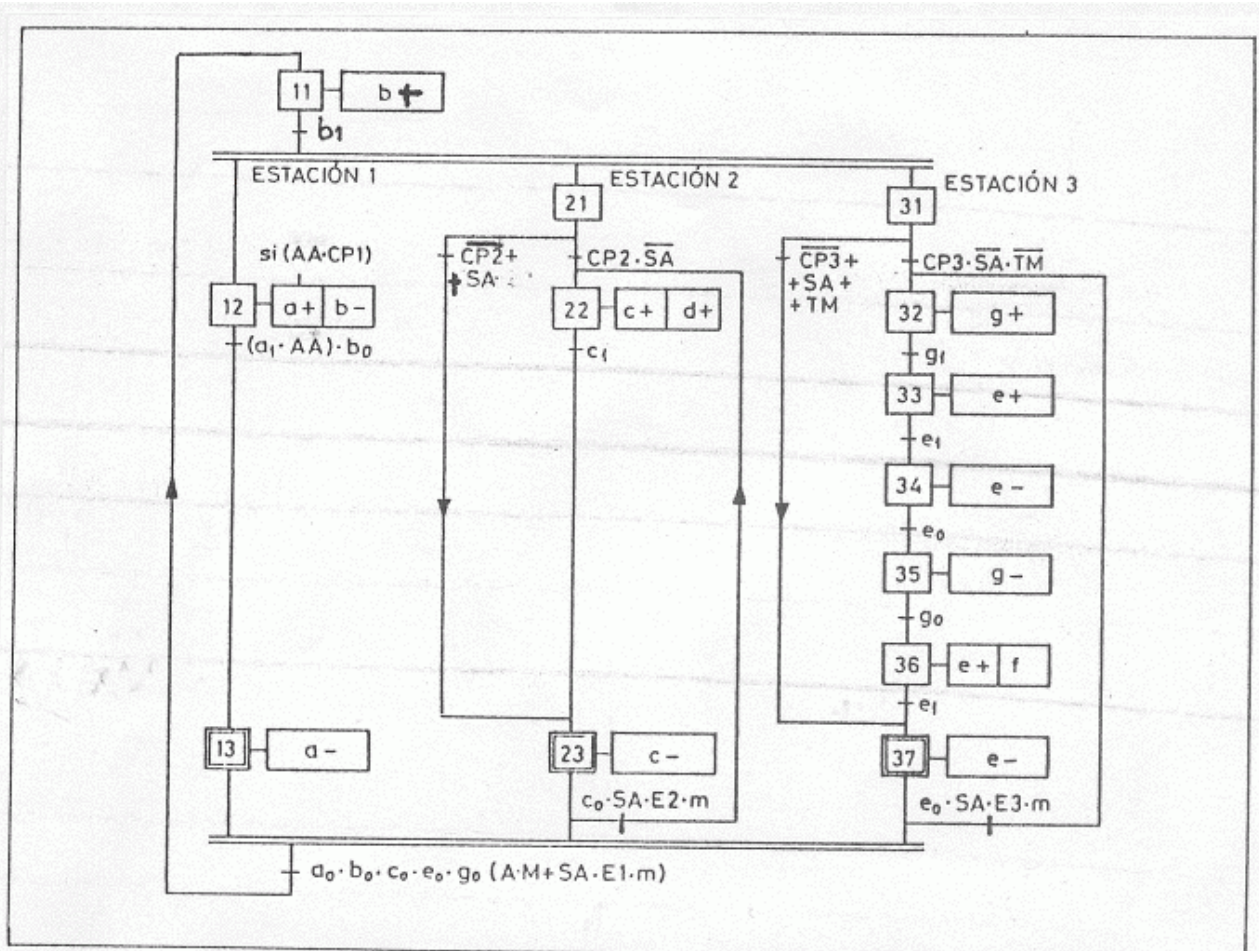


Figura 2.48. GRAFCET incluyendo los procedimientos de marcha-paro y fallo (excepto paro de emergencia).

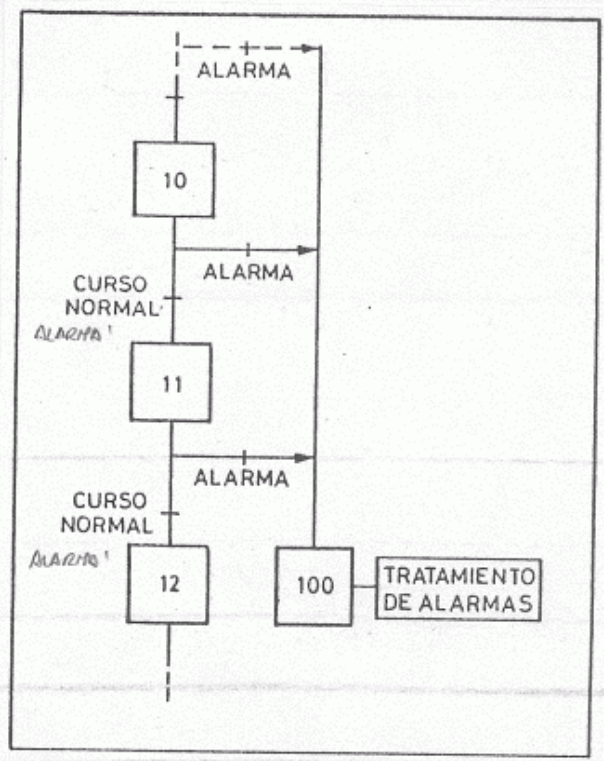


Figura 2.43. Tratamiento de alarmas y estados de fallo.