



TRANSFERENCIA DE PIEZAS



Arantza Burgos
María Luz Álvarez
Isabel Sarachaga
Joseba Sainz de Murieta



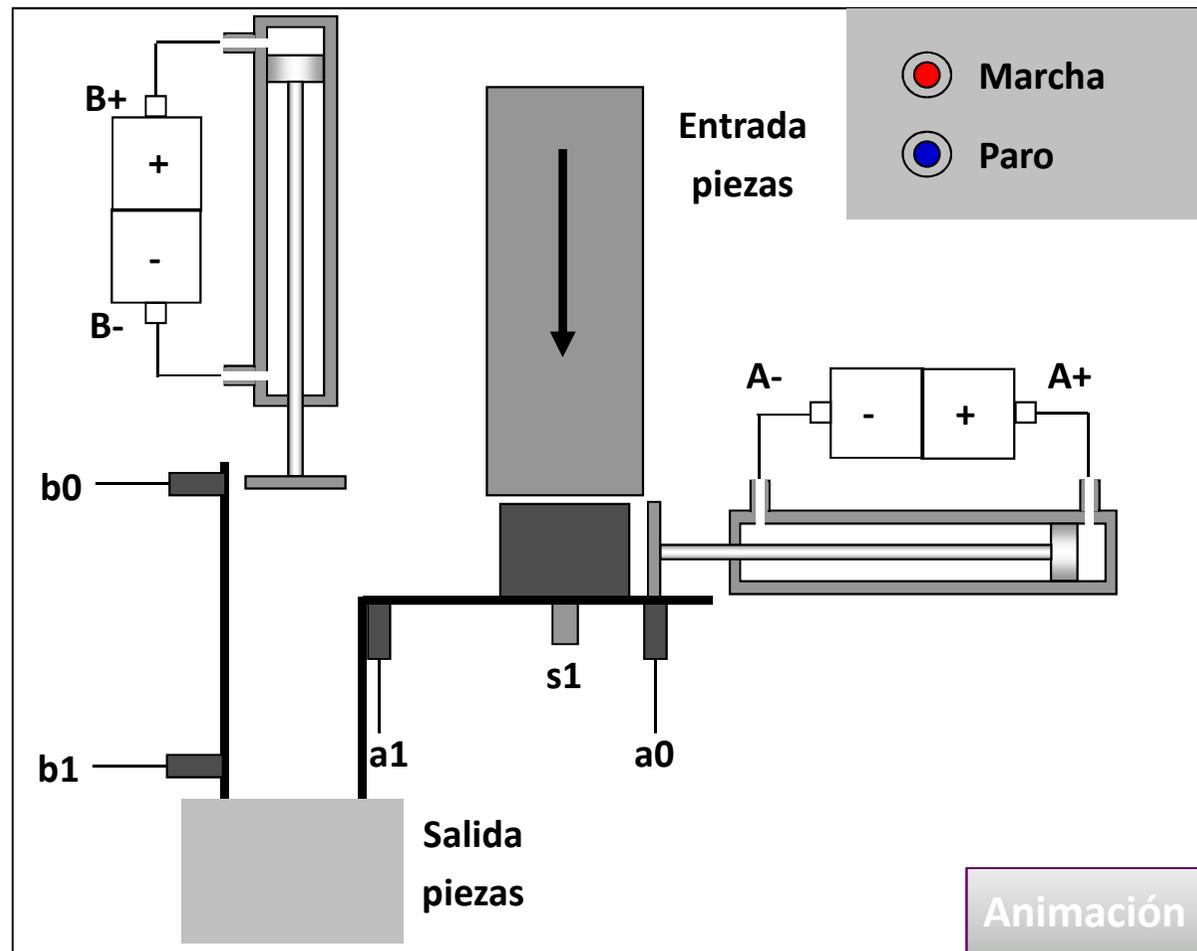
eman ta zabal zazu



UPV EHU

TRANSFERENCIA DE PIEZAS

En el puesto de la figura el cargador alimenta por gravedad piezas que son detectadas por un sensor **s1**. El cilindro A las empuja (**AMas**) hasta situar la pieza frente al cilindro B. Después de que A haya retrocedido (**Amenos**), el cilindro B las lleva hasta la posición de evacuación (**BMas**). Los dos cilindros van provistos de distribuidores de doble pilotaje. El ciclo comenzará cuando se accione el pulsador de **Marcha** y **s1** detecte la presencia de una pieza, es decir, que esté a uno. Cuando se accione el **Paro** del sistema, si hay una pieza transportándose se terminara de trasladar y no se moverán más piezas.

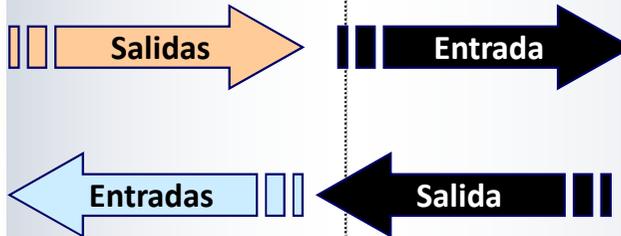


ENTRADAS Y SALIDAS

SISTEMA DE CONTROL

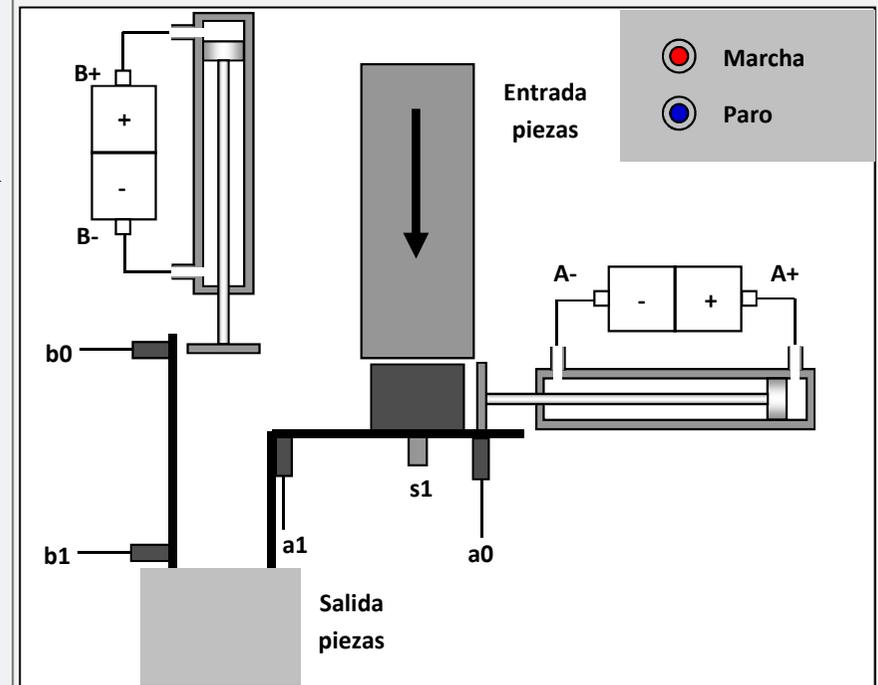


Amas	Avance Cilindro A
Amenos	Retroceso Cilindro A
Bmas	Avance Cilindro B
Bmenos	Retroceso Cilindro B



a0	Cilindro A Recogido
a1	Cilindro A Extendido
b0	Cilindro B Recogido
b1	Cilindro B Extendido
s1	Detector de Pieza
Marcha	Pulsador de Marcha
Paro	Pulsador de Paro

MÁQUINA TRANSFER





DOU

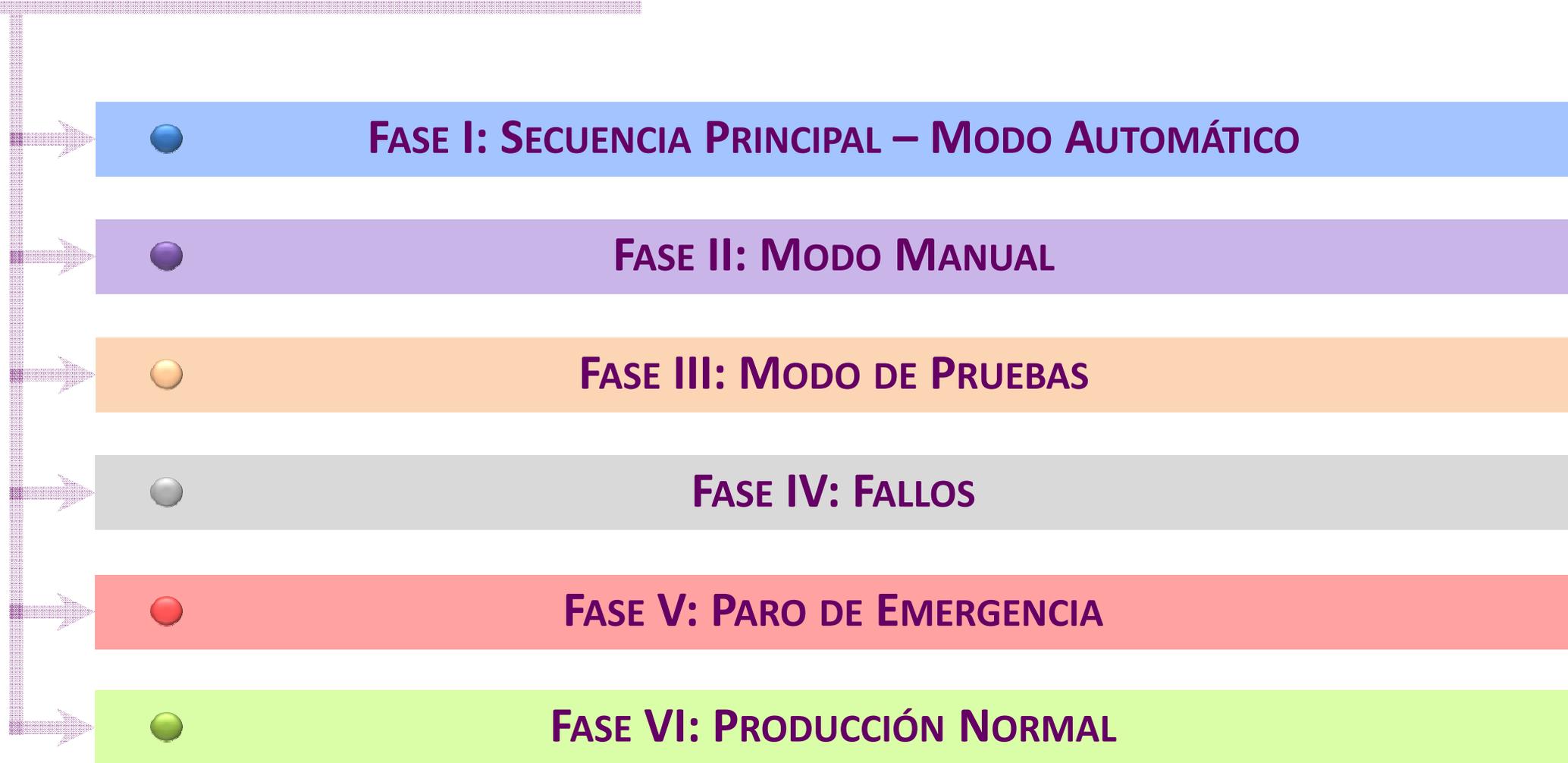
(UNIDADES DE ORGANIZACIÓN DE DISEÑO - DESIGN ORGANIZATION UNIT)

DOUs o GRAFCETS DE DECISIÓN O DE MANDO que organizan el arranque y la parada de los distintos modos de funcionamiento, y coordinan todos los posibles estados del sistema a controlar.

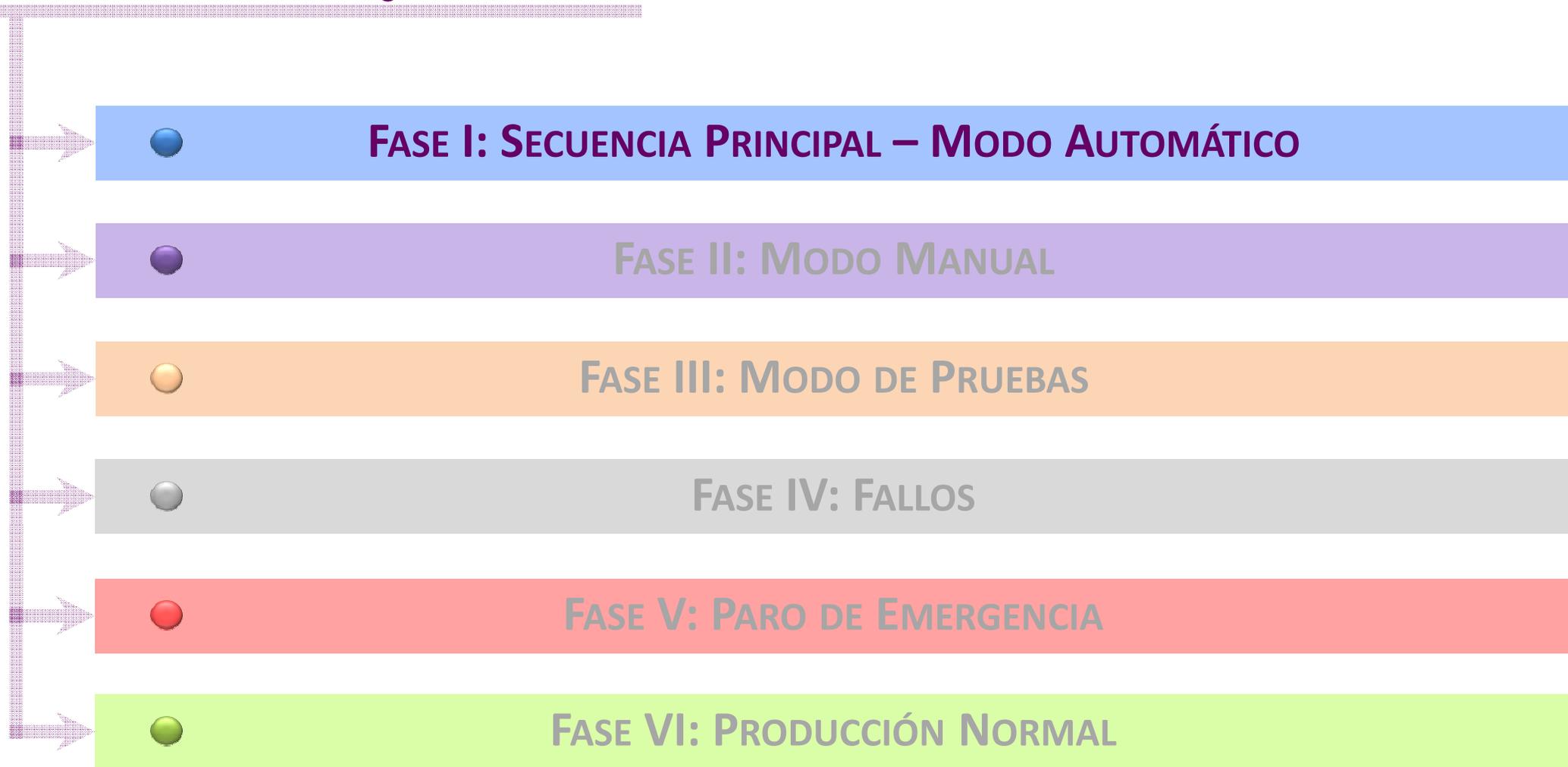
DOUs o GRAFCETS DE PRODUCCIÓN O DE BASE que realizan las operaciones de producción, coordinación de operaciones, selección de parámetros de producción, etc.

DOUs o GRAFCETS AUXILIARES que realizan procedimientos de inicialización, preparación, paros, avisos, etc.

Metodología MeiA.



Metodología MeiA.



● Organización del arranque y parada del Modo Automático

En esta fase se establece la **secuencia principal** del sistema, que organiza tanto el arranque del sistema en modo automático como la parada programada del mismo, generando las señales de mando que informan a producción normal sobre el estado del sistema en cada momento.

FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

PASO 2 - CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA

PASO 3 - MARCHA DE PREPARACIÓN

PASO 4 – SOLICITUD DE PARO A FIN DE CICLO

PASO 5 – FIN DE PROCESO

PASO 6 – MARCHA DE FINALIZACIÓN

FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

Establecer la **forma de activar o poner en marcha el sistema en modo automático**; por ejemplo, mediante un pulsador de marcha, con un conmutador automático/manual, desde un sistema de supervisión, mediante otro proceso que marca el arranque, etc.

PASO 3 - MARCHA DE PREPARACIÓN

PASO 4 – SOLICITUD DE PARO A FIN DE CICLO

PASO 5 – FIN DE PROCESO

PASO 6 – MARCHA DE FINALIZACIÓN

El modo de funcionamiento automático comenzará cuando se accione el pulsador de **Marcha**



PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

● PASO 2 - CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA

Identificar la **situación de partida conocida y segura** en la que debe estar el proceso cuando se solicita su funcionamiento automático, así como las **acciones a realizar para alcanzar dicha situación**. Esto implica el estudio de los elementos del proceso.

- **Analizar** el efecto de la presencia de alimentación por primera vez en cada uno de los preaccionamientos y accionamientos del proceso, lo cual proporcionará información tanto de los aspectos a tener en cuenta para la seguridad del personal de planta, como de la **situación inicial** del proceso.
- Determinar la ubicación de todos los elementos en la **situación de partida**: posición de los elevadores, pinzas o mordazas abiertas o cerradas, cilindros extendidos o recogidos, situación de piezas, etc., prestando especial atención a las posibles situaciones en el arranque que requieran **acciones para llevar al sistema a la situación de partida**.
- **Identificar situaciones no controlables y su resolución**: intervención del personal de planta, inclusión de nuevos actuadores, sensores, indicadores, etc.
- Establecer el **procedimiento de comprobación** que garantice que los componentes del sistema se encuentran en una situación determinada y conocida.

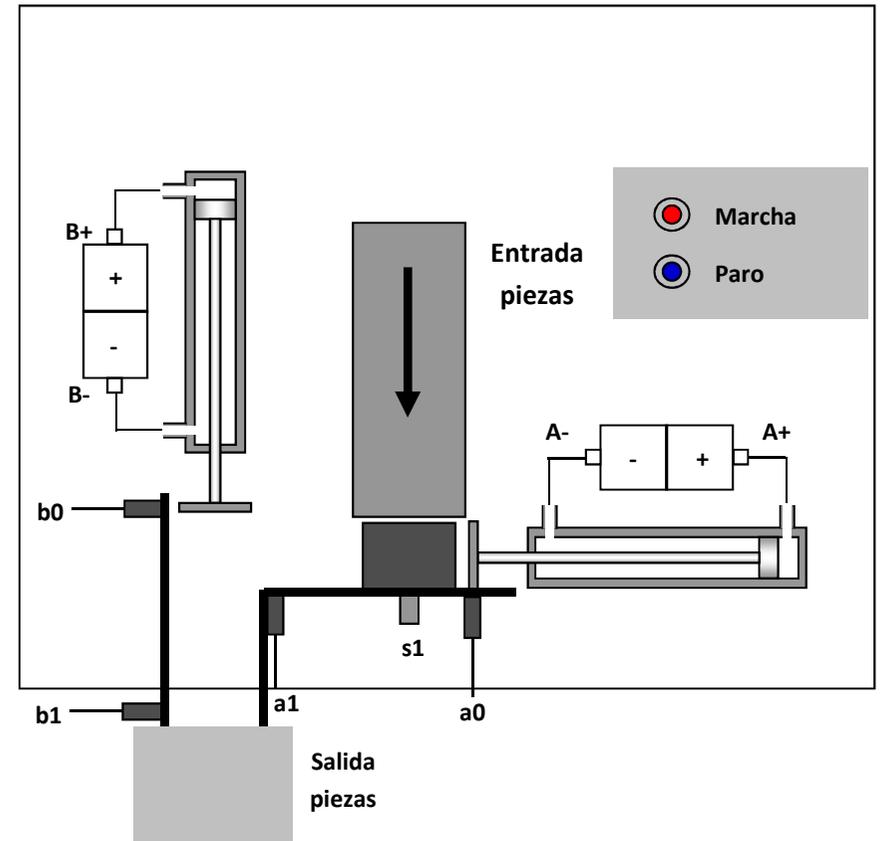


CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD

Piezas en el sistema: se considera que en el funcionamiento normal del proceso, este se ha podido detener y quedar alguna pieza en el sistema. Se deberán realizar las acciones necesarias para asegurar que no queda ninguna pieza en la máquina

Cilindros en posiciones iniciales

- **Cilindro A** recogido ($a0=1$); si no es así, se accionará el cilindro para llevarlo a dicha posición (Amenos).
- **Cilindro B** recogido ($b0=1$); si no es así, se accionará el cilindro para llevarlo a dicha posición (Bmenos).



FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

PASO 2 - INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA – CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD

PASO 3 - MARCHA DE PREPARACIÓN

Analizar la necesidad de realizar determinadas tareas para **preparar el sistema antes de comenzar la producción**; por ejemplo carga de almacenes, carga de herramientas, preparación de utillajes, llenado de tanques, precalentamiento de equipos, etc.

PASO 5 – FIN DE PROCESO

PASO 6 – MARCHA DE FINALIZACIÓN

No se requiere, ya que la **carga del almacén** no se considera en este problema

FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

PASO 2 - CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA

PASO 3 - MARCHA DE PREPARACIÓN

PASO 4 – SOLICITUD DE PARO A FIN DE CICLO

Determinar la forma de **solicitar que se detenga el proceso** cuando está en producción normal; por ejemplo, mediante un pulsador de parada a fin de ciclo (quien), por solicitud desde otro proceso, por solicitud tras haberse producido un fallo (**FaseIV.Paso5**), al terminar algún tipo de materia prima, al finalizar el plan de producción, etc.

PASO 6 – MARCHA DE FINALIZACIÓN

Cuando se accione el **Paro** del sistema

 Paro

FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

PASO 2 - CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA

PASO 3 - MARCHA DE PREPARACIÓN

PASO 4 – SOLICITUD DE PARO A FIN DE CICLO

PASO 5 – FIN DE PROCESO

Analizar **cuando se da por finalizado el proceso** e identificar las señales que lo indican, es decir, se ha terminado el último ciclo de producción; por ejemplo, cuando finalizan ciertos procedimientos tras finalizar un lote, al terminar algún tipo de materia prima, etc.

El proceso finalizará cuando el cilindro B expulse la pieza en curso

FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO AUTOMÁTICO

PASO 2 - INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA – CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD

PASO 3 - MARCHA DE PREPARACIÓN

PASO 4 – SOLICITUD DE PARO A FIN DE CICLO

PASO 5 – FIN DE PROCESO

● PASO 6 – MARCHA DE FINALIZACIÓN

Analizar la necesidad de realizar determinadas **acciones al finalizar la producción**; por ejemplo, operaciones de vaciado y/o limpieza de alguna máquina, calibración de alguna máquina, cambios de herramientas, medidas de herramientas, etc.

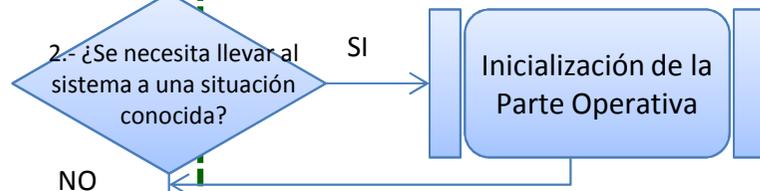
No se requiere

Fase I - SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

1.- Establecer COMO se pone en marcha el sistema (QUE- QUIEN)

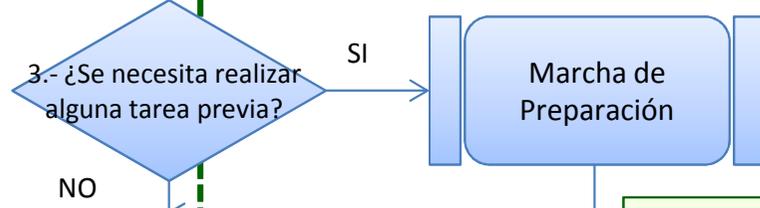
Paso 1 →

Solicitud de Funcionamiento Modo Automático: Establecer la forma de activar o poner en marcha el sistema en modo automático



Paso 2 →

Iniciación Parte Operativa - Condiciones Iniciales y de Seguridad : Identificar la situación de partida conocida y segura en la que debe estar el sistema cuando se solicita su funcionamiento automático, así como los pasos para alcanzar dicha situación.



Paso 3 →

Marcha de Preparación: Analizar la necesidad de realizar determinadas tareas para preparar el sistema antes de comenzar la producción.

4.- Establecer COMO se detiene el sistema (QUE- QUIEN)

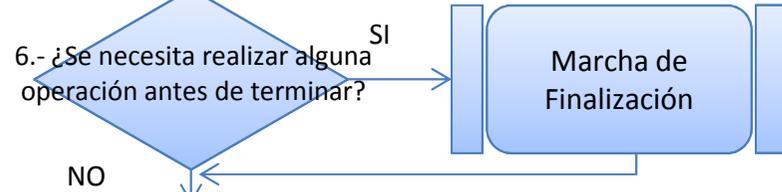
Paso 4 →

Solicitud de Paro a Fin de Ciclo: Determinar la forma de solicitar que se detenga el sistema cuando está en producción normal.

5.- Identificar QUE marca el final del proceso.

Paso 5 →

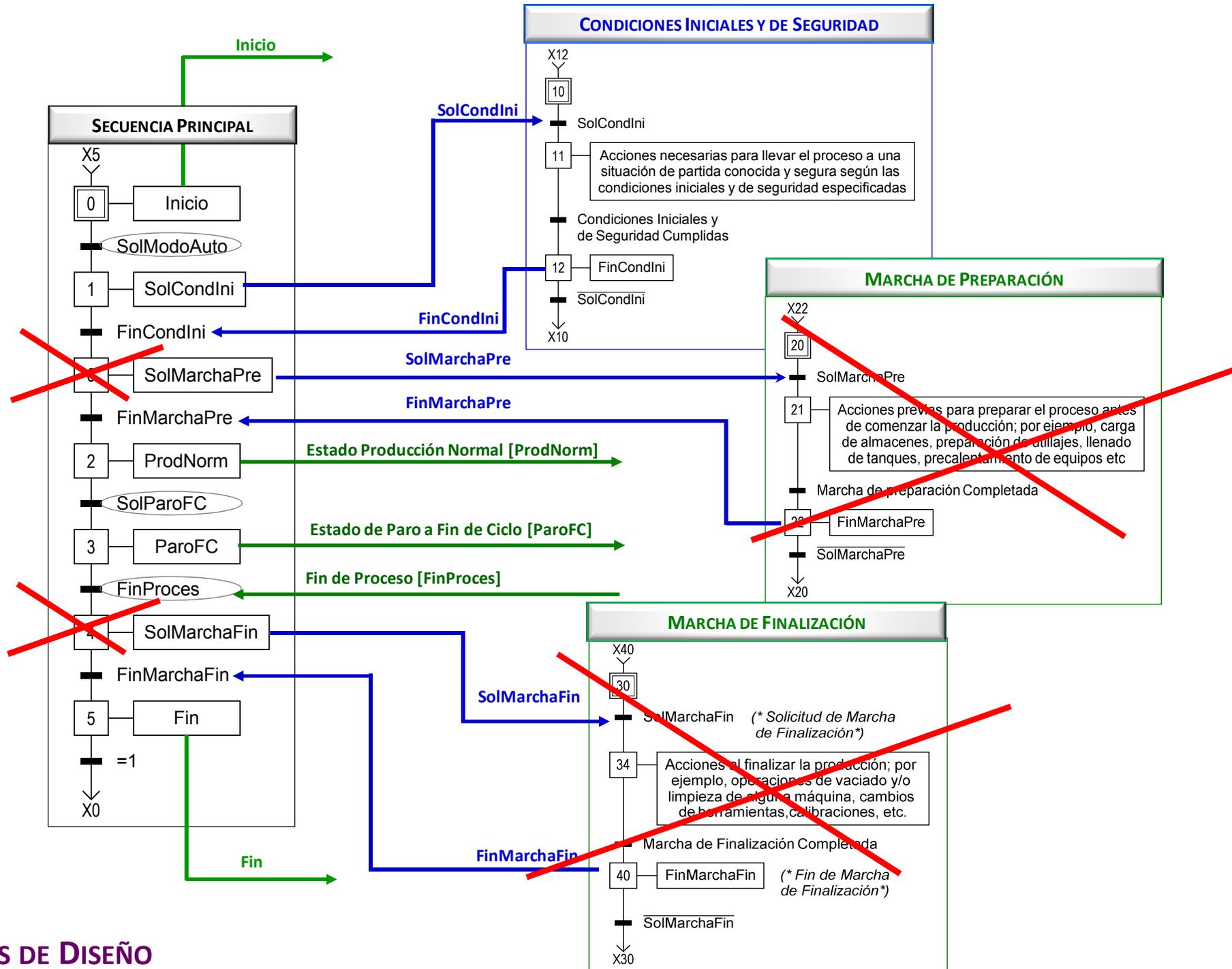
Fin de Proceso: Analizar cuando se da por finalizado el proceso e identificar las señales que lo indican.



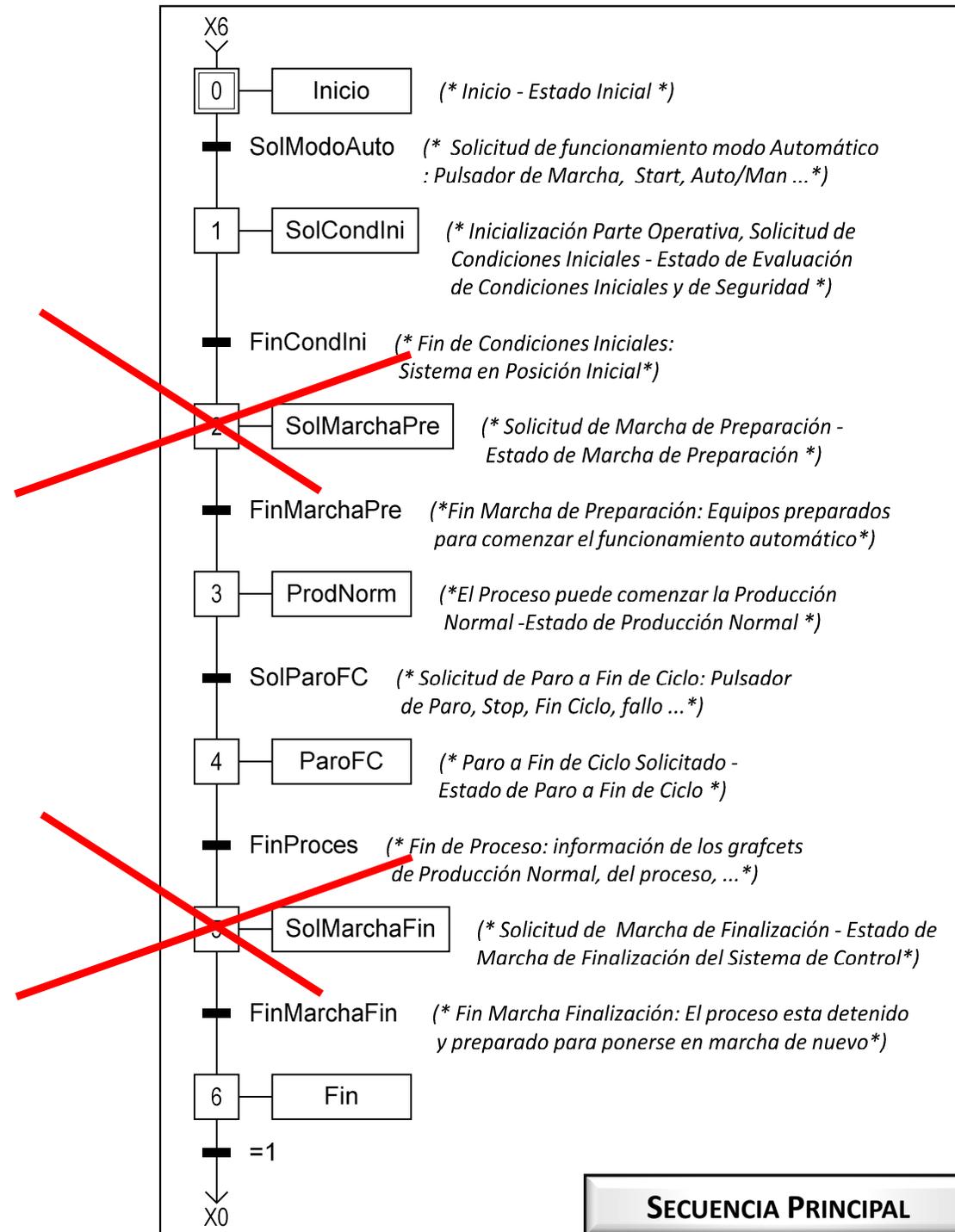
Paso 6 →

Marcha de Finalización: Analizar la necesidad de realizar determinadas acciones al finalizar la producción.

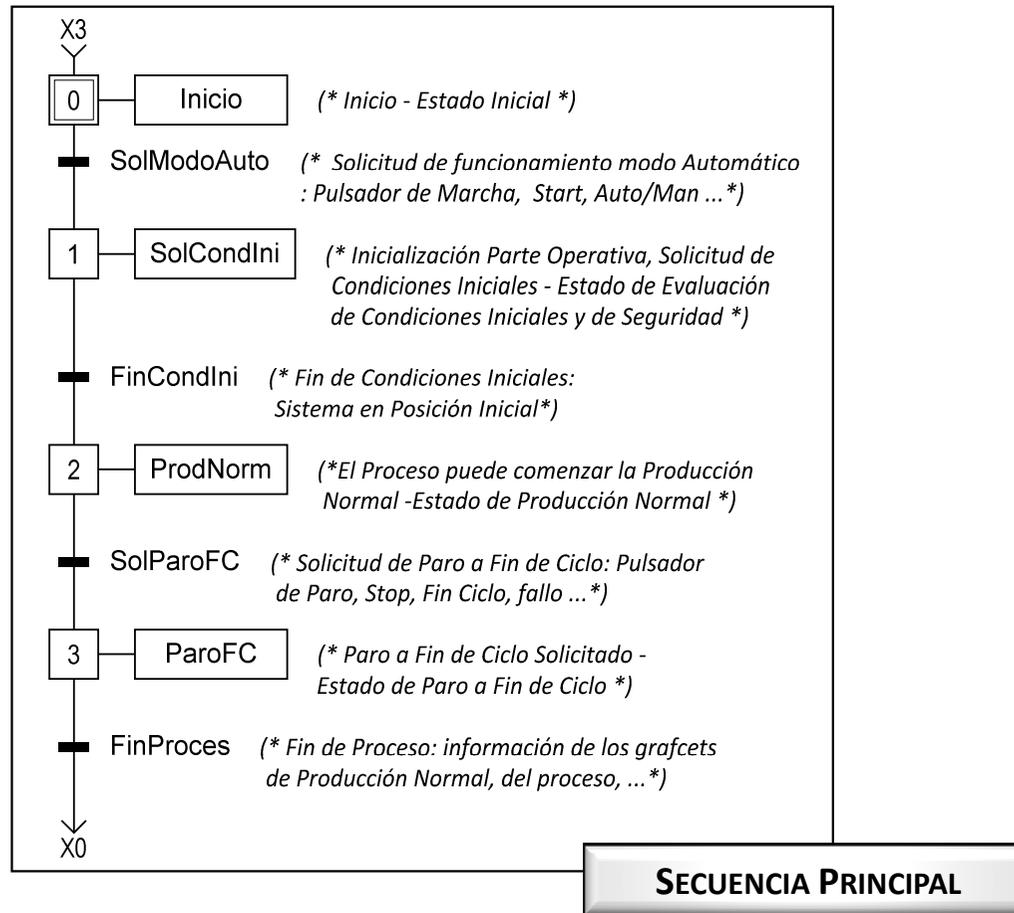
FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO



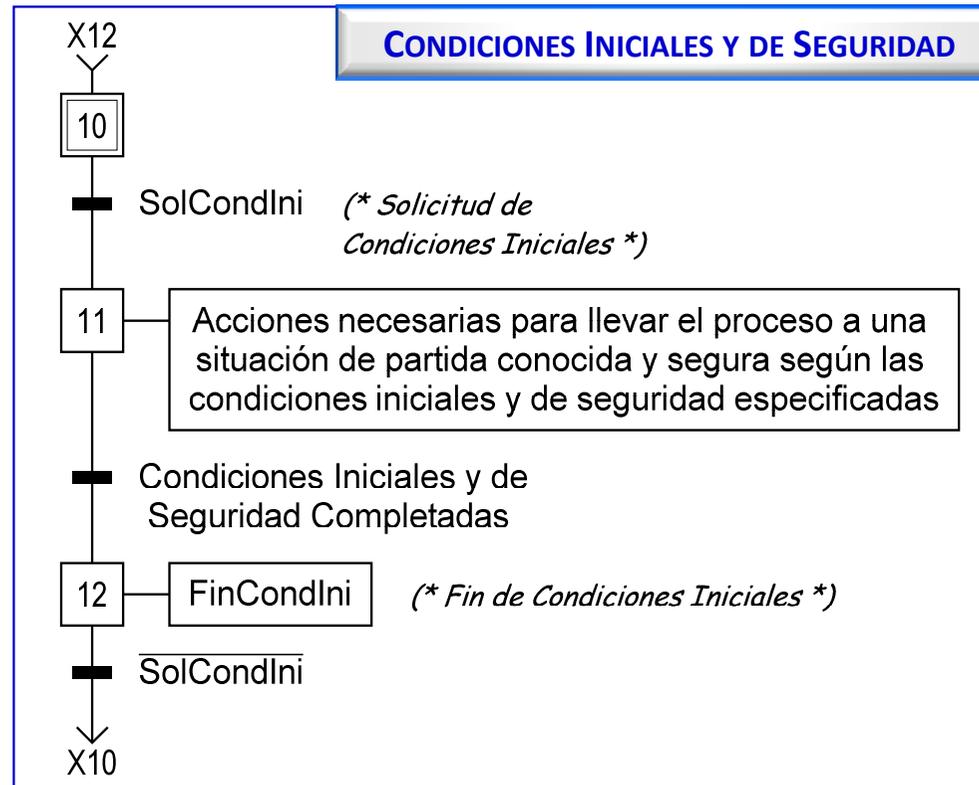
FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO



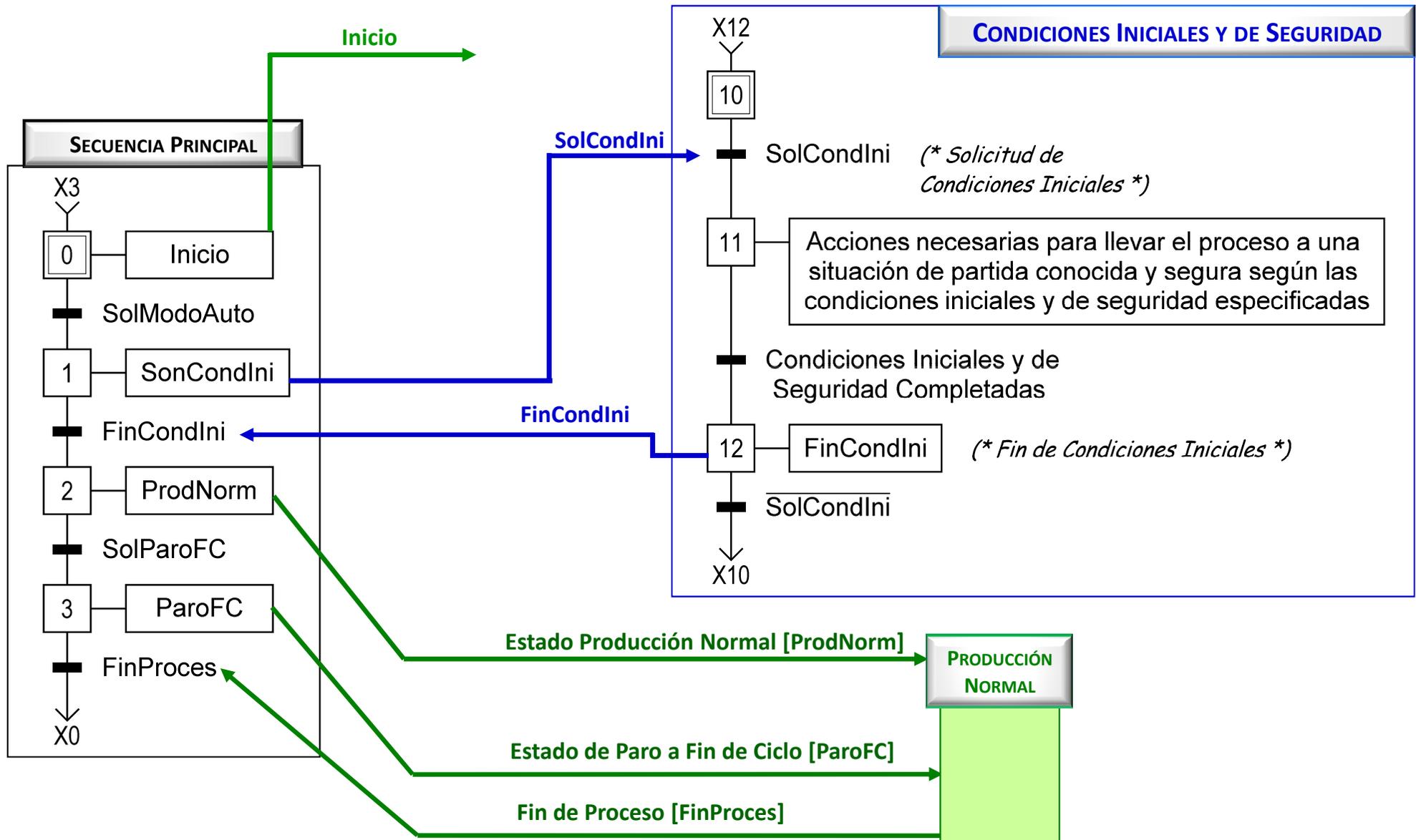
FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO



FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO

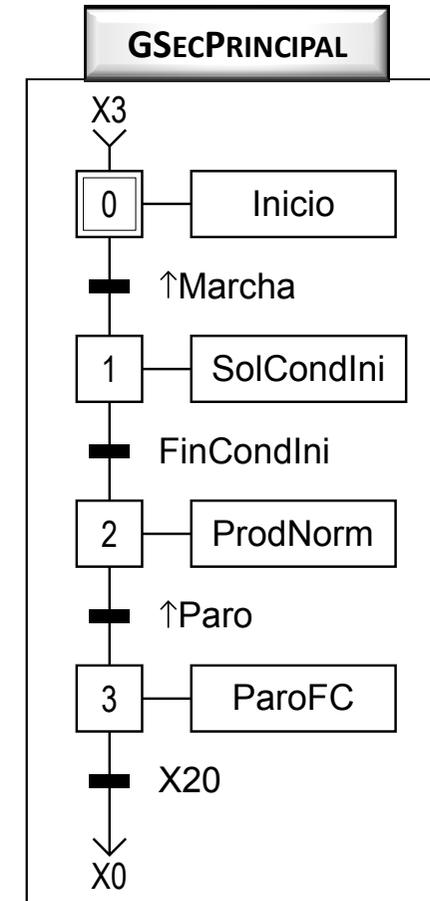
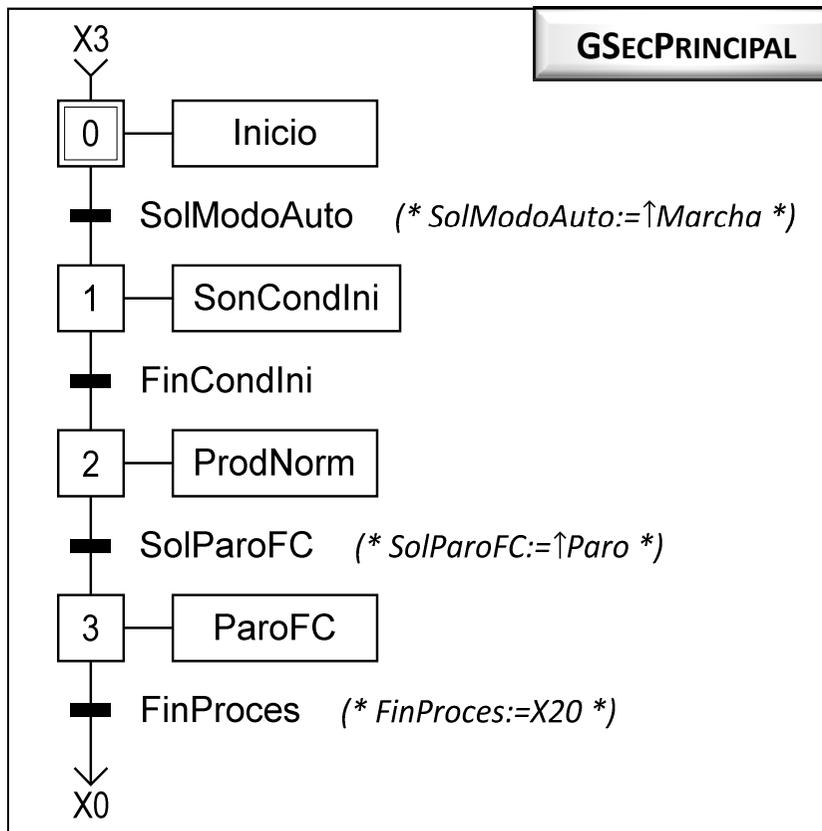


FASE I: SECUENCIA PRINCIPAL – MODO AUTOMÁTICO



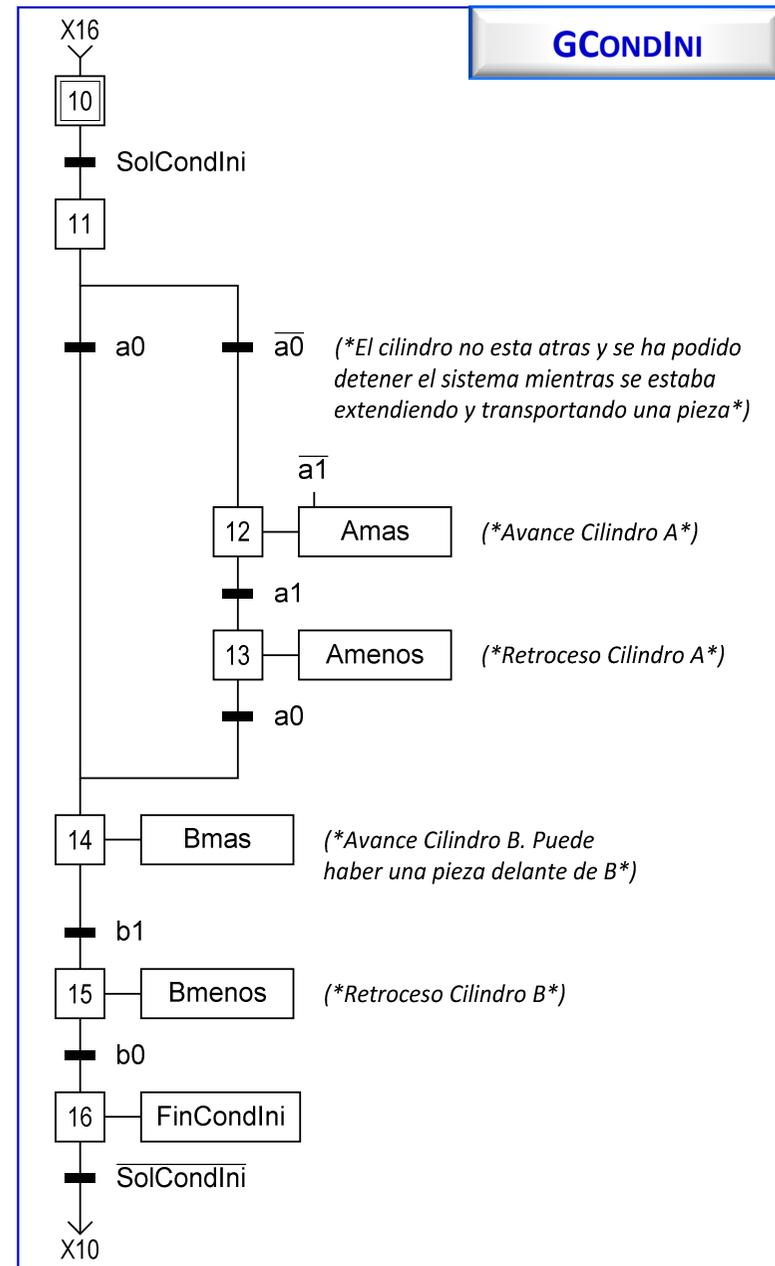
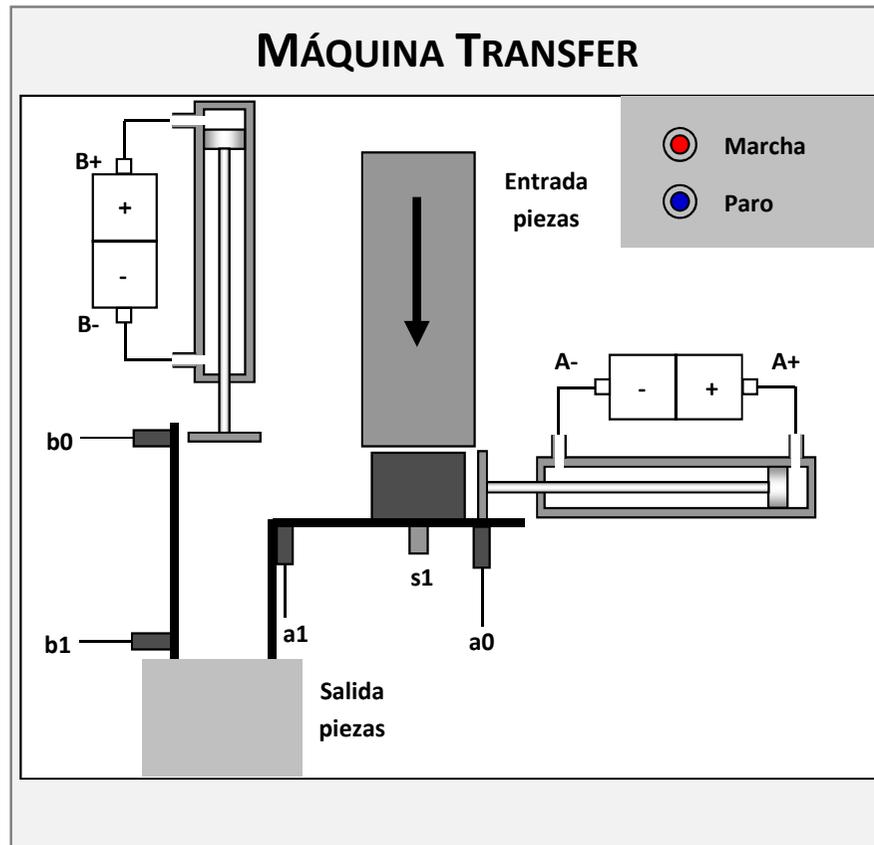
SECUENCIA PRINCIPAL

DOU DE DECISIÓN – SECUENCIA PRINCIPAL – GSECPRINCIPAL: que organizan el arranque y la parada del funcionamiento en modo Automático.

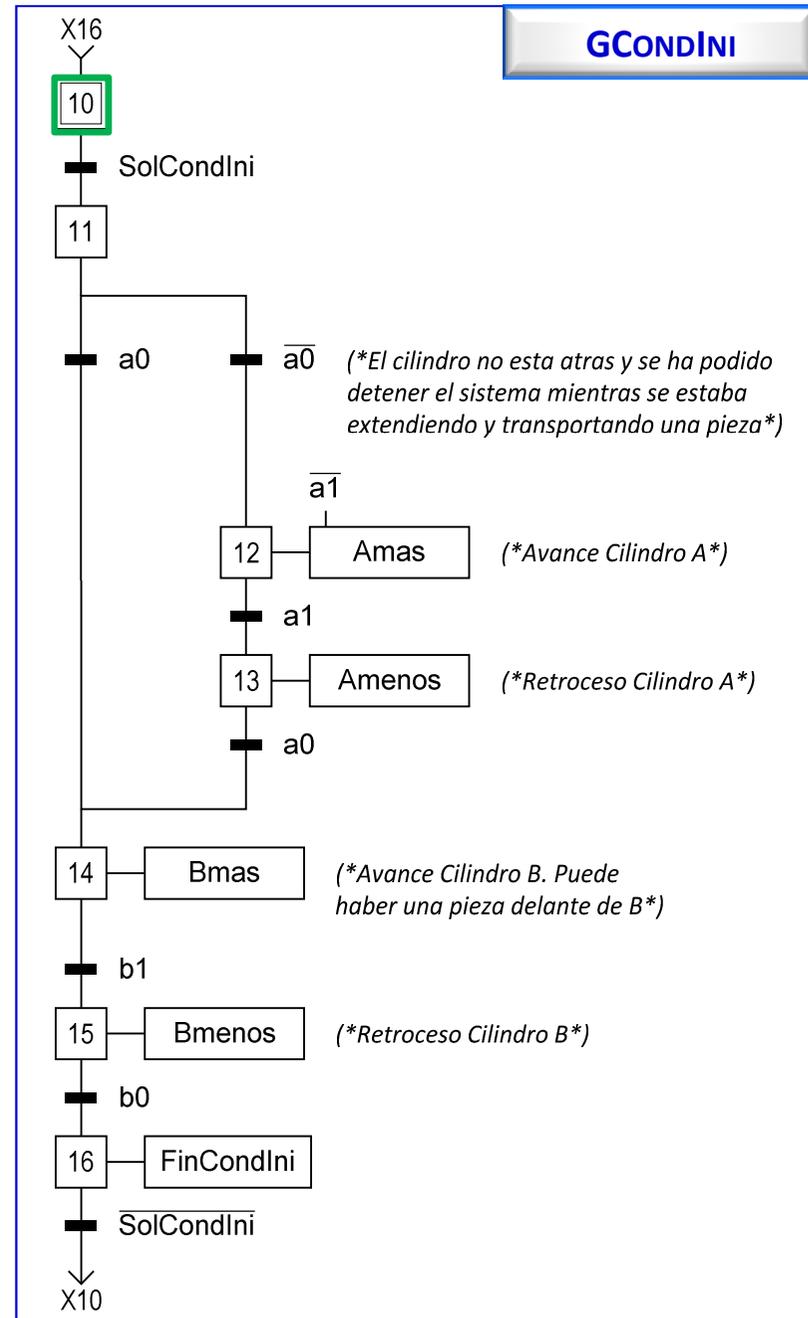
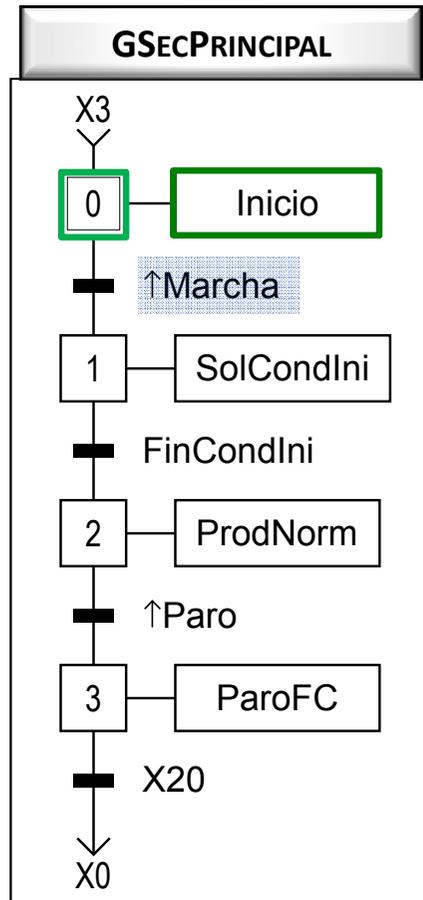


CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD

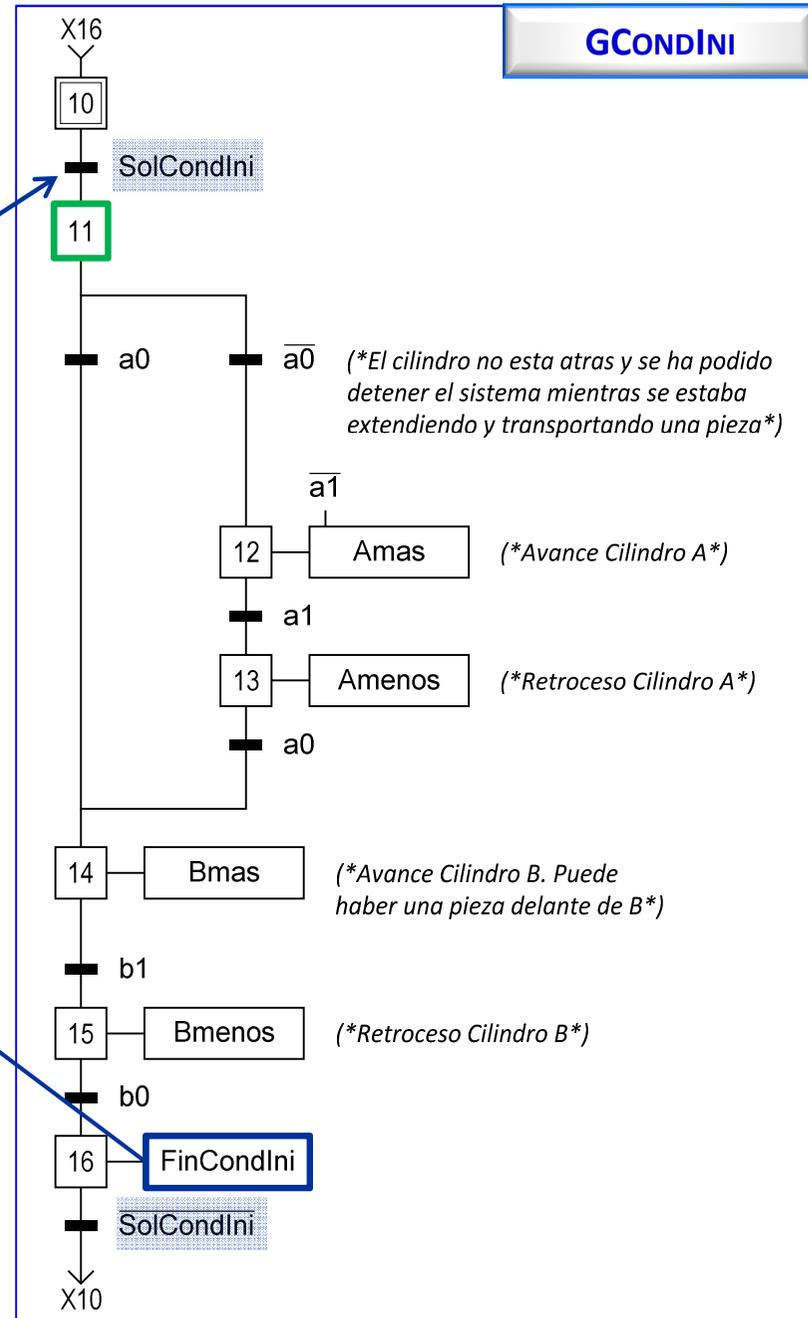
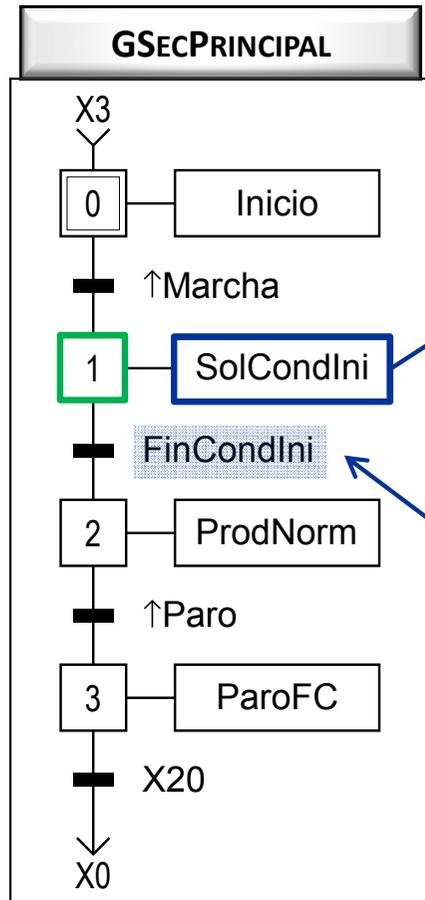
DOU AUXILIAR CONDICIONES INICIALES Y DE SEGURIDAD – GCONDINI: que realizan procedimientos de inicialización de la Parte Operativa



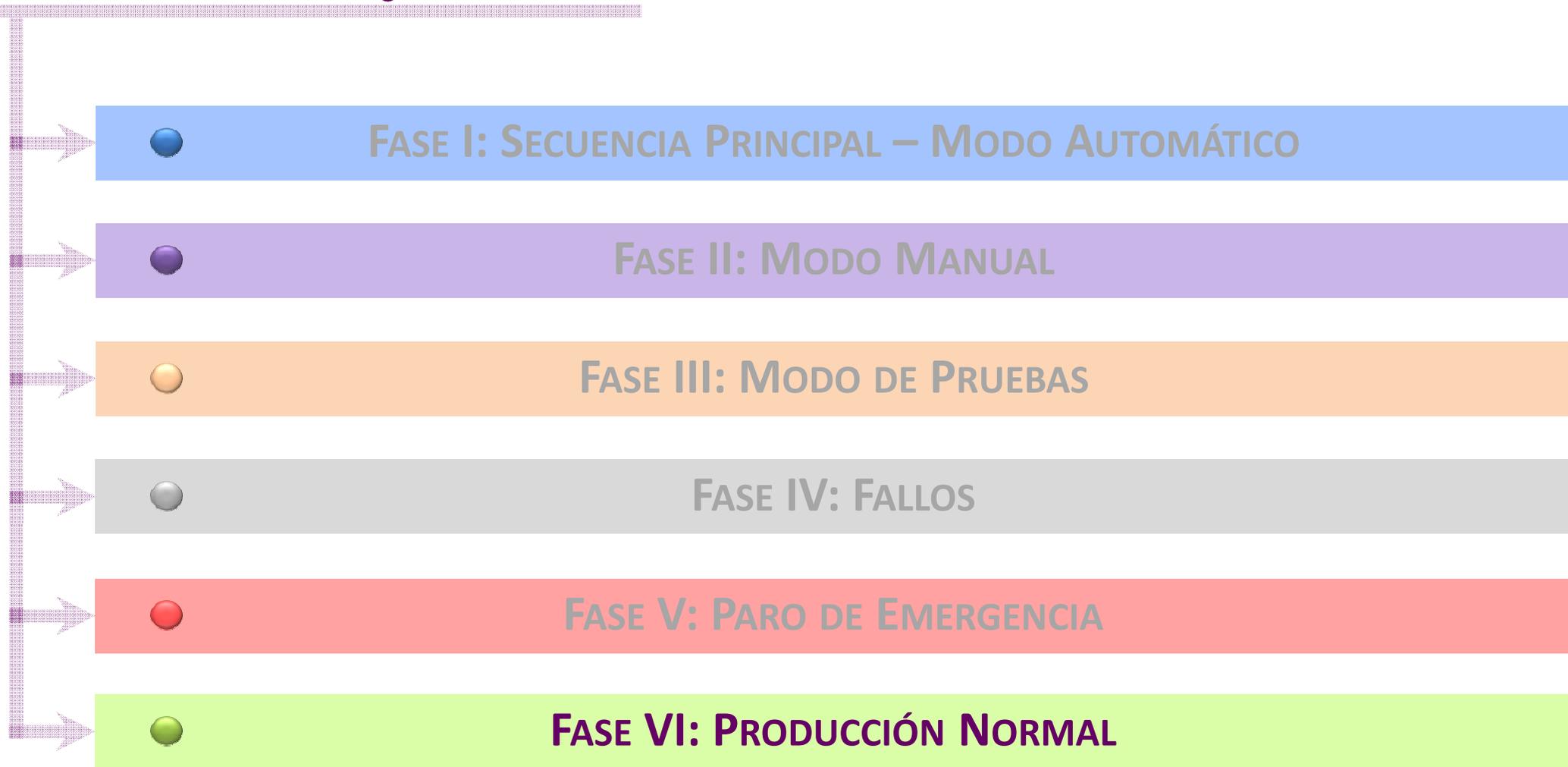
SINCRONIZACIÓN ENTRE SECUENCIA PRINCIPAL Y CONDICIONES INICIALES



SINCRONIZACIÓN ENTRE SECUENCIA PRINCIPAL Y CONDICIONES INICIALES



Metodología MeiA.



● **Análisis de las operaciones del proceso y definición del ciclo normal de producción.**

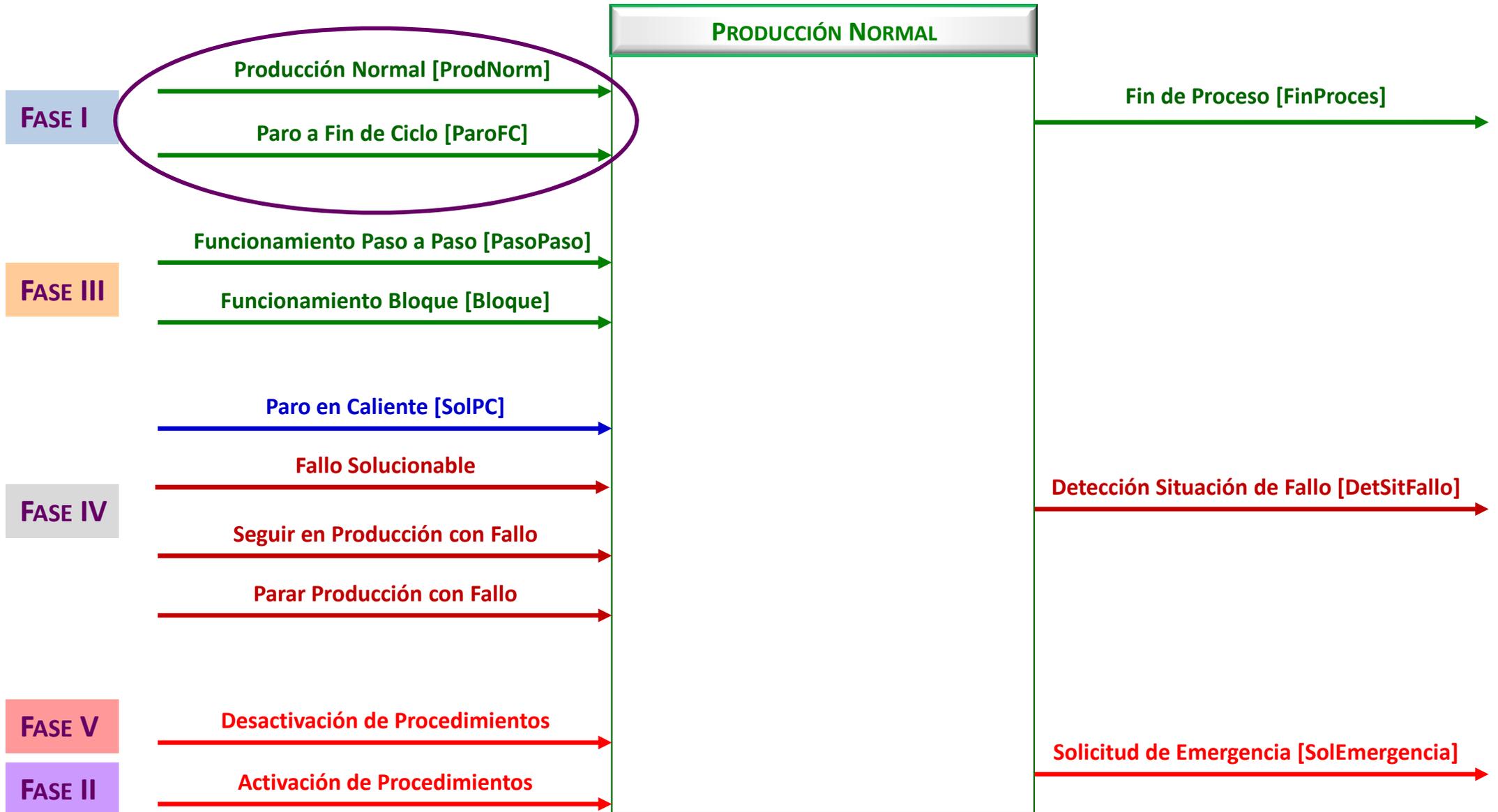
En esta fase se analizan las **operaciones del proceso**, se establece el **orden** de realización definiéndose el ciclo normal de producción y se identifican, analizan y diseñan los **procedimientos** que realizarán dichas operaciones.

Las operaciones de proceso se descomponen en tareas coordinadas realizadas por uno o varios procedimientos. Dentro de los procedimientos podemos hablar de:

- Procedimientos principales que realizan las **operaciones principales** de producción; por ejemplo pintado, transporte, prensado, etc.
- Procedimientos de **coordinación** de operaciones, procedimientos de **selección** de parámetros de producción, procedimientos que gestionan la **conurrencia** de elementos en el proceso, selección de productos, etc.
- Procedimientos de **información** que gestionan la generación de avisos al personal de planta, procedimientos específicos para suministrar información al sistema de supervisión/control de alto nivel, procedimientos de **seguridad**, etc.
- Procedimientos que realizan operaciones relacionadas con la preparación de la producción; por ejemplo, **carga** de almacenes, **llenado** de tanques, precalentamiento de equipos, etc.

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

SEÑALES INTERNAS A CONSIDERAR EN LOS PROCEDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN NORMAL



FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

PASO 1 – MARCHA DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2.1 - IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES

PASO 2.2 - TAREAS

PASO 3 – PARO EN ESTADO INTERMEDIO

PASO 4 – PARADA DEL PROCEDIMIENTO

X Procedimiento

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

Identificar las operaciones del proceso, los procedimientos que las realizan y su orden de ejecución.

PASO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2.1 - IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES

PASO 2.2 - TAREAS

PASO 3 – PARO EN ESTADO INTERMEDIO

PASO 4 – PARADA DEL PROCEDIMIENTO

Transportar Pieza

```
graph TD; A[Identificar las operaciones del proceso, los procedimientos que las realizan y su orden de ejecución.] --> B[Transportar Pieza];
```

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

X Procedimiento

PASO 1 – MARCHA DEL PROCEDIMIENTO

Establecer la forma de poner en **marcha el procedimiento**; por ejemplo, cuando se activa un sensor que indica la presencia de una pieza, al alcanzar un nivel en un tanque, al transcurrir un tiempo desde un evento concreto, al ser activado desde otro procedimiento, al finalizar algún tipo de materia prima, etc. Por lo tanto, también habrá que identificar las **señales internas a tener en cuenta** para su puesta en marcha.

Consideraciones:

- Los procedimientos **principales y de coordinación** precisan que el sistema de control esté preparado para su puesta en marcha [**ProdNorm**].
- Los procedimientos que realizan operaciones auxiliares necesarias durante el ciclo de producción deberán ser diseñados para su activación desde los procedimientos de Marcha de Preparación y de Producción Normal. En estos casos se sugiere utilizar una **señal interna** para identificar la operación auxiliar (coordinación horizontal).

↓

Cuando el sistema está preparado (**ProdNorm** activada) y se detecte una pieza en la salida del almacén (**s1** activo).

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

X Procedimiento

PASO 1 – MARCHA DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

● PASO 2.1 - IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES

Identificar las **señales externas**, sensores y actuadores, señales del panel de operación y aquéllas que provienen del supervisor, así como las **señales internas** procedentes de las restantes fases que deben ser consideradas en el procedimiento. Cuando el procedimiento deba solicitar la activación de otros procedimientos, también se deben identificar las **señales internas** necesarias para llevar a cabo dichas activaciones.

Señales externas:

Amas	Avance Cilindro A
Amenos	Retroceso Cilindro A
Bmas	Avance Cilindro B
Bmenos	Retroceso Cilindro A

Señales Internas:

ProdNorm

a0	Cilindro A Recogido
a1	Cilindro A Extendido
b0	Cilindro B Recogido
b1	Cilindro B Extendido
s1	Detector de Pieza

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

X Procedimiento

PASO 1 – MARCHA DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2.1 - IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES

● PASO 2.2 - TAREAS

Definir las tareas a realizar y su orden para cumplir con el propósito del procedimiento.



El cargador alimenta por gravedad piezas que son detectadas por un sensor **s1**. El cilindro A las empuja (**AMas**) hasta situar la pieza frente al cilindro B (**a1**). Después de que A haya retrocedido (**Amenos**)(**a0**), el cilindro B las lleva hasta la posición de evacuación (**BMas**) (**b1**).

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

X Procedimiento

PASO 1 – MARCHA DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2.1 - IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES

PASO 2.2 - TAREAS

PASO 3 – PARO EN ESTADO INTERMEDIO

Analizar si el procedimiento debe quedar **detenido en un estado intermedio** (por ejemplo, en situaciones de aprovisionamiento de materia prima, retirada de piezas, gestión de herramientas, medios de transporte, etc.), considerando que siempre que se requiera la **intervención del personal** se deberá asegurar el **paro del proceso**. En su caso, identificar las señales que indican la parada, su finalización y las acciones a realizar.

No se considera la carga del alimentador

FASE VI: PRODUCCIÓN NORMAL

PASO 0 – OPERACIONES DEL PROCESO - PROCEDIMIENTOS

X Procedimiento

PASO 1 – MARCHA DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

PASO 2.1 - IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES

PASO 2.2 - TAREAS

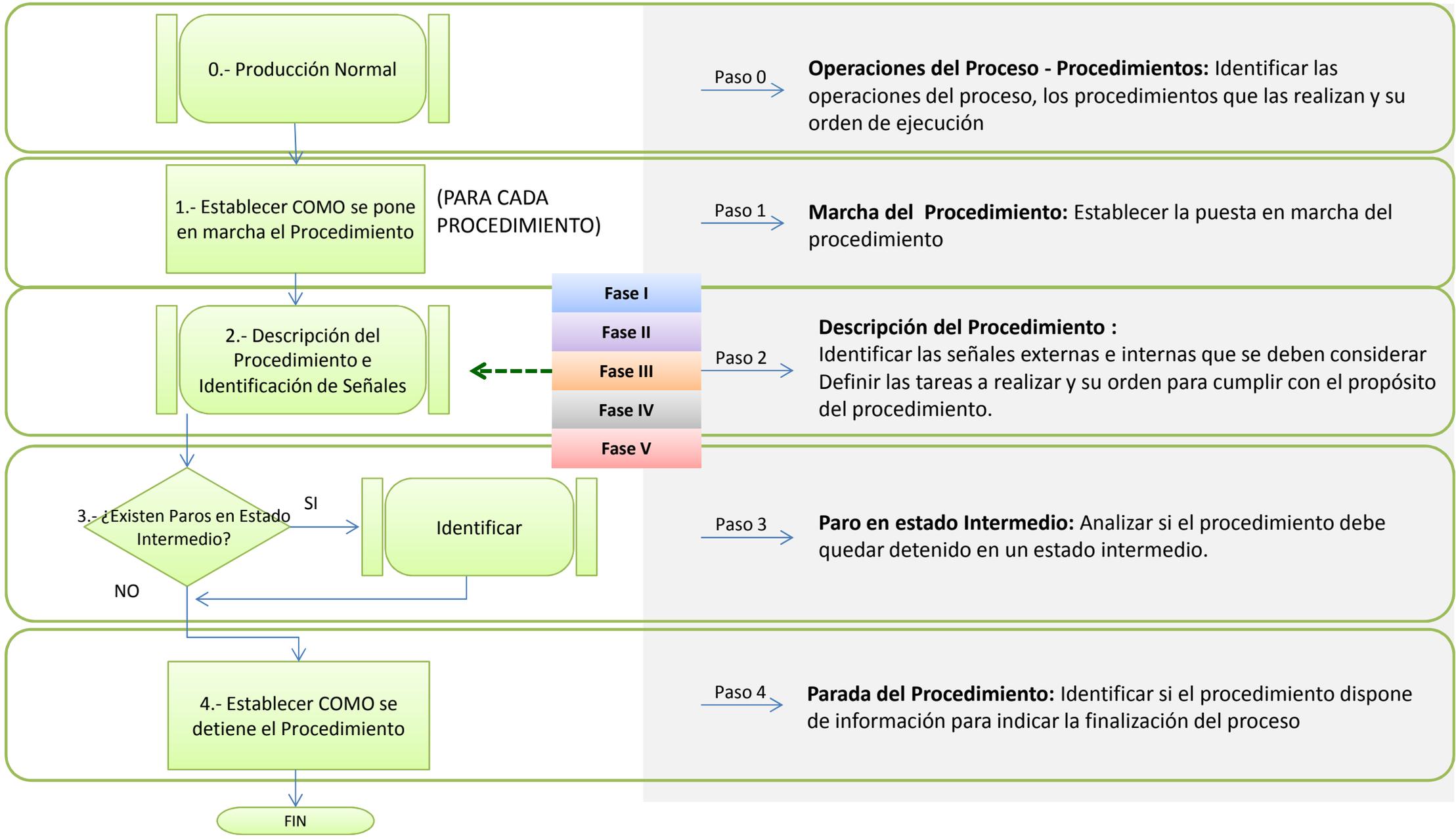
PASO 3 – PARO EN ESTADO INTERMEDIO

PASO 4 – PARADA DEL PROCEDIMIENTO

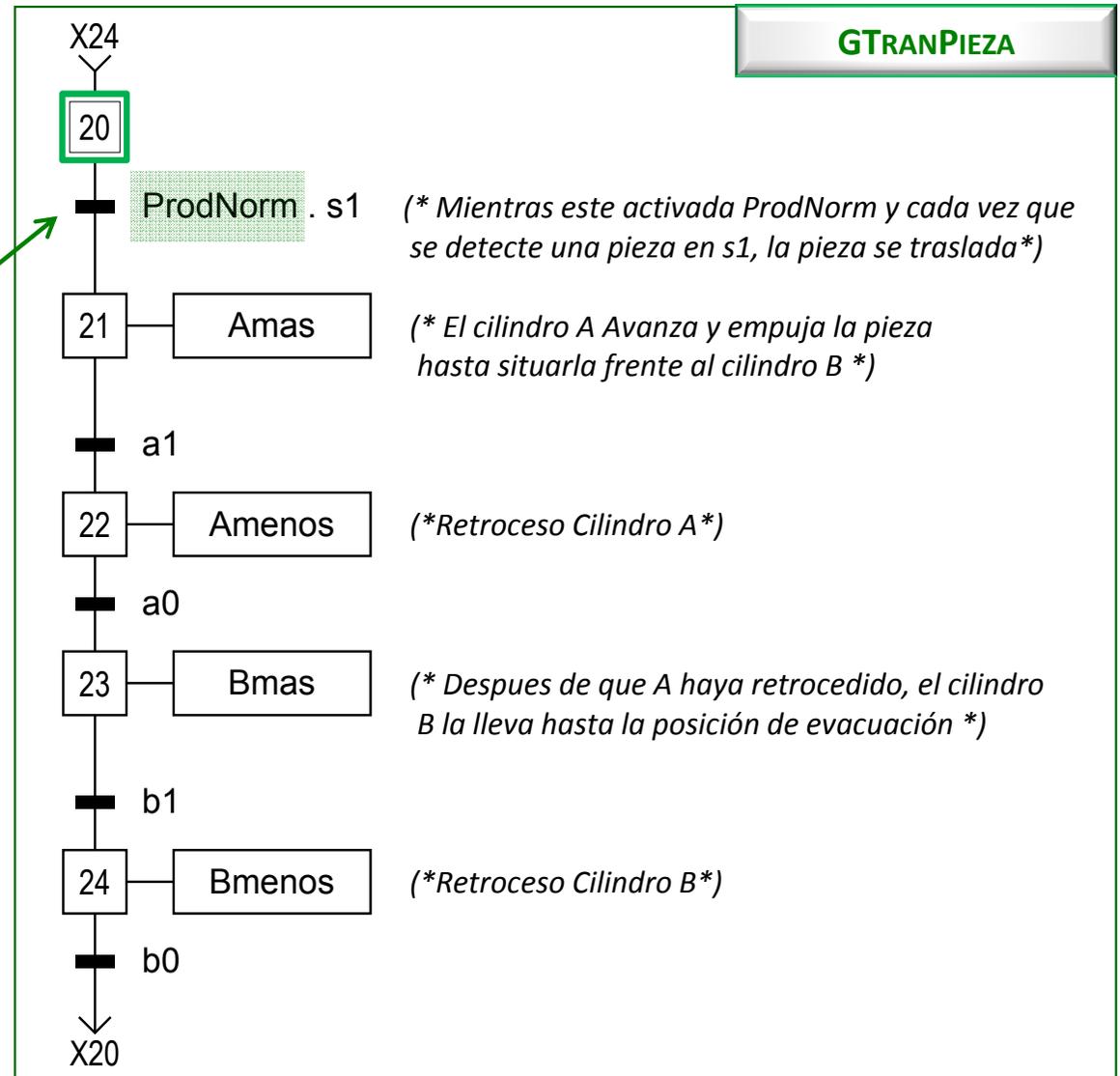
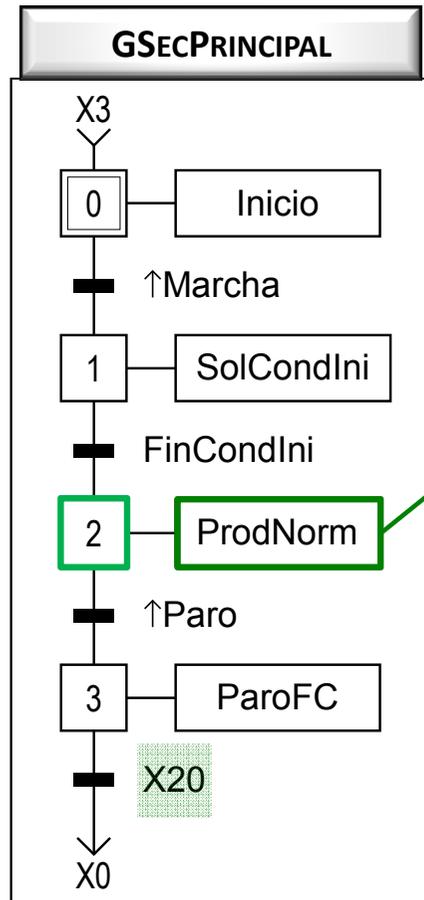
Determinar cómo afecta la solicitud de paro a fin de ciclo al procedimiento, e identificar si el procedimiento dispone de información para indicar la finalización del proceso.

↓
Cuando el sistema pase al estado de Paro a Fin de Ciclo no se seguirán transportando piezas.

Fase VI- PRODUCCION NORMAL

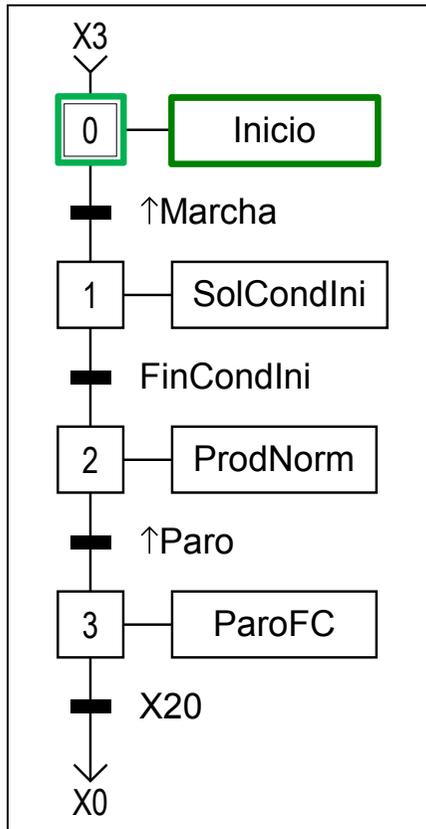


SINCRONIZACIÓN ENTRE SECUENCIA PRINCIPAL Y PRODUCCIÓN NORMAL

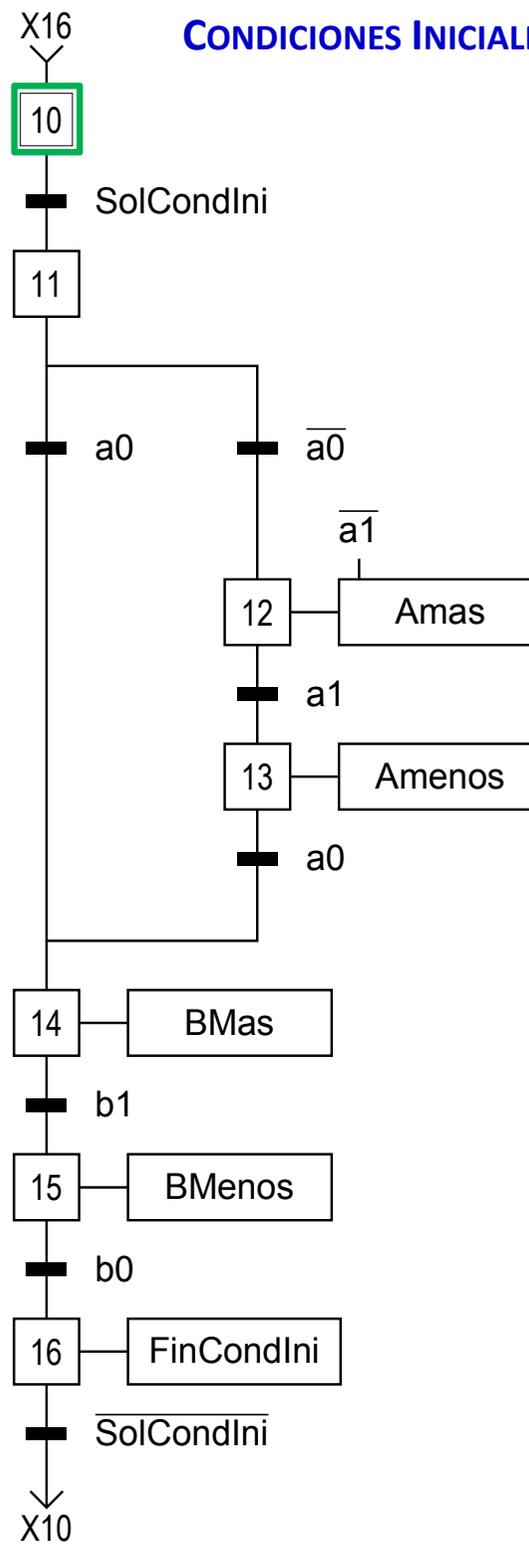


DISEÑO FINAL

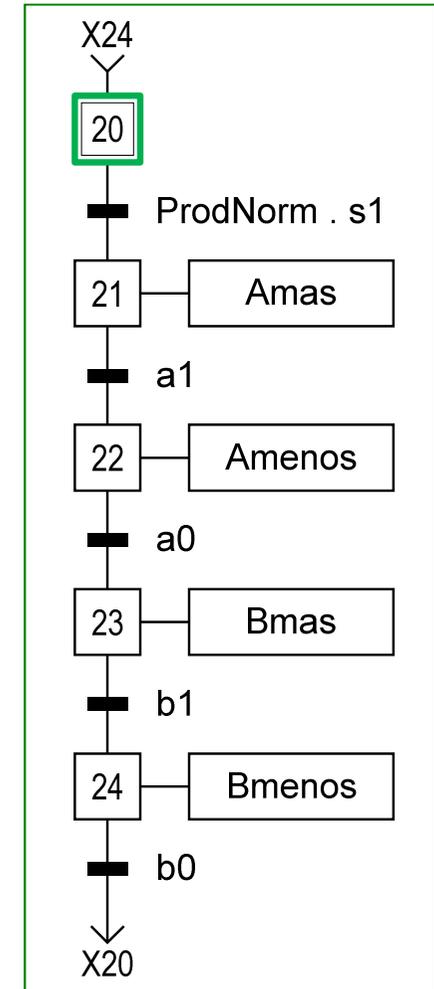
SECUENCIA PRINCIPAL



CONDICIONES INICIALES

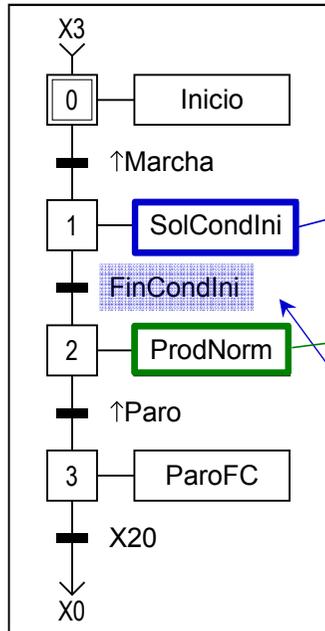


PRODUCCIÓN NORMAL

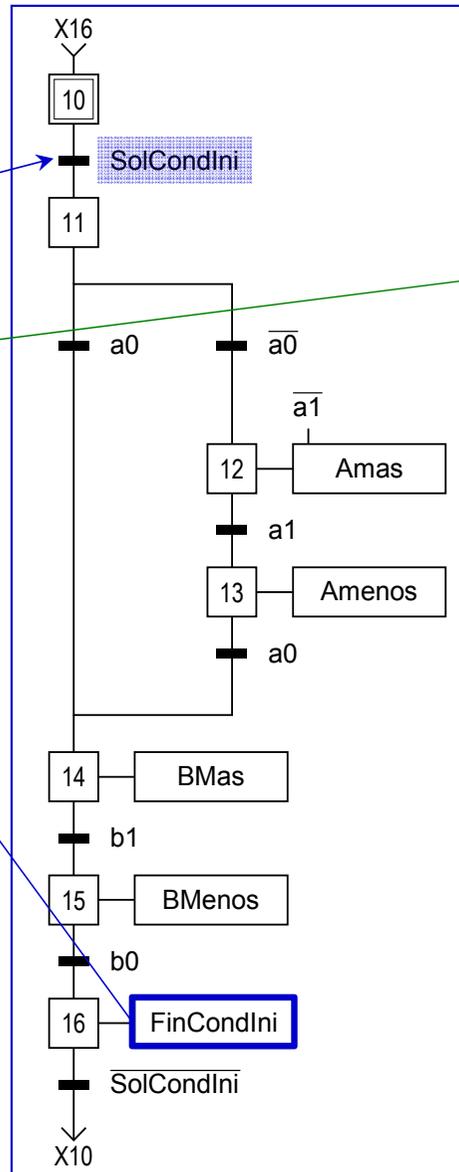


DISEÑO FINAL

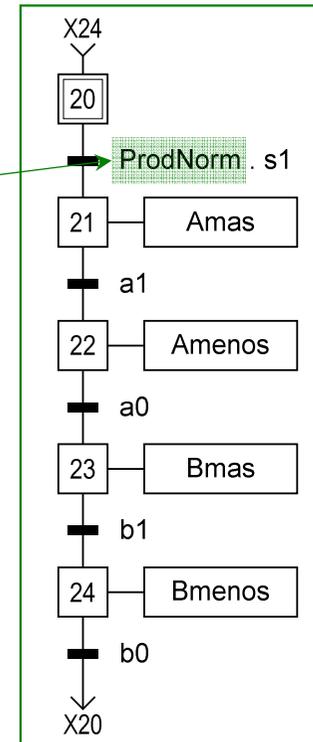
SECUENCIA PRINCIPAL



CONDICIONES INICIALES



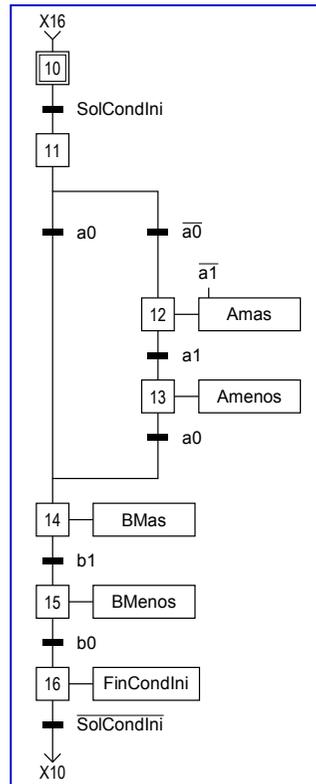
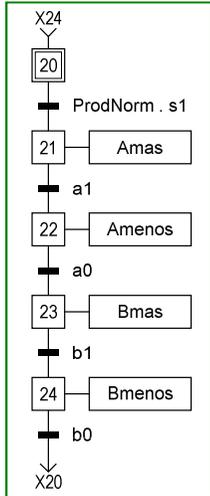
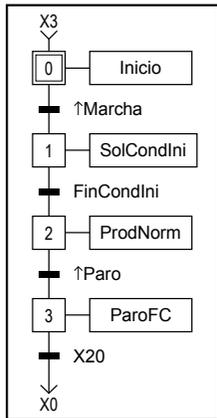
PRODUCCIÓN NORMAL



PARTE COMBINACIONAL

- o Amas = $X12 \cdot a1' + X21$
- o Amenos = $X13 + X22$
- o Bmas = $X14 + X23$
- o Bmenos = $X15 + X24$
- o SolCondIni = X1
- o ProdNorm = X2
- o ParoFC = X3
- o FinCondIni = X16

DISEÑO FINAL

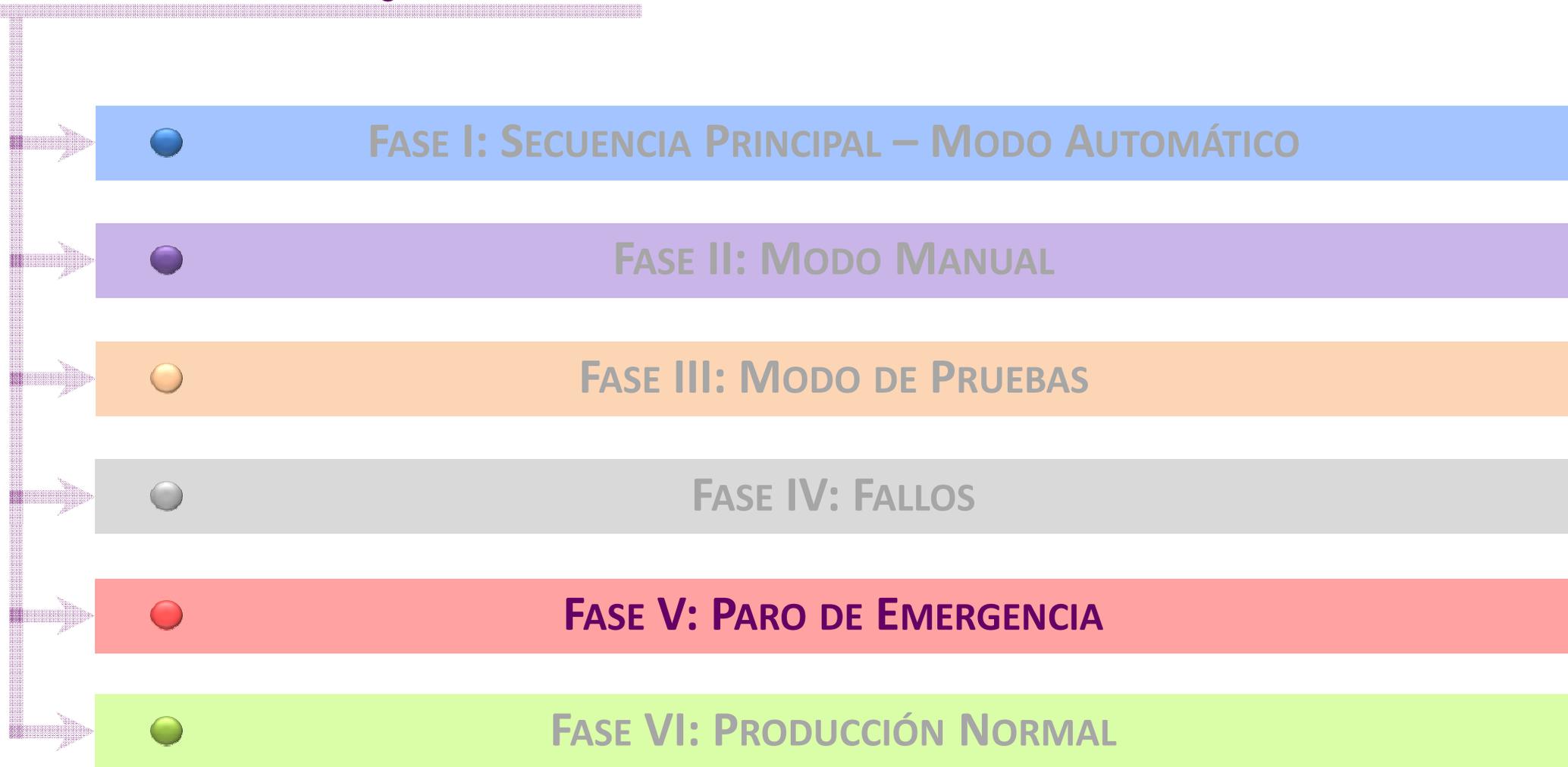


PARTE COMBINACIONAL

- o Amas = $X12 \cdot a1' + X21$
- o Amenos = $X13 + X22$
- o Bmas = $X14 + X23$
- o Bmenos = $X15 + X24$
- o **SolCondIni = X1**
- o **ProdNorm = X2**
- o **ParoFC = X3**
- o **FinCondIni = X16**

PARTE SECUENCIAL

	Set	Reset
X0	$SX0 = X3 \cdot x20 + \text{Init}$	$RX0 = X1$
X1	$SX1 = X0 \cdot \uparrow\text{Marcha}$	$RX1 = X2 + \text{Init}$
X2	$SX2 = X1 \cdot \text{FinCondIni}$	$RX2 = X3 + \text{Init}$
X3	$SX3 = X2 \cdot \uparrow\text{Paro}$	$RX3 = X0 + \text{Init}$
X10	$SX10 = X16 \cdot \text{SolCondIni}' + \text{Init}$	$RX10 = X11$
X11	$SX11 = X10 \cdot \text{SolCondIni}$	$RX11 = X12 + X14 + \text{Init}$
X12	$SX12 = X11 \cdot a0'$	$RX12 = X13 + \text{Init}$
X13	$S13 = X12 \cdot a1$	$RX13 = X14 + \text{Init}$
X14	$SX14 = X11 \cdot a1 + X13 \cdot a0$	$RX14 = X15 + \text{Init}$
X15	$SX15 = X14 \cdot b1$	$RX15 = X16 + \text{Init}$
X16	$SX16 = X15 \cdot b0$	$RX16 = X10 + \text{Init}$
X20	$SX20 = X24 \cdot b0 + \text{Init}$	$RX20 = X21$
X21	$SX21 = X20 \cdot \text{ProdNorm} \cdot s1$	$RX21 = X22 + \text{Init}$
X22	$SX22 = X21 \cdot a1$	$RX22 = X23 + \text{Init}$
X23	$SX23 = X22 \cdot a0$	$RX23 = X24 + \text{Init}$
X24	$SX24 = X23 \cdot b1$	$RX24 = X20 + \text{Init}$



AMPLIACIÓN I – PARO DE EMERGENCIA

Se incluye en el sistema una parada de emergencia que se activa mediante una seta de emergencia (**Emergencia**) situada en el pupitre de control. Si se activa la emergencia, la máquina se detendrá en seco. Al quitar la emergencia la máquina no funcionará de nuevo hasta que no se rearme con el pulsador de rearme (**Rearme**).

Emergencia	Seta de Emergencia
Rearme	Pulsador de Rearme



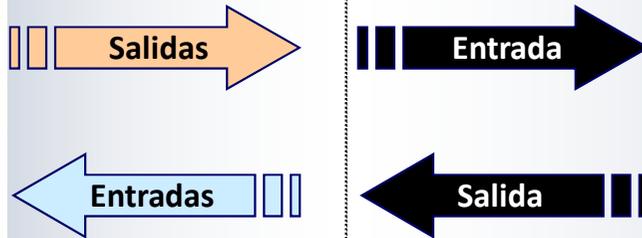
Este modo de funcionamiento se podrá activar en cualquier momento.

AMPLIACIÓN I - EMERGENCIA

SISTEMA DE CONTROL



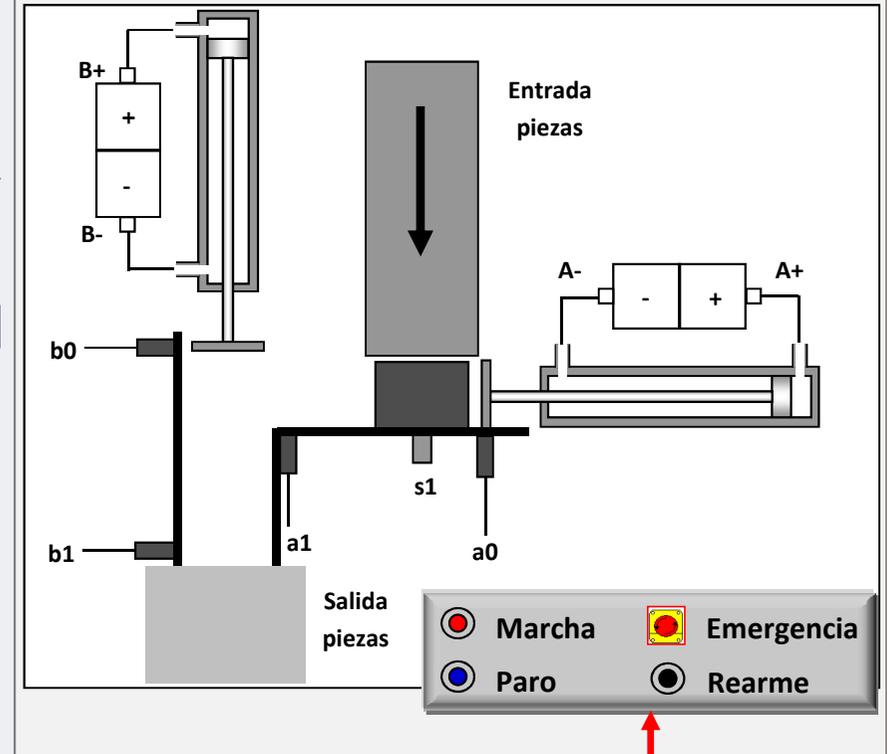
Amas	Avance Cilindro A
Amenos	Retroceso Cilindro A
Bmas	Avance Cilindro B
Bmenos	Retroceso Cilindro A



a0	Cilindro A Recogido
a1	Cilindro A Extendido
b0	Cilindro B Recogido
b1	Cilindro B Extendido
s1	Detector de Pieza
Marcha	Pulsador de Marcha
Paro	Pulsador de Paro

Emergencia	Seta de Emergencia
Rearme	Pulsador de Rearme

MÁQUINA TRANSFER



● Organización del funcionamiento del Paro de Emergencias

En esta fase se organiza tanto el arranque como la parada del sistema para el **tratamiento de emergencias**. En la mayoría de los procesos, las emergencias se tratan como un módulo autónomo del controlador tanto a nivel de hardware como de software. No obstante, dado que la información de activación de las emergencias llega al controlador, el software de control debe contemplar tal situación y realizar la **parada inmediata del proceso de forma segura, establecer el protocolo de actuación y la nueva puesta en marcha del sistema**.

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

PASO 2 – EMERGENCIA – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA EMERGENCIA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL MODO AUTOMÁTICO

PASO 3 – AVISO DE EMERGENCIA

PASO 4 – PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA – PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

PASO 5 – SOLICITUD PARADA DE EMERGENCIA

PASO 6 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 7 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 8 – ACTIVACIÓN DEL MODO AUTOMÁTICO

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

PASO 2 – EMERGENCIA – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA EMERGENCIA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL MODO AUTOMÁTICO

PASO 3 – AVISO DE EMERGENCIA

PASO 4 – PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA – PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

PASO 5 – SOLICITUD PARADA DE EMERGENCIA

PASO 6 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 7 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 8 – ACTIVACIÓN DEL MODO AUTOMÁTICO

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

Establecer la **forma de activar la parada de emergencia**; por ejemplo al activarse la seta de emergencia, tras la evaluación de un fallo no solucionable (**FaseIV.Paso3.3**), por situaciones del proceso al alcanzarse una temperatura límite, etc.

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

La parada de emergencia se activará cuando se presione la seta de emergencia

PASO 4 – PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA – PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

PASO 5 – SOLICITUD PARADA DE EMERGENCIA

PASO 6 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 7 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 8 – ACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

PASO 2 – EMERGENCIA – PARADA INMEDIATA

La activación de la emergencia implica **detener el proceso de forma inmediata** con independencia del estado en el que se encuentre y realizar las acciones necesarias para llevar al sistema a una situación de parada segura, tanto desde el punto de vista de producción como de seguridad humana (**FaseII.Paso2**).

PASO 3 – AVISO DE EMERGENCIA

PASO 4 – PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA – PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

PASO 5 – SOLICITUD PARADA DE EMERGENCIA

PASO 6 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 7 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 8 – ACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

PASO 2 – EMERGENCIA – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

Determinar los procedimientos que deben continuar activados al producirse la emergencia y cuáles serán desactivados (**Fasell.Paso2.2**).

Se desactivaran todos los procesos:
GSecPrincipal
GCondIni
GTranPiezas

PASO 7 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE EMERGENCIA

PASO 8 – ACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

PASO 2 – EMERGENCIA – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

PASO 3 – AVISO DE EMERGENCIA

PASO 4 – PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA – PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

PASO 5 – SOLICITUD PARADA DE EMERGENCIA

Establecer la forma de **desactivar** este modo de funcionamiento: mediante el desenclavamiento de la seta de emergencia y un pulsador de rearme, se ha solucionado el problema que la origino, tras finalizar el procedimiento de emergencia, etc.

La desactivación de la emergencia se realizará desenclavando la seta de emergencia y dando al pulsador de rearme

FASE V: PARO DE EMERGENCIA

PASO 1 - SOLICITUD DE EMERGENCIA

PASO 2 – EMERGENCIA – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA EMERGENCIA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

PASO 3 – AVISO DE EMERGENCIA

PASO 4 – PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA – PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

Se activaran todos los procesos:

GSecPrincipal

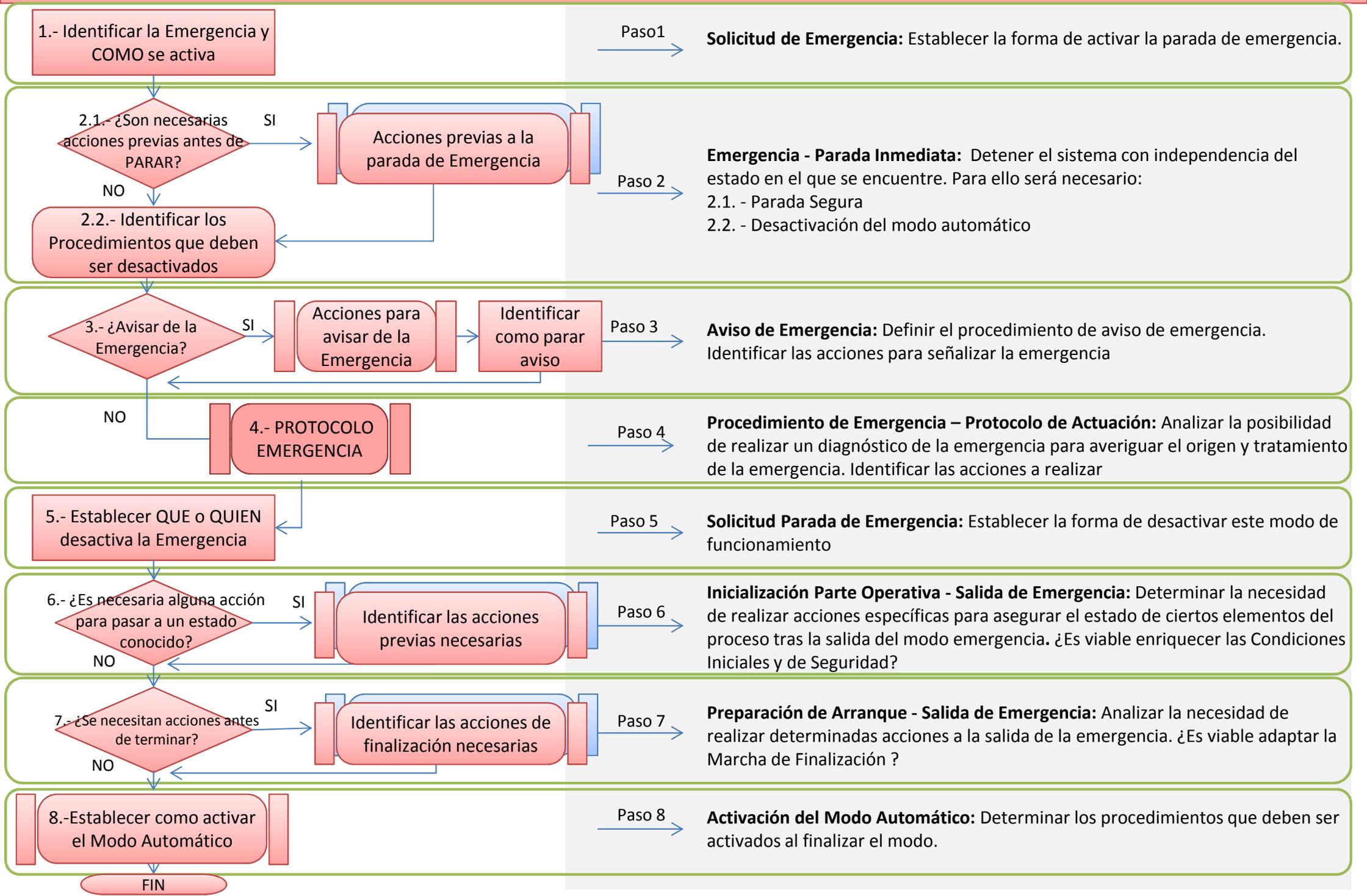
GCondIni

GTranPiezas

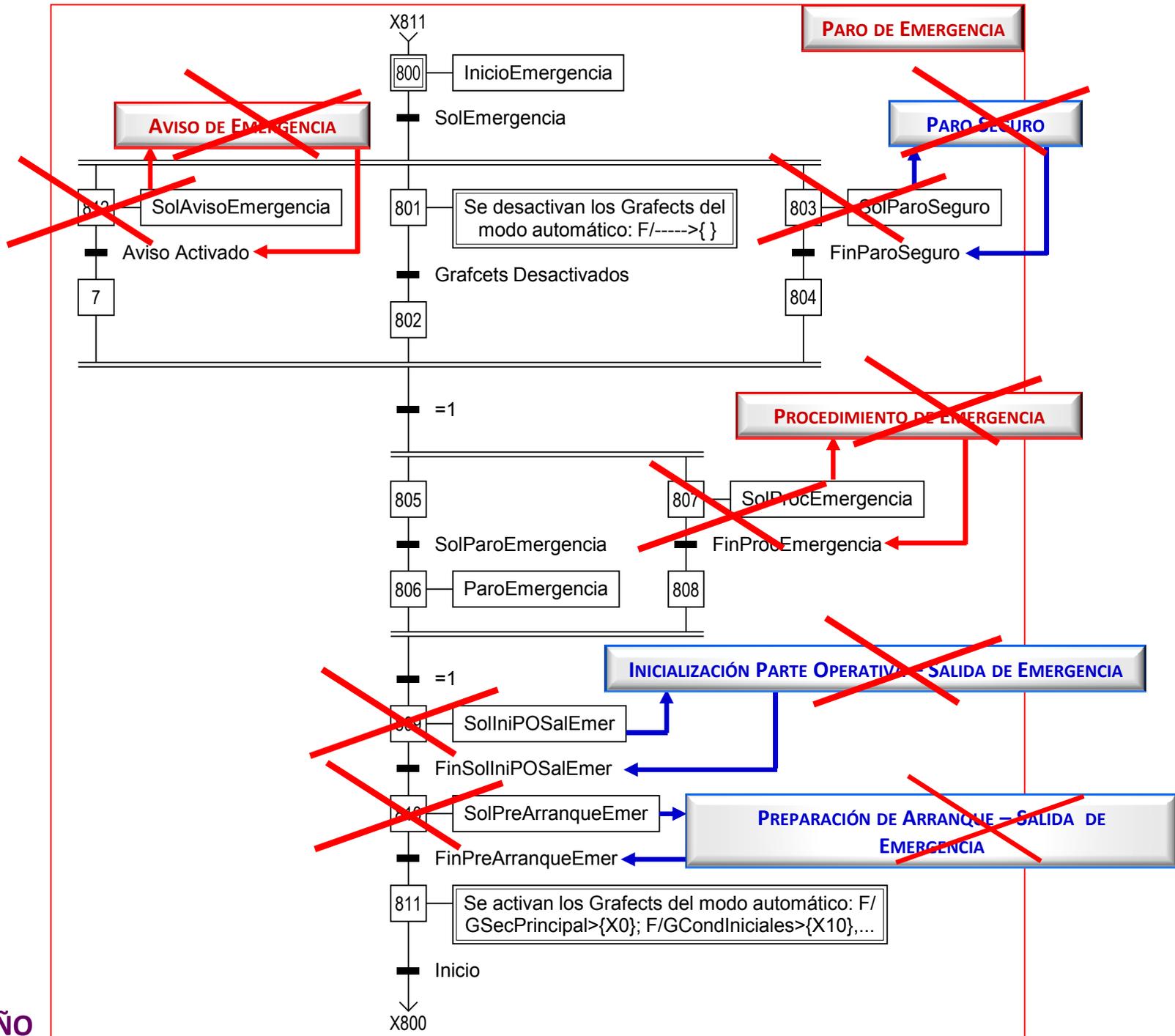
PASO 8 – ACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

Determinar los procedimientos que deben ser activados al finalizar el modo.

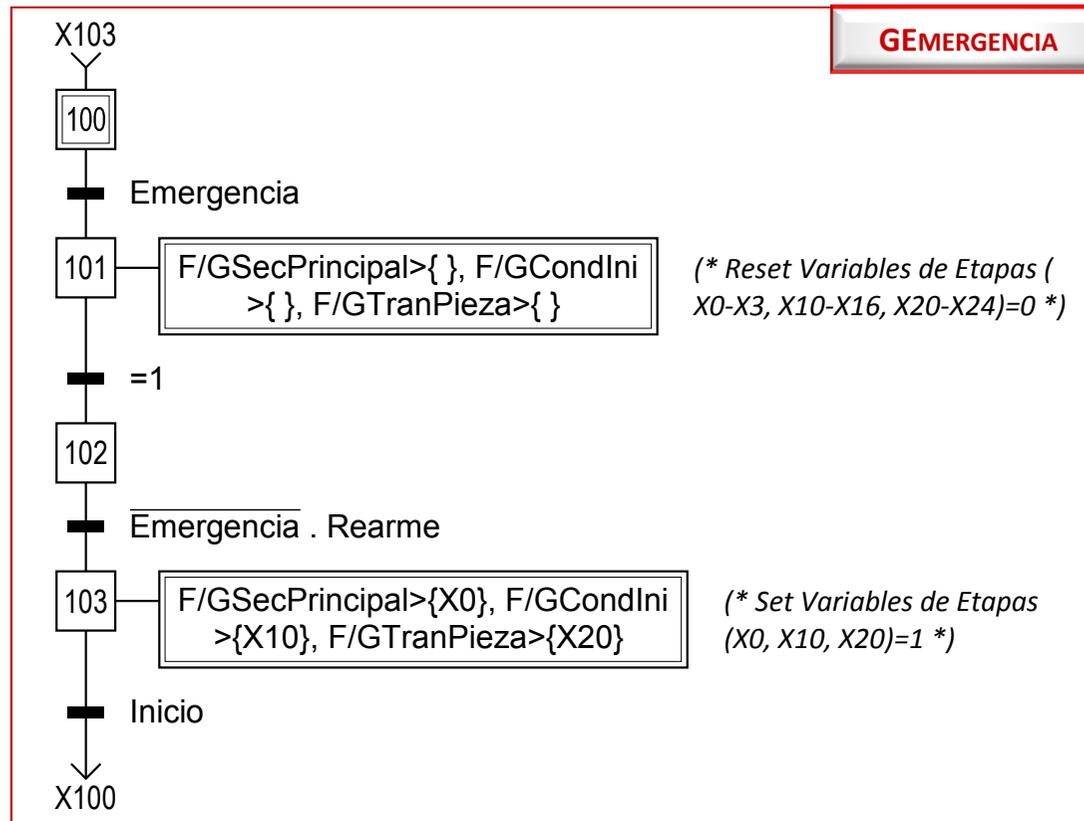
Fase V – Paro de emergencia



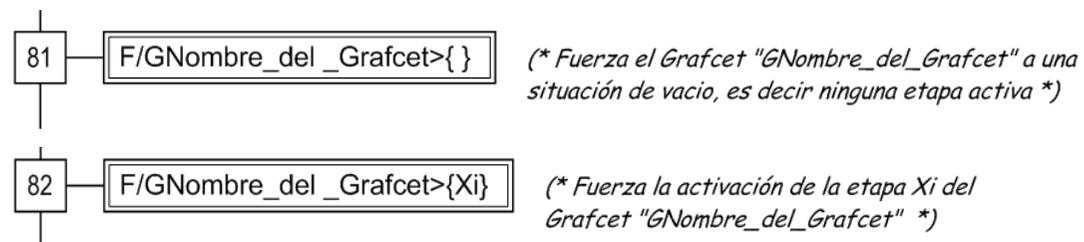
FASE V: PARO DE EMERGENCIA



EMERGENCIA BÁSICO

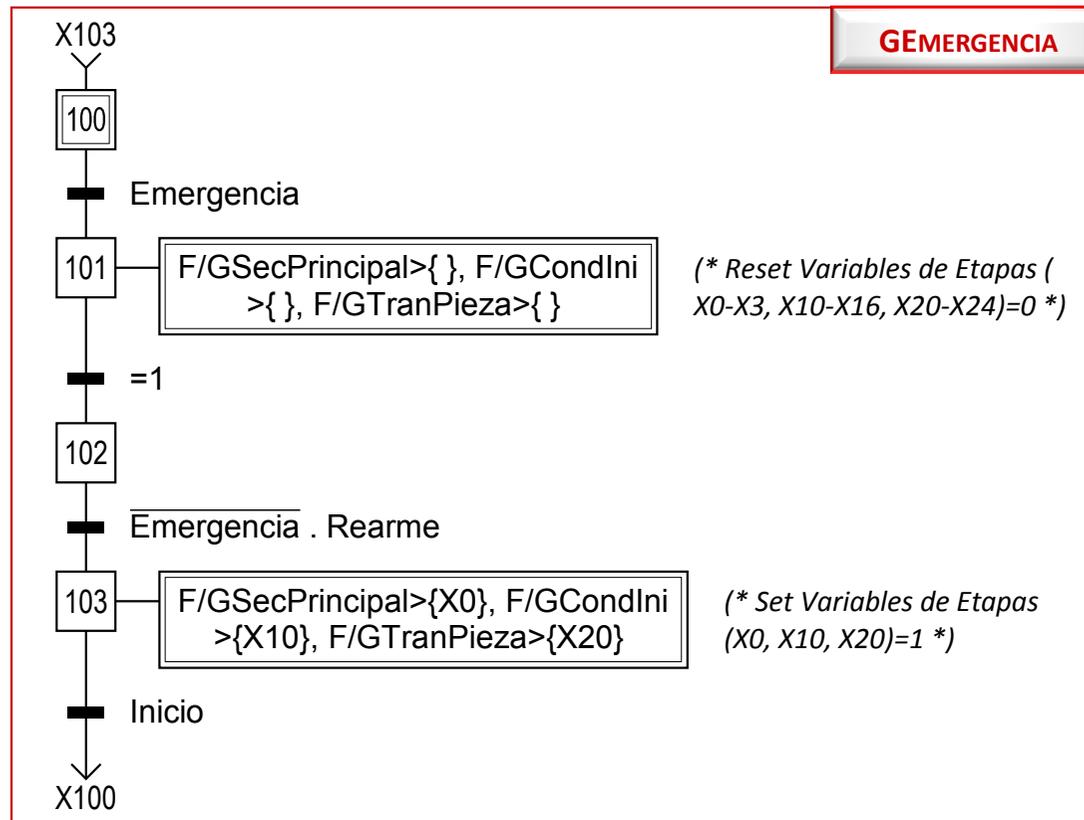


FORZADO ⇒ Total y absolutamente **PROHIBIDO SU USO**, excepto en situaciones de excepción



EMERGENCIA BÁSICO

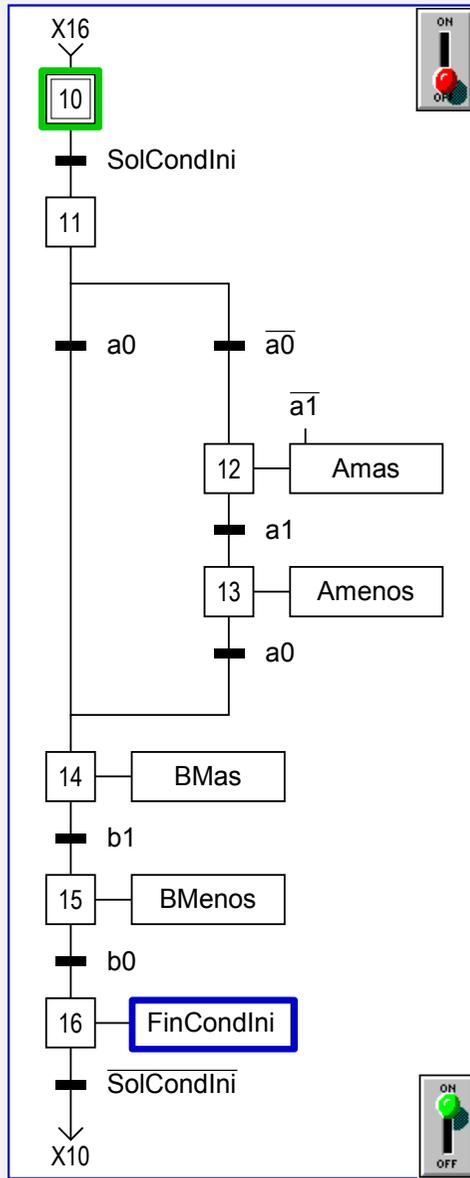
Al activar la seta de emergencia (Emergencia) se activa la etapa 101 (**X101**). La activación de la etapa provoca el forzado a una situación de vacío de los Grafkets del Sistema de Control. Al no estar activa ninguna etapa, no se realiza ninguna acción, lo que provoca una detención en seco de la máquina.



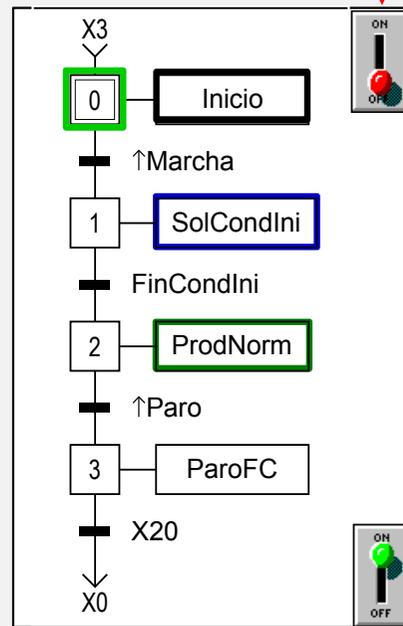
La única etapa que está activa en todo el Sistema de Control es la etapa 102 (**X102**) y permanecerá activa hasta que no se desenchave la seta de emergencia y se dé al pulsador de rearme. En ese momento se activará la etapa 103 (**X103**) lo que provocará que se activen las etapas iniciales de todos los Grafkets (**X0, X10, y X20**).

DISEÑO FINAL II

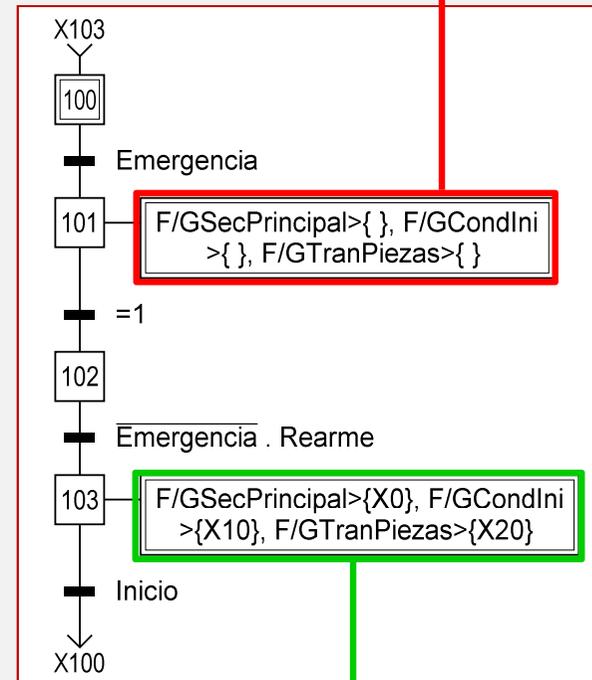
CONDICIONES INICIALES



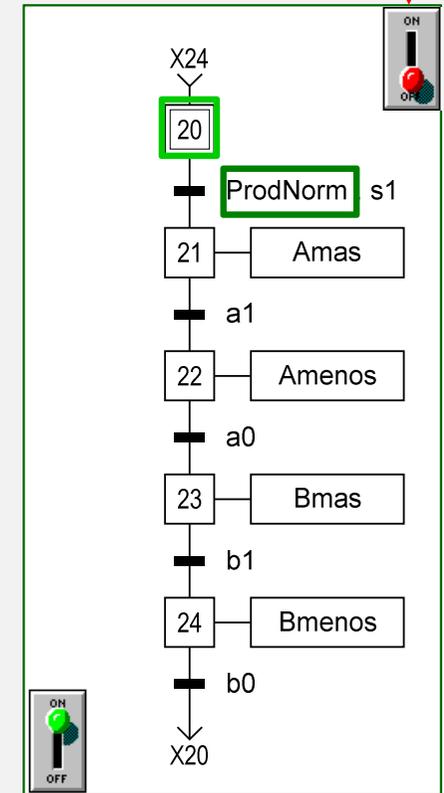
SECUENCIA PRINCIPAL



EMERGENCIA

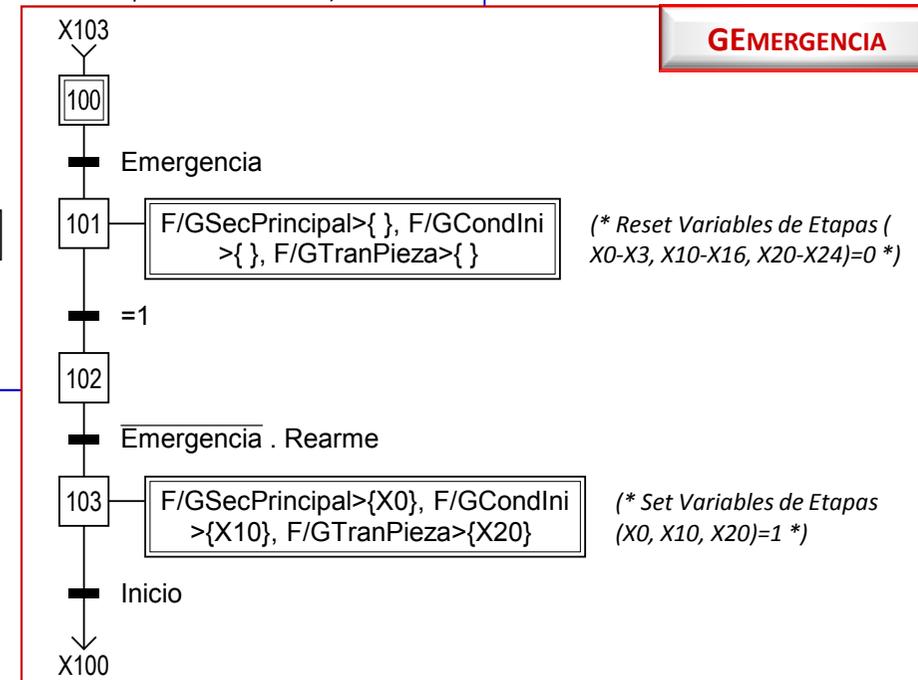
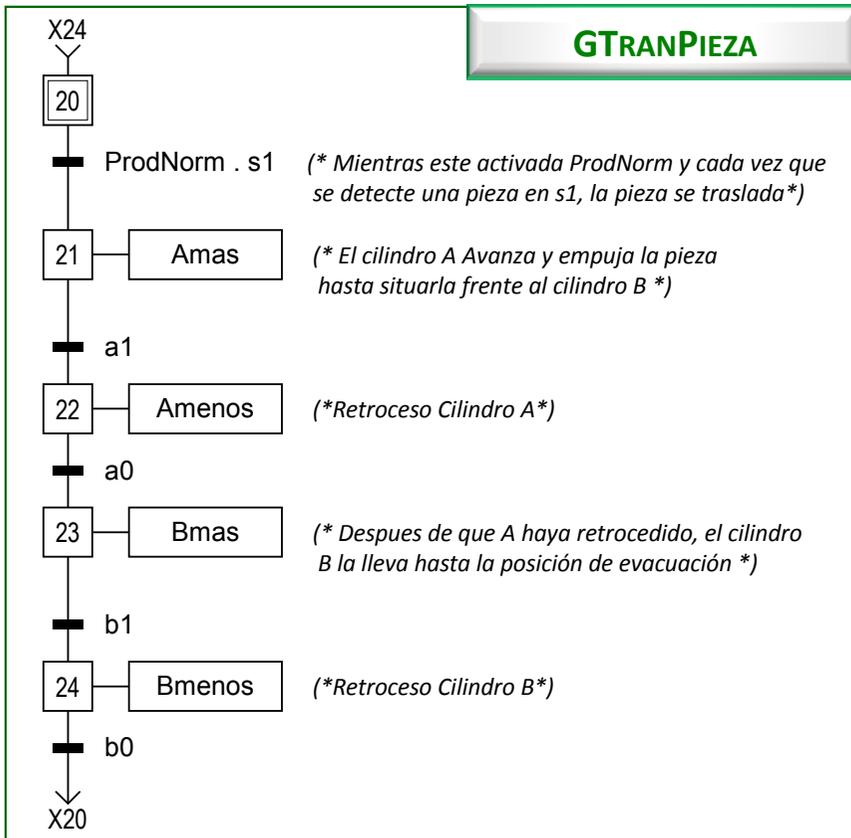
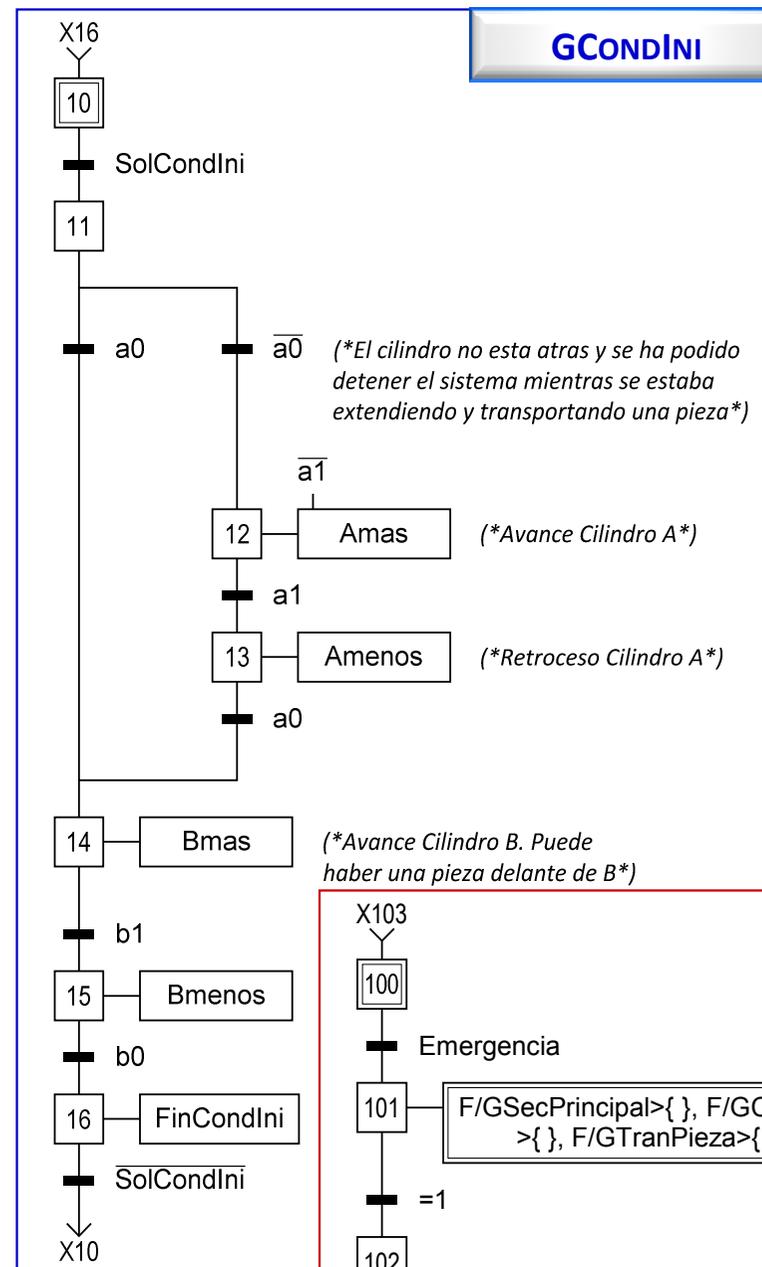
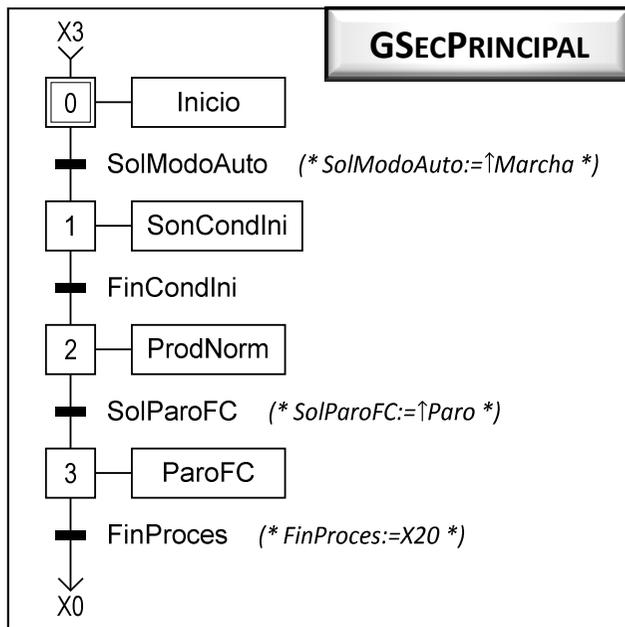


PRODUCCIÓN NORMAL



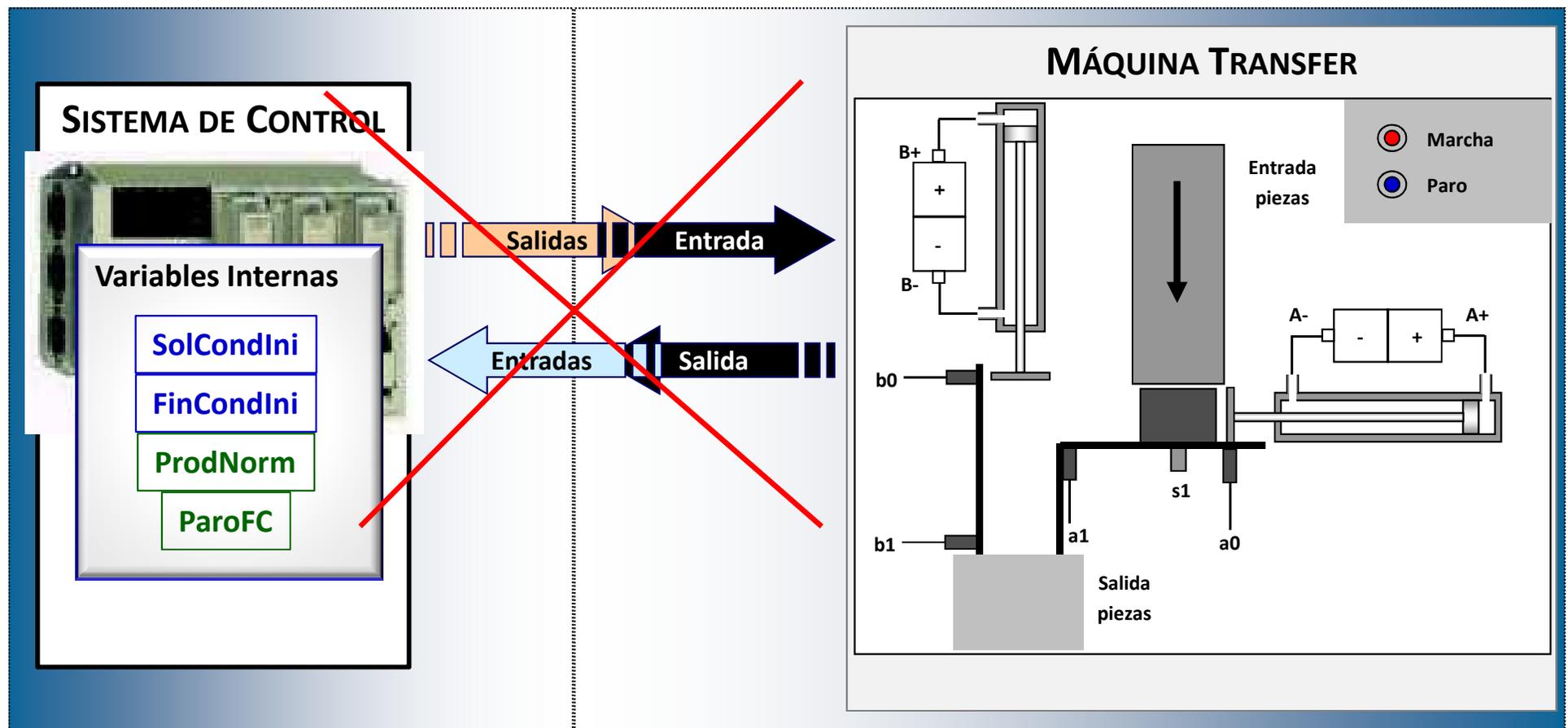
APAGADO - OFF

ENCENDIDO ON



EJEMPLO DE DISEÑO

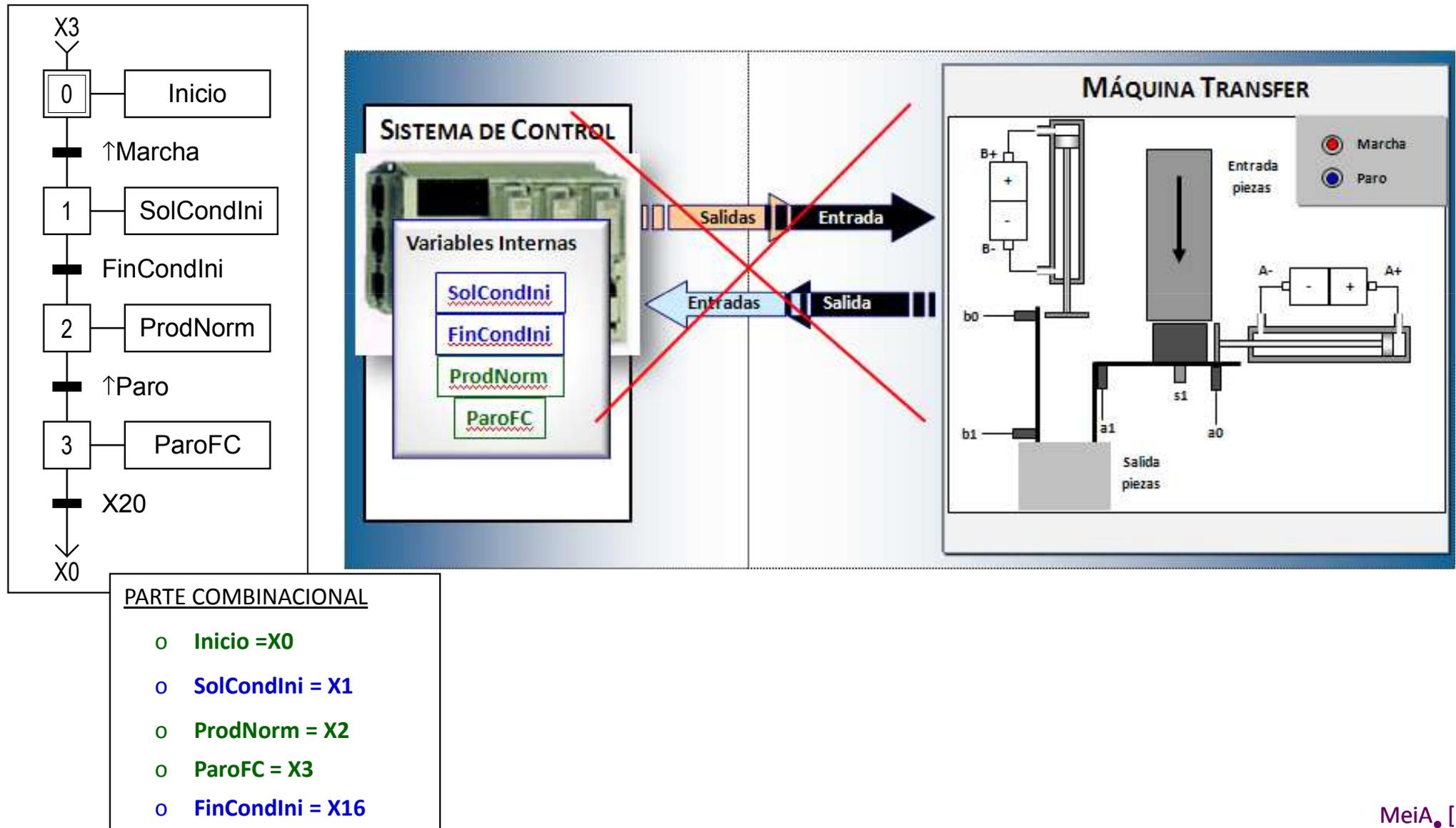
Señales de Control Internas: variables de tipo booleanas que permiten **coordinar** los Graficets de Decisión y Auxiliares e **informar** a los Graficets de Producción de los distintos estados en los que se puede encontrar el Sistema de Control.



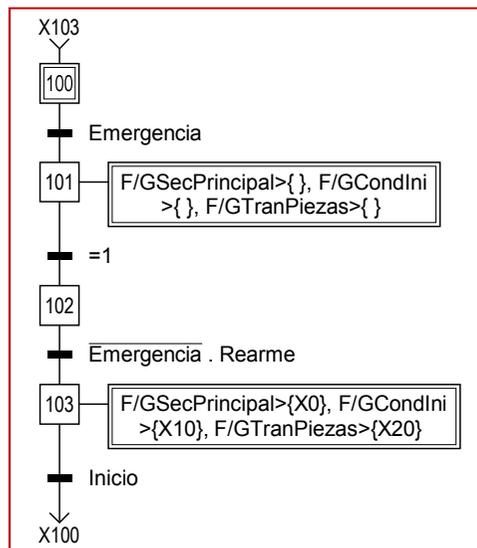
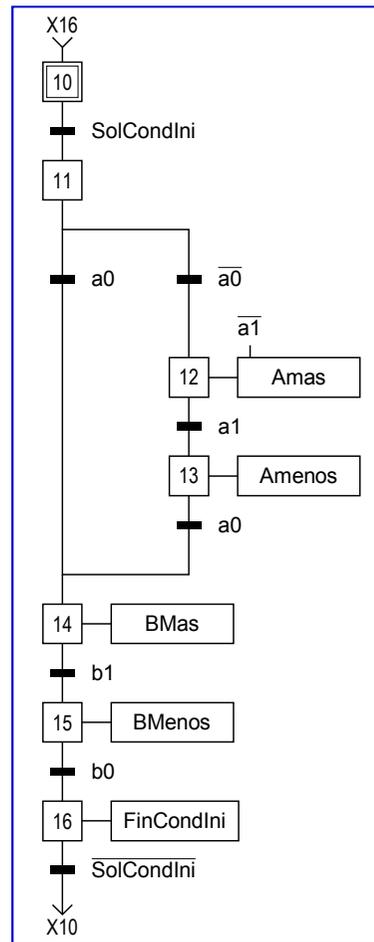
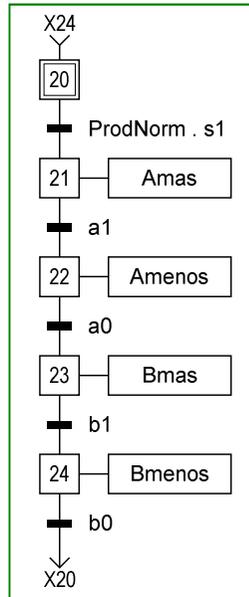
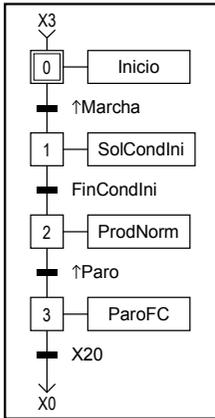
Definidas por MeiA.

DISEÑO FINAL CON SEÑALES INTERNAS DEL SISTEMA DE CONTROL

Definidas por MeiA y las diseñadoras del sistema de control



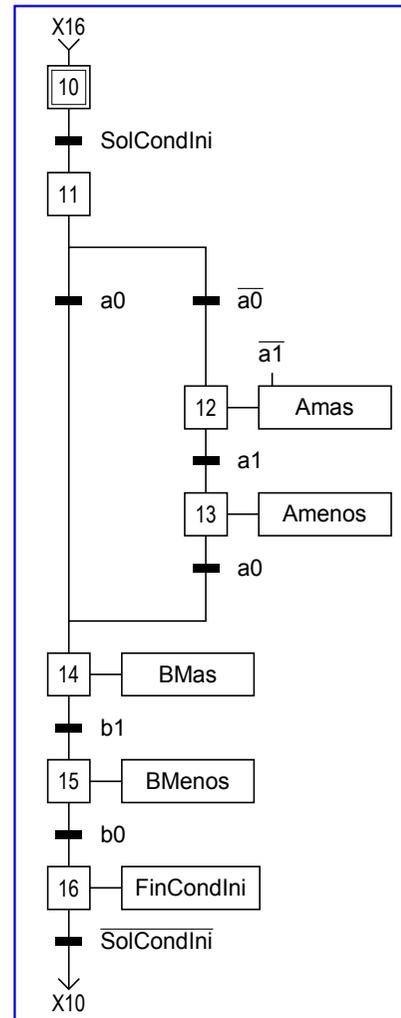
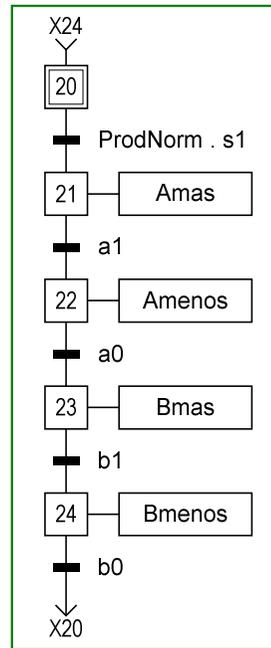
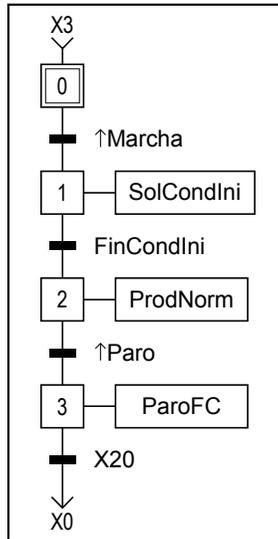
IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL



PARTE SECUENCIAL

	Set	Reset
X0	$SX0=X3.x20 + \text{Init} + X103$	$RX0=X1 + X101$
X1	$SX1=X0.\uparrow\text{Marcha}$	$RX1=X2 + \text{Init} + X101$
X2	$SX2=X1.\text{FinCondIni}$	$RX2=X3 + \text{Init} + X101$
X3	$SX3=X2.\uparrow\text{Paro}$	$RX3=X0 + \text{Init} + X101$
X10	$SX10=X16.\text{SolCondIni}' + \text{Init} + X103$	$RX10=X11 + X101$
X11	$SX11=X10.\text{SolCondIni}$	$RX11=X12 + X14 + \text{Init} + X101$
X12	$SX12=X11.a0'$	$RX12=X13 + \text{Init} + X101$
X13	$S13=X12.a1$	$RX13=X14 + \text{Init} + X101$
X14	$SX14=X11.a1+X13.a0$	$RX14=X15 + \text{Init} + X101$
X15	$SX15=X14.b1$	$RX15=X16 + \text{Init} + X101$
X16	$SX16=X15.b0$	$RX16=X10 + \text{Init} + X101$
X20	$SX20=X24.b0 + \text{Init} + X103$	$RX20=X21 + X101$
X21	$SX21=X20.\text{ProdNorm}.s1$	$RX21=X22 + \text{Init} + X101$
X22	$SX22=X21.a1$	$RX22=X23 + \text{Init} + X101$
X23	$SX23=X22.a0$	$RX23=X24 + \text{Init} + X101$
X24	$SX24=X23.b1$	$RX24=X20 + \text{Init} + X101$
X100	$SX100= X103.\text{Inicio} + \text{Init}$	$RX100=X101$
X101	$SX101= X100.\text{Emergencia}$	$RX101=X102$
X102	$SX102=X101$	$RX102=X103$
X103	$SX103= X100.\text{Emergencia}'.\text{Rearme}$	$RX103=X100$

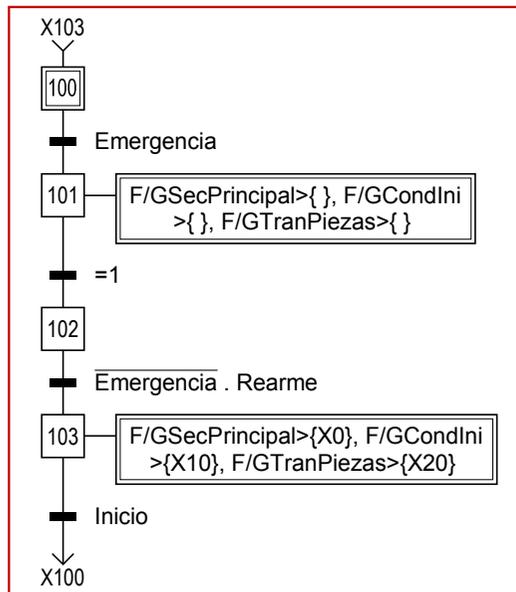
IMPLEMENTACIÓN – PARTE COMBINACIONAL



PARTE COMBINACIONAL

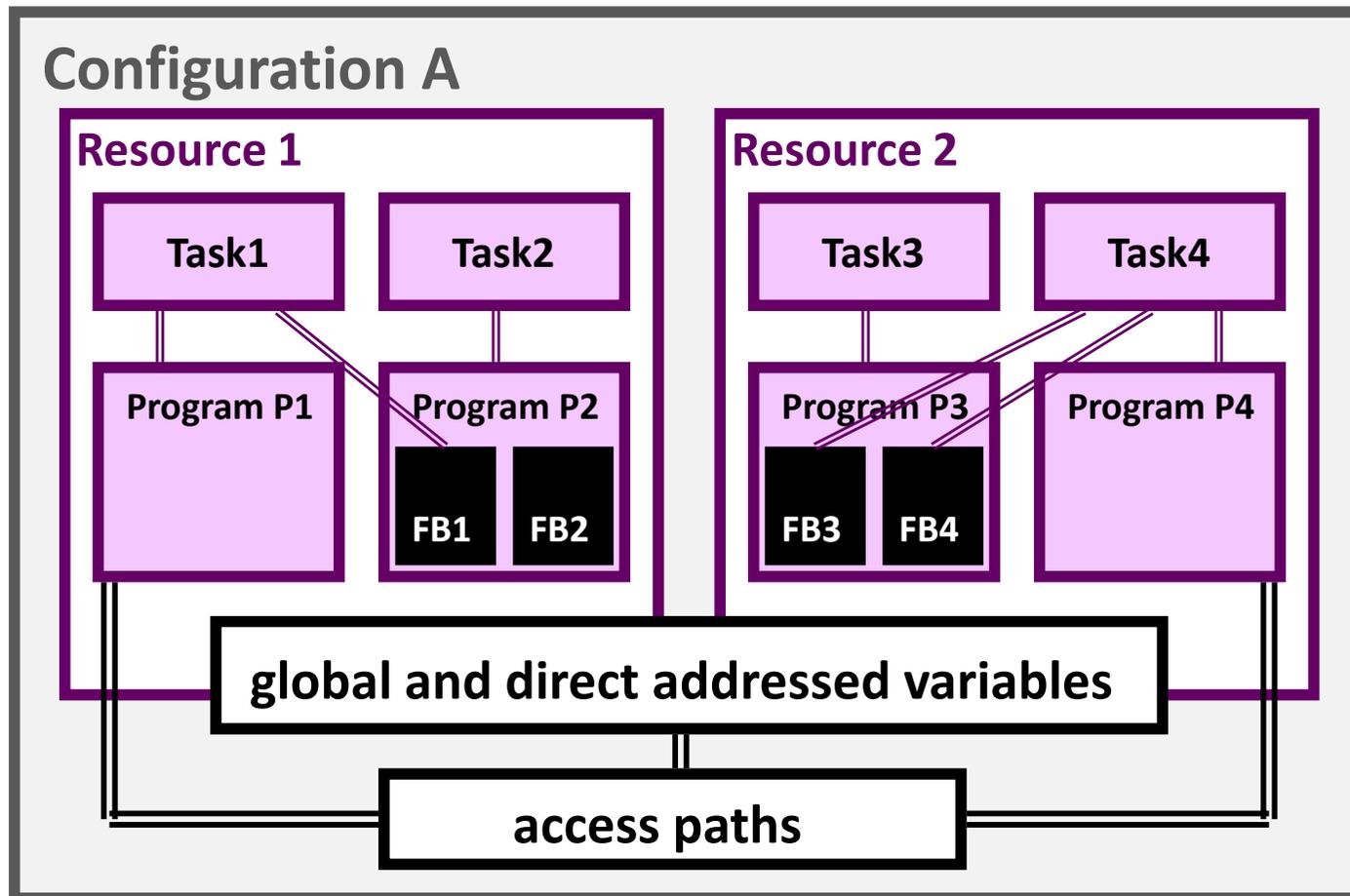
- o Amas = $X12 \cdot a1' + X21$
- o Amenos = $X13 + X22$
- o Bmas = $X14 + X23$
- o Bmenos = $X15 + X24$

- o Inicio = X0
- o SolCondIni = X1
- o ProdNorm = X2
- o ParoFC = X3
- o FinCondIni = X16



IMPLEMENTACIÓN

IEC 61131-3 SOFTWARE MODEL



Task association

Access path association

IEC 61131-3 SOFTWARE MODEL

Configuration A

Al más alto nivel, **configuración** se puede formular como el elemento software requerido para solucionar un problema de control particular.

Una **configuración** es específica para un tipo de sistema de control, incluyendo las características del hardware: **procesadores**, direccionamiento de la memoria para los canales de I/O y otras capacidades del sistema.

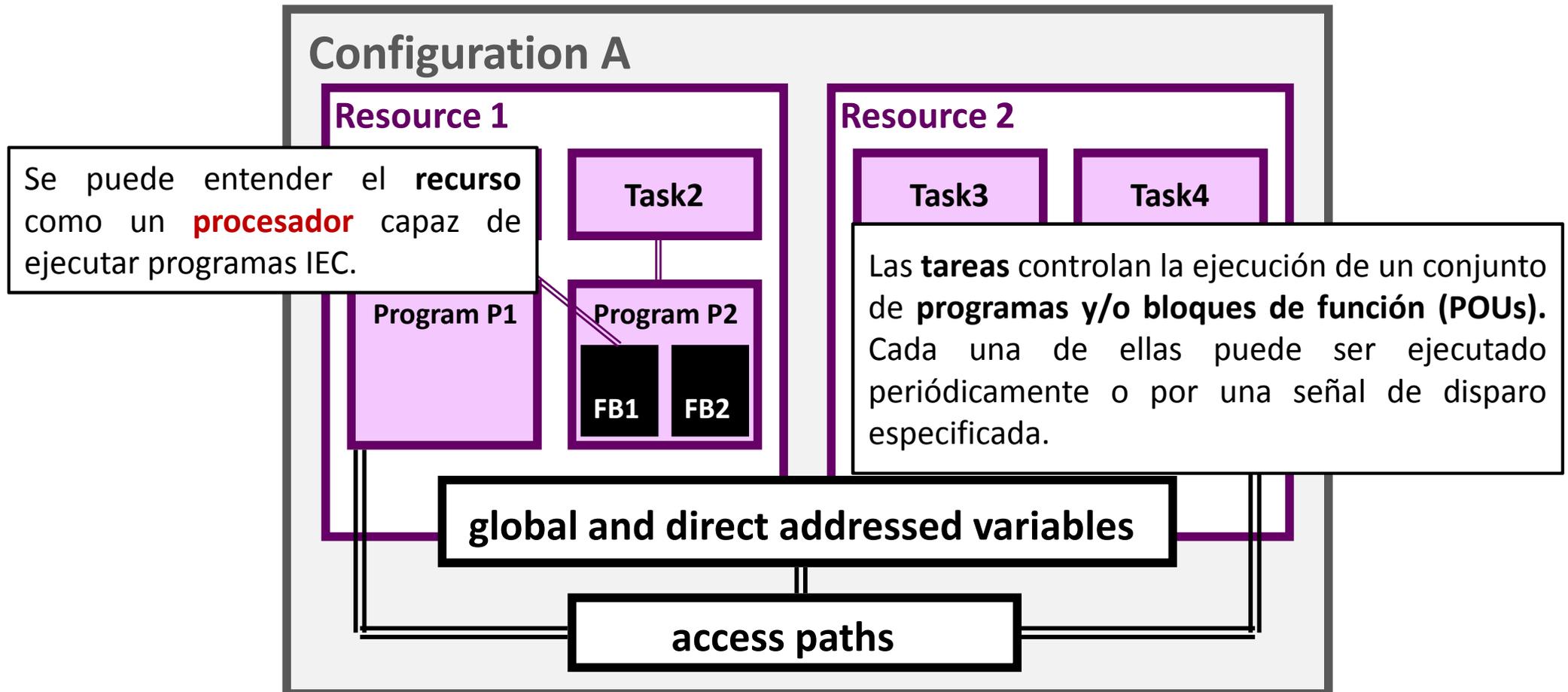


Task association



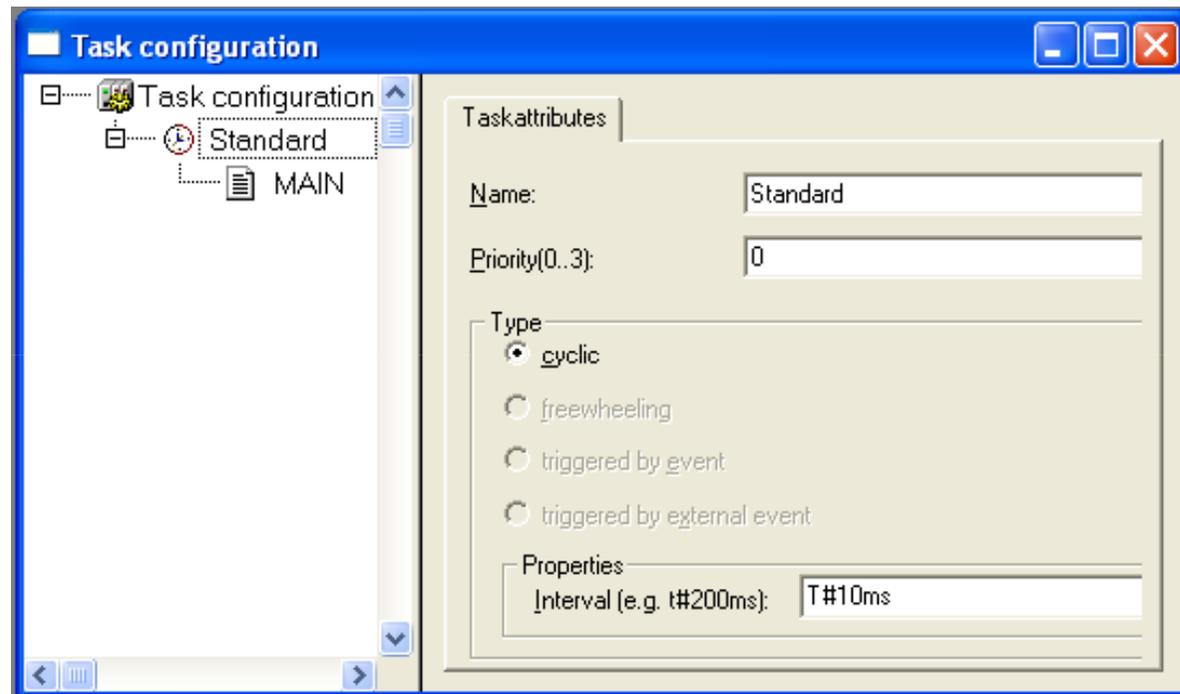
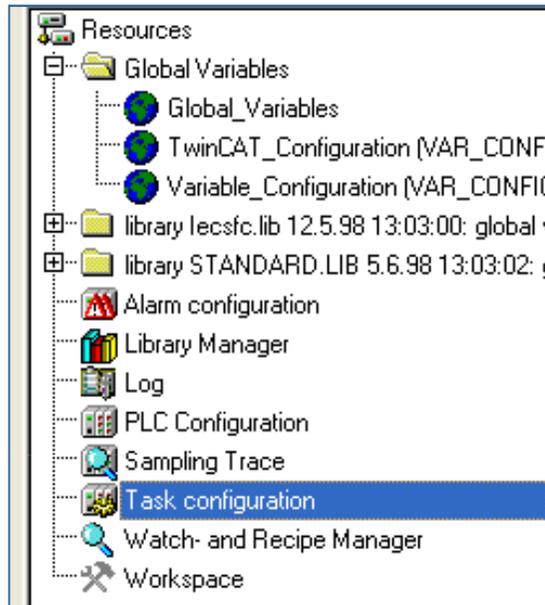
Access path association

IEC 61131-3 SOFTWARE MODEL



Dentro de IEC 1131-3, los Programas, Bloques Funcionales y Funciones se denominan Unidades de Organización de Programas, **POU's**.

POUs - IEC 61131-3



IMPLEMENTACIÓN

DOU

Unidades de Organización de Diseño - Design Organization Unit



POU

Unidades de Organización de Programa – Program Organization Unit

Dentro de IEC 1131-3, los **Programas**, **Bloques Funcionales** y **Funciones** se denominan Unidades de Organización de Programas, *POU's*.

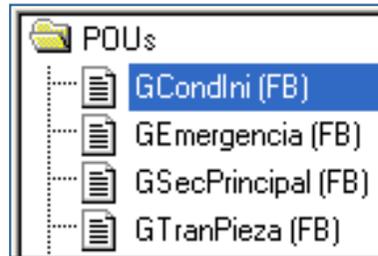
POU Type	Replicated as:	Comments
Program	Program instance	Main program
Function Block	FB instance	Subroutine with own memory, several in - and outputs possible
Function	Function	Subroutine without memory

Funciones

- IEC 61131-3 especifica funciones **estándar** y funciones definidas por **usuario**.
- **Las funciones estándar** son por ejemplo ADD (suma), ABS (valor absoluto), SQRT (raíz cuadrada), SIN (seno), y COS (coseno).
- **Las funciones definidas por usuario**, una vez implementadas pueden ser usadas indefinidamente en cualquier POU.
- Las funciones no pueden contener ninguna información de estado interno, es decir, que la invocación de una función con los mismos argumentos (parámetros de entrada) debe suministrar siempre el mismo valor (salida).

POUs - IEC 61131-3

Bloques Funcionales, FB's ⇒



PARTE SECUENCIAL

*Acivación(set) desactivación(reset)
de ETAPAS(Xi)*

- Los bloques funcionales son los equivalentes de los circuitos integrados, IC's, que representan **funciones de control especializadas**.
- Los FB's contienen tanto datos como instrucciones, y además pueden guardar los valores de las variables (que es una de las diferencias con las funciones).
- Tienen un **interfaz de entradas y salidas bien definido** y un **código interno oculto**, como un circuito integrado o una caja negra. De este modo, establecen una clara separación entre los diferentes niveles de programadores, o el personal de mantenimiento.
- Un lazo de control de temperatura, PID, es un excelente ejemplo de bloque funcional. Una vez definido, puede ser usado una y otra vez, en el mismo programa, en diferentes programas o en distintos proyectos. Esto lo hace altamente reutilizable.
- Los bloques funcionales pueden ser escritos por el usuario en alguno de los lenguajes de la norma IEC, pero también existen **FB's estándar** (biestables, detección de flancos, contadores, temporizadores, etc.).
- Existe la posibilidad de ser **llamados múltiples veces** creando copias del bloque funcional que se denominan **instancias**. Cada instancia llevará asociado un identificador y una estructura de datos que contenga sus variables de salida e internas.

POUs - IEC 61131-3

Programas ⇔



PARTE COMBINACIONAL

Instancias FBs y salidas

- Los programas son “un conjunto lógico de todos los elementos y construcciones del lenguaje de programación que son necesarios para el tratamiento de señal previsto que se requiere para el control de una máquina o proceso mediante el sistema de autómeta programable”.
- Un programa puede contener, aparte de la declaración de tipos de datos, variables y su código interno, distintas instancias de funciones y bloques funcionales.

IMPLEMENTACIÓN SFC

DOU ⇒ POU

New POU

Name of the new POU:

Type of POU

Program

Function Block

Function

Return Type:

Language of the POU

IL

LD

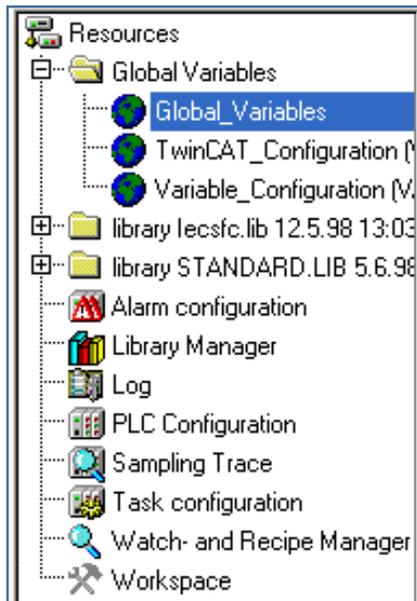
FBD

SFC

ST

CFC

IMPLEMENTACIÓN

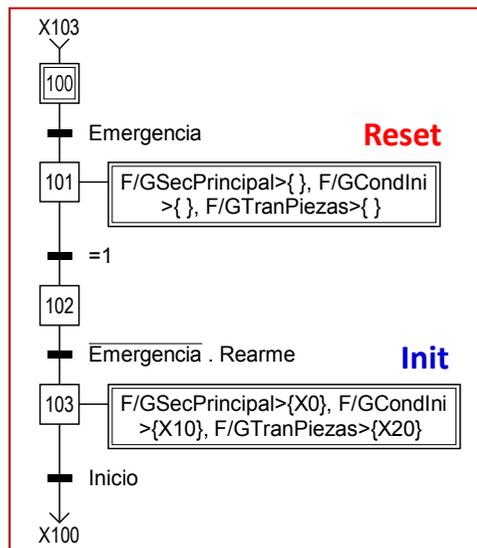
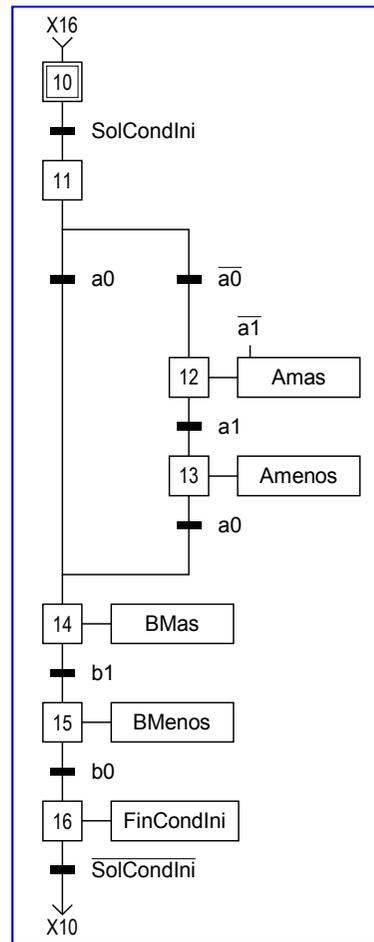
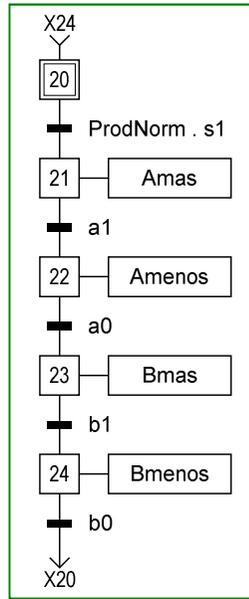
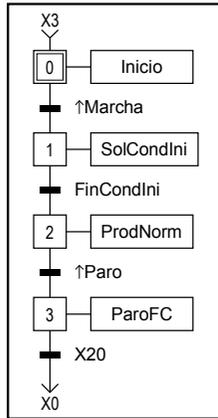


```
Global_Variables
0001 VAR_GLOBAL
0002
0003 (*—GSecPrincipal—*)
0004
0005 X0 : BOOL;
0006 X1 : BOOL;
0007 X2 : BOOL;
0008 X3 : BOOL;
0009
0010 (*—GCondIni—*)
0011
0012 X10 : BOOL;
0013 X11 : BOOL;
0014 X12 : BOOL;
0015 X13 : BOOL;
0016 X14 : BOOL;
0017 X15 : BOOL;
0018 X16 : BOOL;
0019
0020 (*—GTranPieza—*)
0021
0022 X20 : BOOL;
0023 X21 : BOOL;
0024 X22 : BOOL;
0025 X23 : BOOL;
0026 X24 : BOOL;
0027
0028 (*—GEmergencia—*)
0029
0030 X100 : BOOL;
0031 X101 : BOOL;
0032 X102 : BOOL;
0033 X103 : BOOL;
0034
0035 (*—Señales—*)
0036
0037 INIT : BOOL;
0038 RESET : BOOL;
0039 REMarcha :R_TRIG;
0040 REMarchaQ : BOOL;
0041 REParo :R_TRIG;
0042 REParoQ : BOOL;
```

No para SFC

```
0043
0044 (*—Entradas—*)
0045
0046 Marcha AT %I*: BOOL;
0047 Paro AT %I*: BOOL;
0048 a0 AT %I*: BOOL;
0049 a1 AT %I*: BOOL;
0050 b1 AT %I*: BOOL;
0051 b0 AT %I*: BOOL;
0052 s1 AT %I*: BOOL;
0053 Emergencia AT %I*: BOOL;
0054 Rearme AT %I*: BOOL;
0055
0056 (*—Salidas—*)
0057
0058 Amas AT %Q*: BOOL;
0059 Amenos AT %Q*: BOOL;
0060 Bmas AT %Q*: BOOL;
0061 Bmenos AT %Q*: BOOL;
0062
0063 (*—Memoria—*)
0064
0065 Inicio AT %M*: BOOL;
0066 SolModoAuto AT %M*: BOOL;
0067 SonCondIni AT %M*: BOOL;
0068 FinCondIni AT %M*: BOOL;
0069 ProdNorm AT %M*: BOOL;
0070 SolParoFC AT %M*: BOOL;
0071 ParoFC AT %M*: BOOL;
0072 FinProces AT %M*: BOOL;
0073 SolCondIni AT %M*: BOOL;
0074
0075 (*—Sistema—*)
0076
0077
0078 (*—Constantes—*)
0079
0080
0081 END_VAR
```

IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL



PARTE SECUENCIAL

	Set	Reset
X0	$SX0 = X3.X20 + \text{Init}$	$RX0 = X1 + \text{Reset}$
X1	$SX1 = X0.\uparrow\text{Marcha}$	$RX1 = X2 + \text{Init} + \text{Reset}$
X2	$SX2 = X1.\text{FinCondIni}$	$RX2 = X3 + \text{Init} + \text{Reset}$
X3	$SX3 = X2.\uparrow\text{Paro}$	$RX3 = X0 + \text{Init} + \text{Reset}$
X10	$SX10 = X16.\text{SolCondIni}' + \text{Init}$	$RX10 = X11 + \text{Reset}$
X11	$SX11 = X10.\text{SolCondIni}$	$RX11 = X12 + X14 + \text{Init} + \text{Reset}$
X12	$SX12 = X11.a0'$	$RX12 = X13 + \text{Init} + \text{Reset}$
X13	$S13 = X12.a1$	$RX13 = X14 + \text{Init} + \text{Reset}$
X14	$SX14 = X11.a1 + X13.a0$	$RX14 = X15 + \text{Init} + \text{Reset}$
X15	$SX15 = X14.b1$	$RX15 = X16 + \text{Init} + \text{Reset}$
X16	$SX16 = X15.b0$	$RX16 = X10 + \text{Init} + \text{Reset}$
X20	$SX20 = X24.b0 + \text{Init}$	$RX20 = X21 + \text{Reset}$
X21	$SX21 = X20.\text{ProdNorm}.s1$	$RX21 = X22 + \text{Init} + \text{Reset}$
X22	$SX22 = X21.a1$	$RX22 = X23 + \text{Init} + \text{Reset}$
X23	$SX23 = X22.a0$	$RX23 = X24 + \text{Init} + \text{Reset}$
X24	$SX24 = X23.b1$	$RX24 = X20 + \text{Init} + \text{Reset}$

IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL

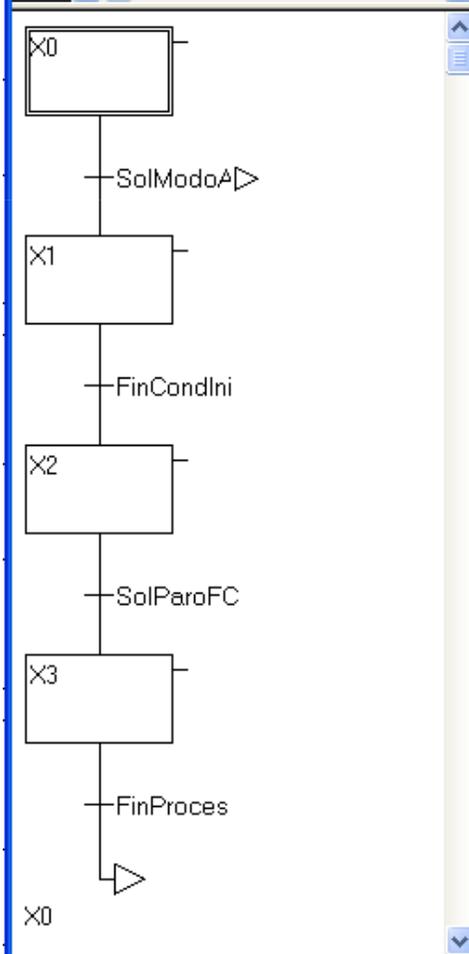
- POUs
 - GCondIni (FB)
 - GEmergencia (FB)
 - GSecPrincipal (FB)**
 - GTranPieza (FB)
 - MAIN (PRG)

- POUs
 - GCondIni (FB)
 - GEmergencia (FB)
 - GSecPrincipal (FB)**
 - GTranPieza (FB)
 - MAIN (PRG)

GSecPrincipal (FB-SFC)

```
0001 FUNCTION_BLOCK GSecPrincipal
0002 VAR_INPUT
0003     SFCInit : BOOL;
0004     SFCReset : BOOL;
0005 END_VAR
0006 VAR_OUTPUT
0007 END_VAR
0008 VAR
0009 END_VAR
```

SFC



GSecPrincipal (FB-ST)

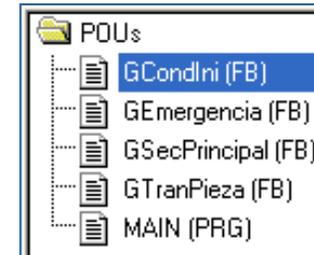
```
0001 FUNCTION_BLOCK GSecPrincipal
0002 VAR_INPUT
0003     Init : BOOL;
0004     Reset : BOOL;
0005 END_VAR
0006 VAR_OUTPUT
0007 END_VAR
0008 VAR
0009 END_VAR
```

ST

```
0002 SecPrincipal
0003 La secuencia principal del sistema organiza tanto el arranque del sistema en modo automático cc
0004 generando las señales de mando que informan a producción normal sobre el estado del sistema
0005 *)
0006 (* Set-Reset _____ X0 *)
0007 IF ( (X3 AND FinProces) OR Init ) THEN
0008     X0:=1;
0009 END_IF;
0010 IF (X1 OR Reset) THEN
0011     X0:=0;
0012 END_IF;
0013
0014 (* Set-Reset _____ X1 *)
0015 IF ( (X0 AND SolModoAuto) ) THEN
0016     X1:=1;
0017 END_IF;
0018 IF (X2 OR Init OR Reset) THEN
0019     X1:=0;
0020 END_IF;
0021
0022 (* Set-Reset _____ X2 *)
0023 IF ( (X1 AND FinCondIni) ) THEN
0024     X2:=1;
0025 END_IF;
0026 IF (X3 OR Init OR Reset) THEN
0027     X2:=0;
0028 END_IF;
0029
0030 (* Set-Reset _____ X3 *)
0031 IF ( (X2 AND SolParoFC) ) THEN
0032     X3:=1;
0033 END_IF;
0034 IF (X0 OR Init OR Reset) THEN
0035     X3:=0;
0036 END_IF;
```

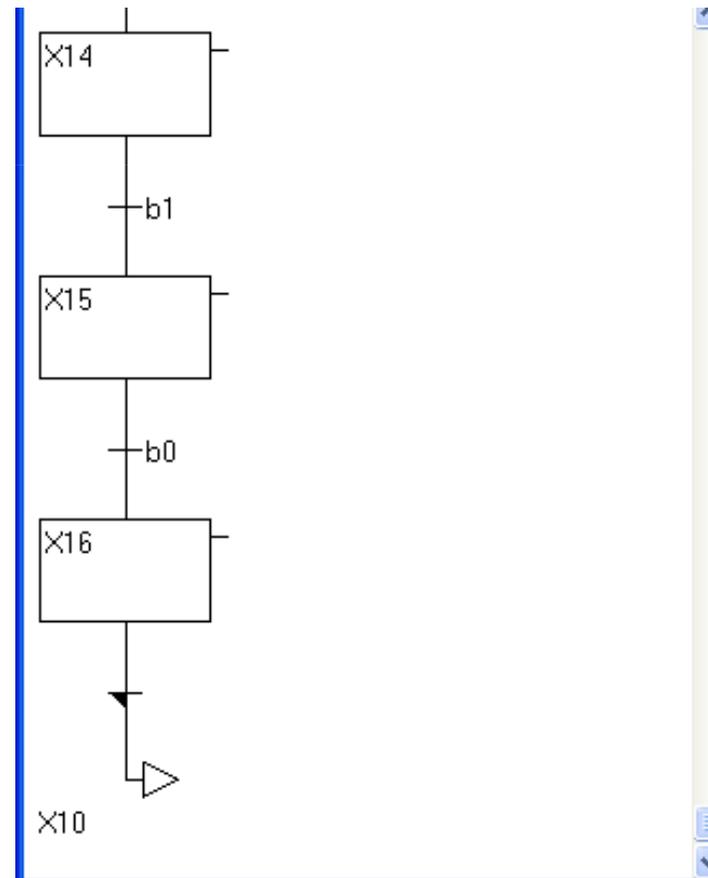
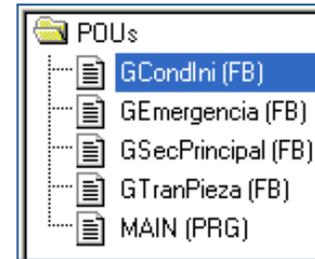
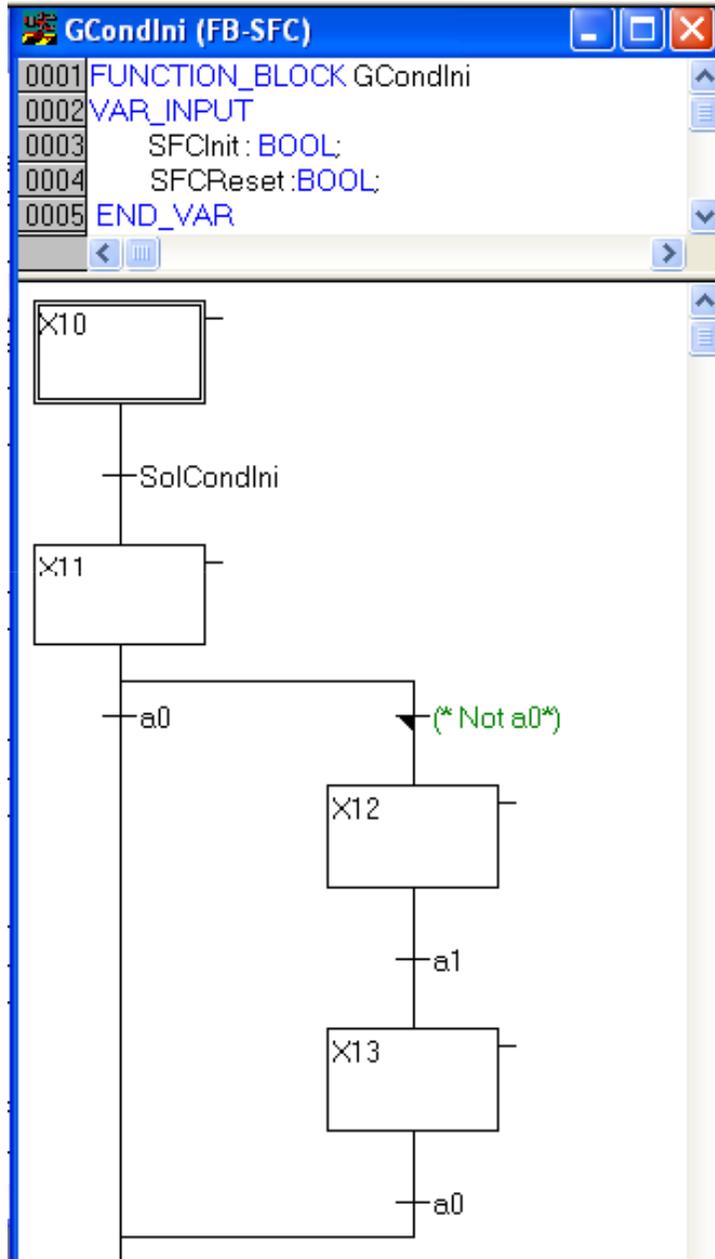
IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL

```
GCondIni (FB-ST)
0001 FUNCTION_BLOCK GCondIni
0002   VAR_INPUT
0003     Init   :BOOL;
0004     Reset  :BOOL;
0005   END_VAR
0006   VAR_OUTPUT
0007   END_VAR
0008   VAR
0009   END_VAR
0010
0011 (*-----*)
0012 CondIni
0013 Acciones necesarias para llevar el proceso a una situación de partida conocida y segura
0014 según las condiciones iniciales y de seguridad especificadas.
0015 (*-----*)
0016 (* Set-Reset _____ X10 *)
0017 IF ((X16 AND NOT SolCondIni) OR Init) THEN
0018   X10:=1;
0019 END_IF;
0020 IF (X11 OR Reset) THEN
0021   X10:=0;
0022 END_IF;
0023
0024 (* Set-Reset _____ X11 *)
0025 IF ((X10 AND SolCondIni)) THEN
0026   X11:=1;
0027 END_IF;
0028 IF (X14 OR X12 OR Init OR Reset) THEN
0029   X11:=0;
0030 END_IF;
0031
0032 (* Set-Reset _____ X12 *)
0033 IF ((X11 AND NOT a0)) THEN
0034   X12:=1;
0035 END_IF;
0036 IF (X13 OR Init OR Reset) THEN
0037   X12:=0;
0038 END_IF;
```



```
0030 (* Set-Reset _____ X13 *)
0031 IF ((X12 AND a1)) THEN
0032   X13:=1;
0033 END_IF;
0034 IF (X14 OR Init OR Reset) THEN
0035   X13:=0;
0036 END_IF;
0037
0038 (* Set-Reset _____ X14 *)
0039 IF ((X11 AND a0) OR (X13 AND a0)) THEN
0040   X14:=1;
0041 END_IF;
0042 IF (X15 OR Init OR Reset) THEN
0043   X14:=0;
0044 END_IF;
0045
0046 (* Set-Reset _____ X15 *)
0047 IF ((X14 AND b1)) THEN
0048   X15:=1;
0049 END_IF;
0050 IF (X16 OR Init OR Reset) THEN
0051   X15:=0;
0052 END_IF;
0053
0054 (* Set-Reset _____ X16 *)
0055 IF ((X15 AND b0)) THEN
0056   X16:=1;
0057 END_IF;
0058 IF (X10 OR Init OR Reset) THEN
0059   X16:=0;
0060 END_IF;
0061
```

IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL

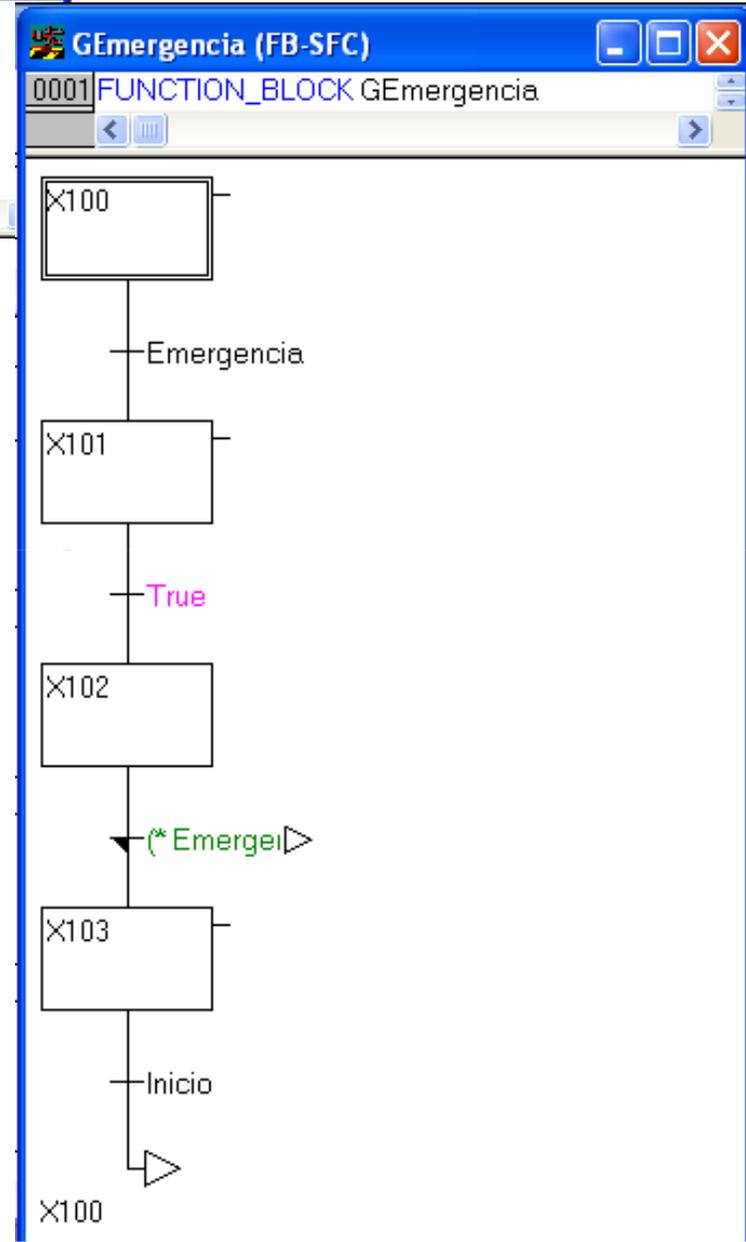


IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL

- POUs
- GCondi (FB)
- GEmergencia (FB)**
- GSecPrincipal (FB)
- GTranPieza (FB)
- MAIN (PRG)

```
FUNCTION_BLOCK GEmergencia
VAR_INPUT
    Init :BOOL;
    Reset :BOOL;
END_VAR
VAR_OUTPUT
END_VAR

(*
0002 Emergencia
0003 Organiza tanto el arranque como la parada del sistema para el tratamiento de emergencias
0004 *)
(* Set-Reset X100 *)
0006 IF (X103 AND Inicio) OR Init THEN
0007     X100:=1;
0008 END_IF;
0009 IF (X101 OR Reset) THEN
0010     X100:=0;
0011 END_IF;
(* Set-Reset X101 *)
0014 IF (X100 AND Emergencia) THEN
0015     X101:=1;
0016 END_IF;
0017 IF (X102 OR Init OR Reset) THEN
0018     X101:=0;
0019 END_IF;
(* Set-Reset X102 *)
0022 IF (X101) THEN
0023     X102:=1;
0024 END_IF;
0025 IF (X103 OR Init OR Reset) THEN
0026     X102:=0;
0027 END_IF;
(* Set-Reset X103 *)
0030 IF (X102 AND NOT Emergencia AND Rearme) THEN
0031     X103:=1;
0032 END_IF;
0033 IF (X100 OR Init OR Reset) THEN
0034     X103:=0;
0035 END_IF;
```



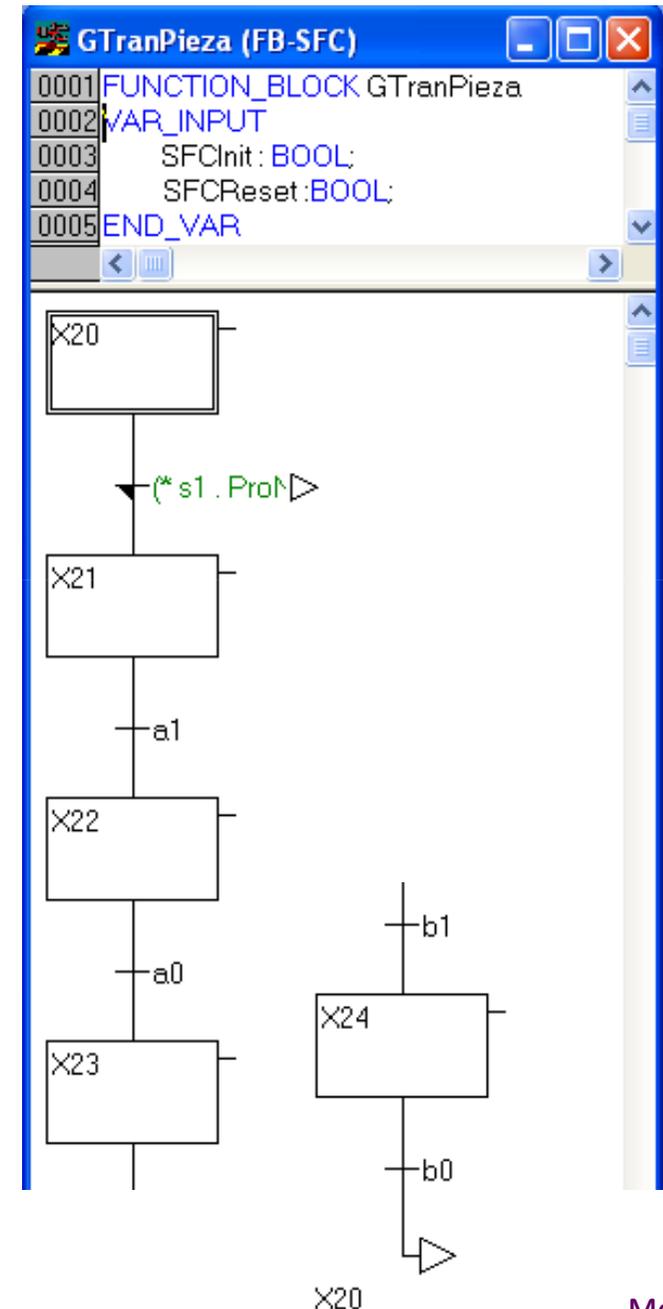
IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL

POUs

- GCondIni (FB)
- GEmergencia (FB)
- GSecPrincipal (FB)
- GTranPieza (FB)**
- MAIN (PRG)

GTranPieza (FB-ST)

```
0001 FUNCTION_BLOCK GTranPieza
0002   VAR_INPUT
0003     Init :BOOL;
0004     Reset :BOOL;
0005   END_VAR
0006   VAR_OUTPUT
0007     END_VAR
0008
0009 (* Set-Reset ----- X20 *)
0010 IF ((X24 AND b0) OR Init) THEN
0011   X20:=1;
0012 END_IF;
0013 IF (X21 OR Reset) THEN
0014   X20:=0;
0015 END_IF;
0016
0017 (* Set-Reset ----- X21 *)
0018 IF ((X20 AND ProdNorm AND s1)) THEN
0019   X21:=1;
0020 END_IF;
0021 IF (X22 OR Init OR Reset) THEN
0022   X21:=0;
0023 END_IF;
0024
0025 (* Set-Reset ----- X22 *)
0026 IF ((X21 AND a1)) THEN
0027   X22:=1;
0028 END_IF;
0029 IF (X23 OR Init OR Reset) THEN
0030   X22:=0;
0031 END_IF;
0032
0033 (* Set-Reset ----- X23 *)
0034 IF ((X22 AND a0)) THEN
0035   X23:=1;
0036 END_IF;
0037 IF (X24 OR Init OR Reset) THEN
0038   X23:=0;
0039 END_IF;
0040
0041 (* Set-Reset ----- X24 *)
0042 IF ((X23 AND b1)) THEN
0043   X24:=1;
0044 END_IF;
0045 IF (X20 OR Init OR Reset) THEN
0046   X24:=0;
0047 END_IF;
```



IMPLEMENTACIÓN – PARTE COMBINACIONAL

The image displays a software interface for PLC programming, divided into two main sections: a variable declaration window and a ladder logic diagram.

Variable Declaration Window (MAIN (PRG-LD)):

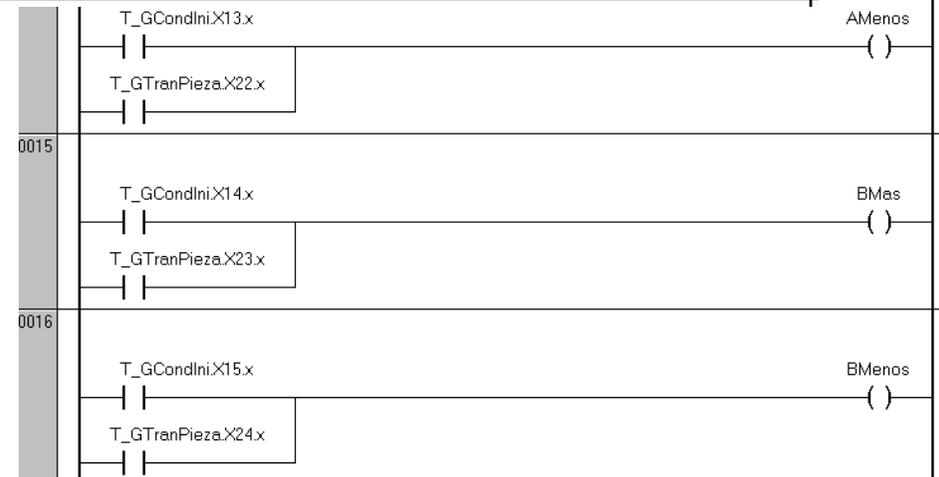
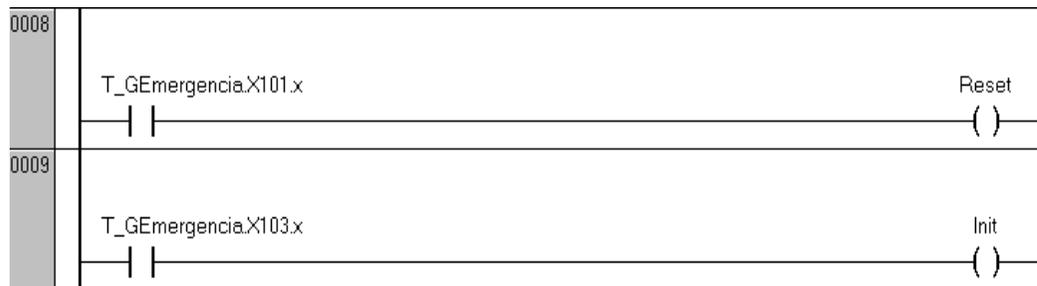
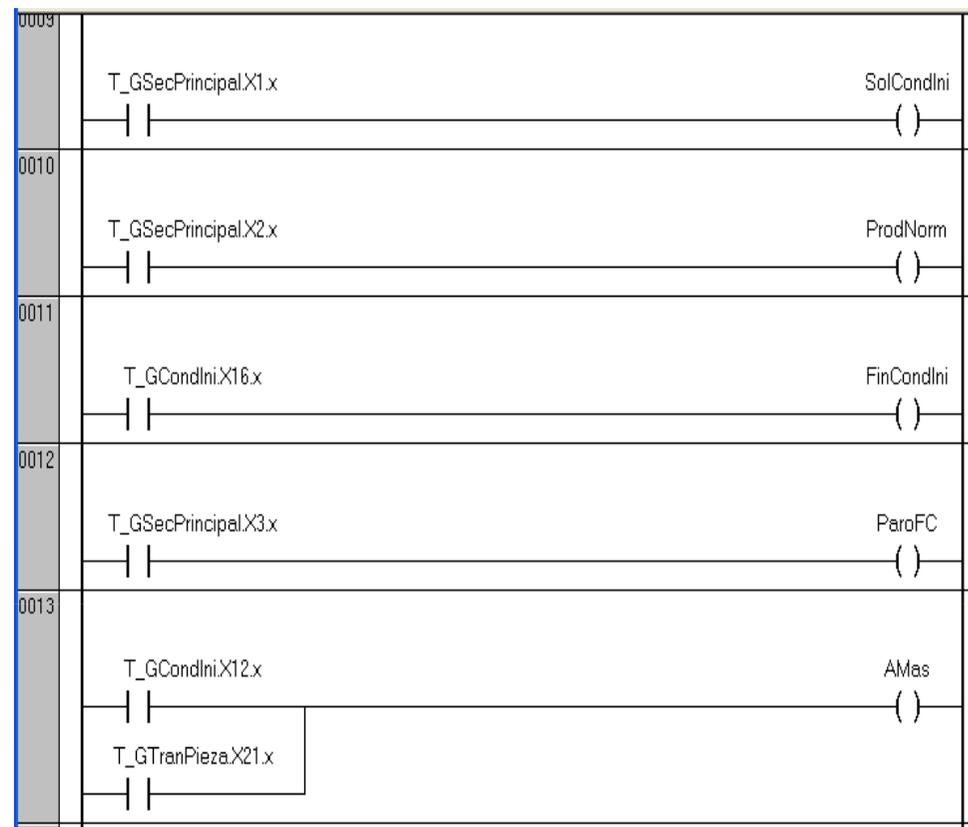
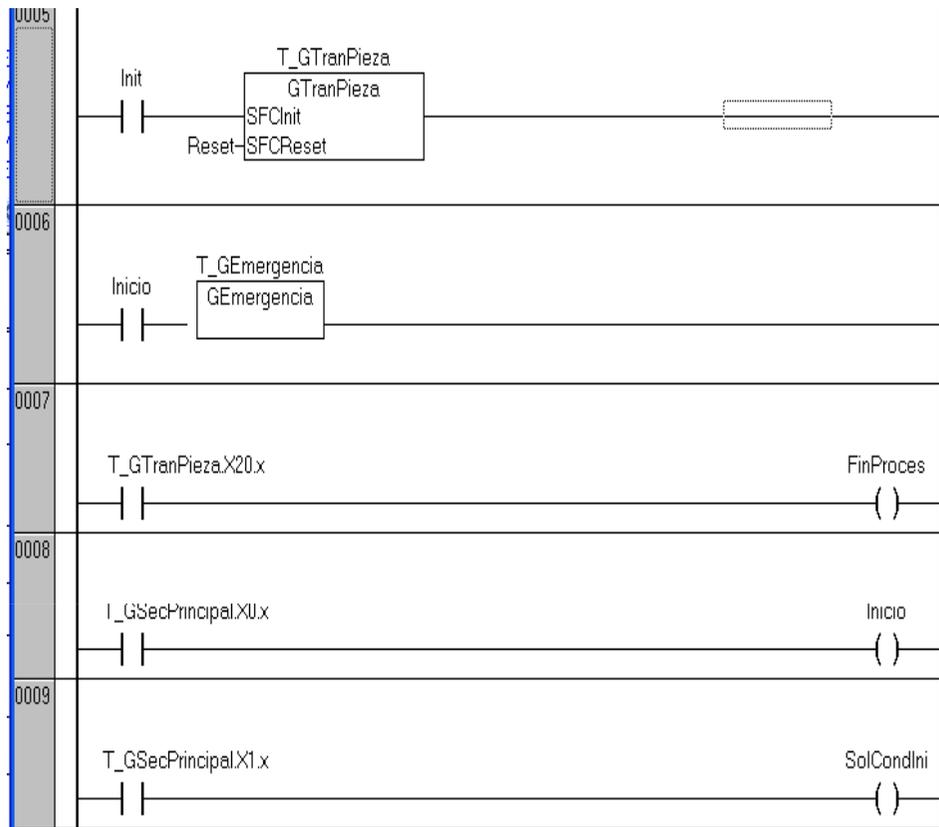
```
0001 PROGRAM MAIN
0002 VAR
0003   T_GSecPrincipal: GSecPrincipal;
0004   T_GCondIni: GCondIni;
0005   T_GTranPieza: GTranPieza;
0006   T_GEmergencia: GEmergencia;
0007
0008   Reset : BOOL;
0009   Init : BOOL;
0010 END_VAR
```

Ladder Logic Diagram:

The diagram shows four rungs (0001 to 0004) with the following logic:

- Rung 0001:** A normally open contact labeled "Marcha" is connected to the "CLK" input of a reset timer block "REMarcha". The block has a "R_TRIG" symbol and a lightbulb icon. The "Q" output of this block is connected to the coil of a set coil "SolModoAuto".
- Rung 0002:** A normally open contact labeled "Paro" is connected to the "CLK" input of a reset timer block "REParo". The block has a "R_TRIG" symbol and a lightbulb icon. The "Q" output of this block is connected to the coil of a set coil "SolParoFC".
- Rung 0003:** A normally open contact labeled "Init" is connected to the "SFCInit" input of a timer block "T_GSecPrincipal". The block also has a "Reset" input and "GSecPrincipal" and "SFCReset" outputs.
- Rung 0004:** A normally open contact labeled "Init" is connected to the "SFCInit" input of a timer block "T_GCondIni". The block also has a "Reset" input and "GCondIni" and "SFCReset" outputs.

IMPLEMENTACIÓN – PARTE COMBINACIONAL



IMPLEMENTACIÓN – PARTE COMBINACIONAL

The screenshot displays a PLC programming environment. On the left, a project tree shows a folder named 'POUs' containing several function blocks (FB) and a program (PRG) named 'MAIN (PRG)'. The main editor window, titled 'MAIN (PRG-ST)', shows the following code:

```
0001 PROGRAM MAIN
0002   VAR
0003     SecPrincipal :GSecPrincipal;
0004     InitSecPrincipal :BOOL;
0005     ResetSecPrincipal :BOOL;
0006
0007     CondIni :GCondIni;
0008     InitCondIni :BOOL;
0009     ResetCondIni :BOOL;
0010
0011     TranPieza :GTranPieza;
0012     InitTranPieza :BOOL;
0013     ResetTranPieza :BOOL;
0014
0015     Emergencia :GEmergencia;
0016     InitEmergencia :BOOL;
0017     ResetEmergencia :BOOL;
0018
0019     XInit :BOOL;
0020     XReset :BOOL;
0021   END_VAR
0022
```

Below the variable declarations, the program contains several logic lines:

```
0003 XInit:=INIT;
0004 XReset:=RESET;
0005
0006 REMarcha(CLK:=Marcha , Q=> REMarchaQ);
0007 REParo(CLK:=Paro , Q=> REParoQ);
0008 FinProces:=X20;
0009 SolModoAuto:=REMarchaQ;
0010 SolParoFC:=REParoQ;
0011
0012 InitSecPrincipal:=X103;
0013 ResetSecPrincipal:=X101;
0014 SecPrincipal(Init:=(XInit OR InitSecPrincipal), Reset:=(XReset OR ResetSecPrincipal));
0015
0016 InitCondIni:=X103;
0017 ResetCondIni:=X101;
0018 CondIni(Init:=(XInit OR InitCondIni), Reset:=(XReset OR ResetCondIni));
0019
0020 InitTranPieza:=X103;
0021 ResetTranPieza:=X101;
0022 TranPieza(Init:=(XInit OR InitTranPieza), Reset:=(XReset OR ResetTranPieza));
0023
0024 Emergencia(Init:=(XInit OR InitEmergencia), Reset:=(ResetEmergencia));
0025
```

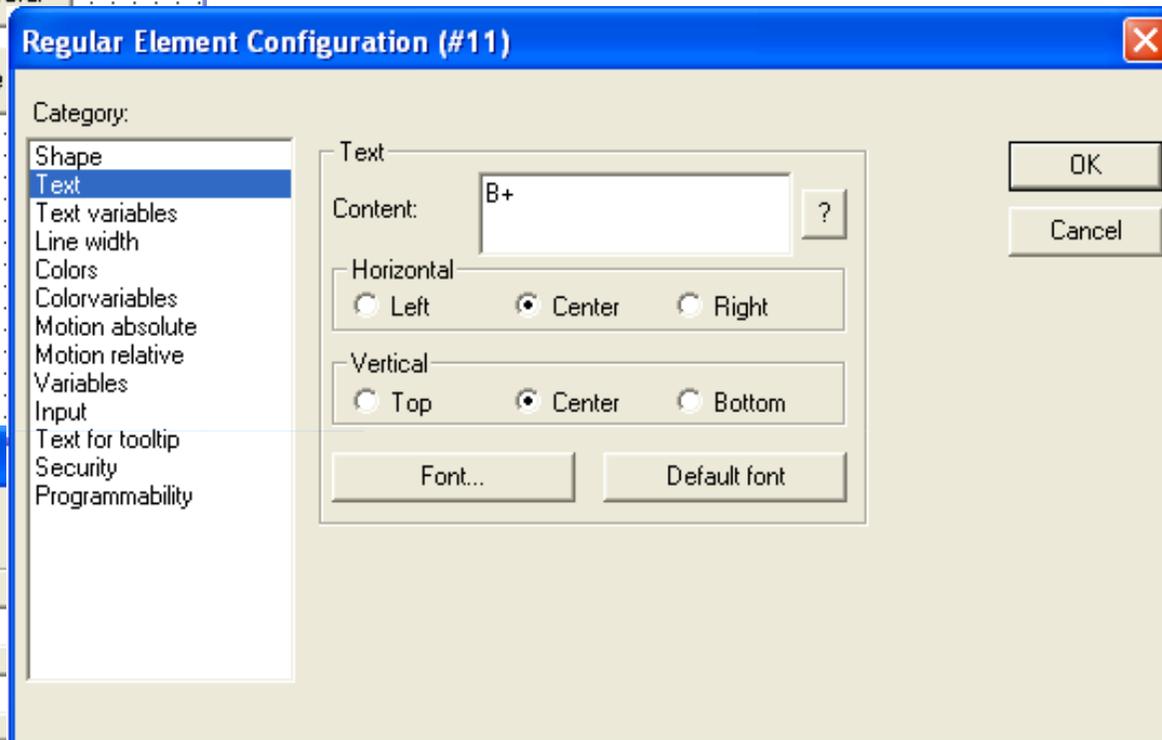
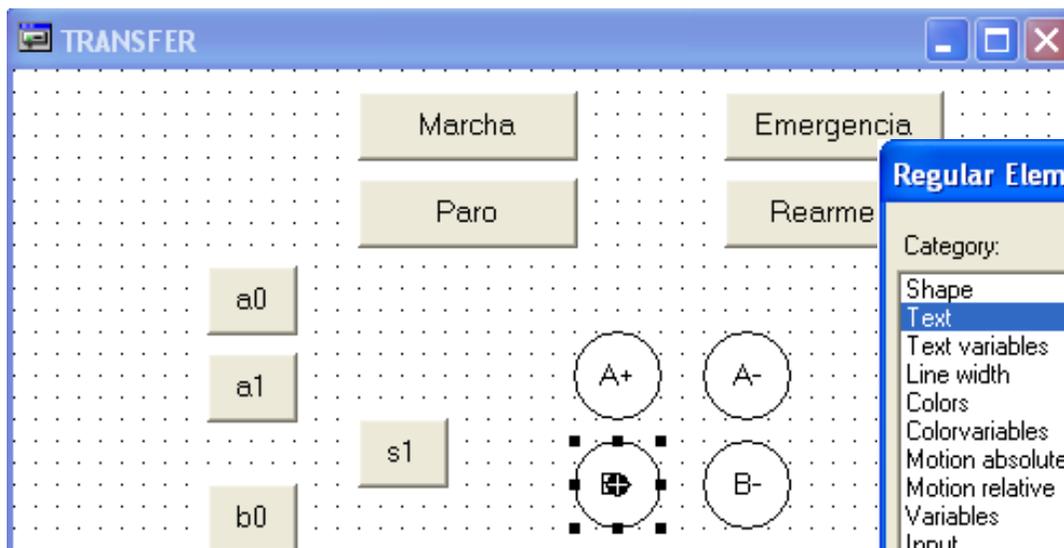
On the right side, a separate window displays the following variable declarations:

```
0026 Inicio:=X0;
0027 SonCondIni:=X1;
0028 ProdNorm:=X2;
0029 ParoFC:=X3;
0030 FinCondIni:=X16;
0031
0032 Amas:=(X12 AND (NOT (a1))) OR X21;
0033 Bmas:=X14 OR X23;
0034 Amenos:=X13 OR X22;
0035 Bmenos:=X15 OR X24;
0036
0037
```

IMPLEMENTACIÓN – PRUEBAS

The image displays a software development environment for creating a control panel. At the top is a toolbar with various icons for design elements like buttons, text, and graphics. Below the toolbar is a main workspace showing a control panel layout with buttons labeled 'Marcha', 'Emergencia', 'Paro', and 'Rearme', along with indicator lights labeled 'a0', 'a1', 'b0', 'b1', 's1', and 'A+', 'A-', 'B+', 'B-'. Two 'Regular Element Configuration' dialog boxes are open. The first dialog, titled 'Regular Element Configuration (#2)', shows the 'Input' category selected, with 'Toggle variable' checked and 'a0' entered in the text field. The second dialog, titled 'Regular Element Configuration (#7)', shows the 'Input' category selected, with 'Tap variable' checked and 'Marcha' entered in the text field. Both dialogs have 'OK' and 'Cancel' buttons.

IMPLEMENTACIÓN – PRUEBAS



Regular Element Configuration (#11)

Category:

- Shape
- Text
- Text variables
- Line width
- Colors
- Colorvariables
- Motion absolute
- Motion relative
- Variables**
- Input
- Text for tooltip
- Security
- Programmability

Variables

Invisible:

Input
disable:

Change color: BMas

Textdisplay:

Tooltip-
display:



AMPLIACIÓN II - MODO DE FUNCIONAMIENTO MANUAL

Se incluye en el sistema un nuevo modo de funcionamiento, el **Modo Manual**. Para ello se ha completado el Panel de Operación con nuevos controles: un conmutador **Automático/Manual** que permite la selección del modo y un **conjunto de pulsadores** que permitirán al personal de planta realizar los movimientos del proceso de forma individual.

Auto/Man	Conmutador Automático Manual
PAmas	Pulsador P.O. Avance Cilindro A
PAmenos	Pulsador P.O. Retroceso Cilindro A
PBmas	Pulsador P.O. Avance Cilindro B
PBmenos	Pulsador P.O. Retroceso Cilindro B



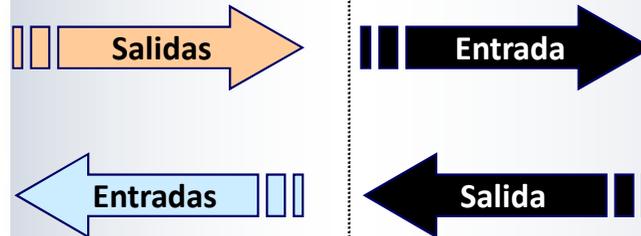
Este modo de funcionamiento se podrá activar siempre y cuando la máquina no esté funcionando en modo automático.

AMPLIACIÓN - MANUAL

SISTEMA DE CONTROL

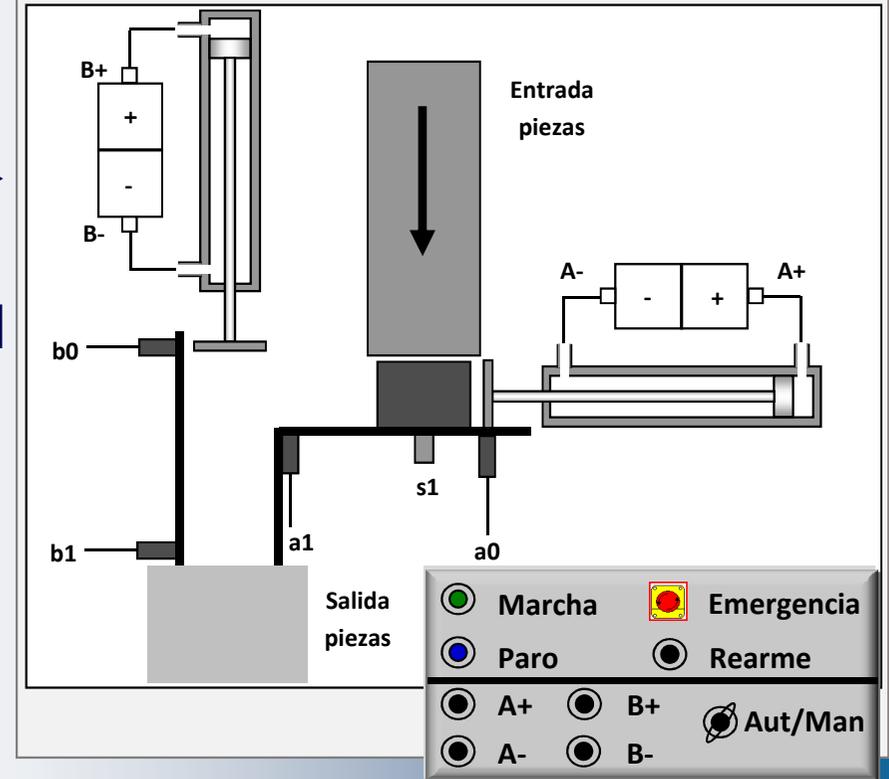


Amas	Avance Cilindro A
Amenos	Retroceso Cilindro A
Bmas	Avance Cilindro B
Bmenos	Retroceso Cilindro B



a0	Cilindro A Recogido
a1	Cilindro A Extendido
b0	Cilindro B Recogido
b1	Cilindro B Extendido
s1	Detector de Pieza
Marcha	Pulsador de Marcha
Paro	Pulsador de Paro
Emergencia	Seta de Emergencia
Rearme	Pulsador de Rearme

MÁQUINA TRANSFER



Auto/Man	Conmutador Automático Manual
PAmas	Pulsador P.O. Avance Cilindro A
PAmenos	Pulsador P.O. Retroceso Cilindro A
PBmas	Pulsador P.O. Avance Cilindro B
PBmenos	Pulsador P.O. Retroceso Cilindro B

● Organización del arranque y parada del Modo Manual

En esta fase se organiza tanto el arranque como la parada del sistema para funcionar manualmente. Se analizará la necesidad de verificar individualmente ciertos **movimientos o partes** del proceso **sin respetar el orden habitual del ciclo**, normalmente bajo el control del personal de mantenimiento; por ejemplo, para realizar el reajuste o calibración de ciertos sensores y/o actuadores, para ejecutar ciertas operaciones de mantenimiento preventivo, correcciones por desgaste, para solventar fallos, etc.

En el caso de requerir este modo de funcionamiento será necesario identificar la forma de activar/desactivar este modo de funcionamiento, evaluar la prioridad del modo manual frente al modo automático, determinar los elementos de control disponibles para realizar las acciones del proceso de forma manual, y analizar la situación del proceso al finalizar el modo. Todos estos aspectos tienen gran influencia tanto en la **elección de los controles** a incluir en el sistema de supervisión/control, como en el diseño del panel de operación y de paneles auxiliares.

FASE II: MODO MANUAL

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 2 - MANUAL PRIORITARIO – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

PASO 3 – PROCEDIMIENTO MANUAL - CONTROLES

PASO 4 – SOLICITUD PARADA DEL FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 5 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE MANUAL

PASO 6 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE MANUAL

PASO 7 – ACTIVACIÓN DEL MODO AUTOMÁTICO

FASE II: MODO MANUAL

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 2 - MANUAL PRIORITARIO – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

Prioritario

PASO 3 – PROCEDIMIENTO MANUAL - CONTROLES

PASO 4 – SOLICITUD PARADA DEL FUNCIONAMIENTO

PASO 5 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA

Este modo de funcionamiento se podrá activar siempre y cuando la máquina no esté funcionando en modo automático, por lo tanto no es prioritario

PASO 6 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE MANUAL

PASO 7 – ACTIVACIÓN DEL MODO AUTOMÁTICO

Prioritario

FASE II: MODO MANUAL

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

Establecer la **forma de activar** este modo de funcionamiento; por ejemplo, mediante un conmutador automático/manual o un pulsador de modo manual, desde un sistema SCADA u otro proceso, al producirse alguna situación determinada en el proceso como fallo o emergencia, etc.

En cualquier caso, será necesario identificar **desde que estados** puede activarse este modo de funcionamiento: parado en estado inicial y/o en estado de fallo y/o en estado de emergencia, o desde cualquier estado en el caso de manual prioritario.

PASO 4 – SOLICITUD PARADA DEL FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 5 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE MANUAL

El modo de funcionamiento manual solo podrá funcionar si el sistema no está en modo de funcionamiento automático (Señal de **Inicio** del Grafcet de la Secuencia Principal **activada**) y comenzará cuando se seleccione el modo manual con el conmutador Auto/Manual



FASE II: MODO MANUAL

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 2 - MANUAL PRIORITARIO – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

PASO 3 – PROCEDIMIENTO MANUAL - CONTROLES

Identificar los **elementos de control disponibles** para realizar las acciones del proceso: un conjunto de pulsadores del panel de operador, un conjunto de controles del sistema SCADA, o ambas posibilidades con un conmutador local/remoto que permita realizar la selección.

En cualquier caso, será necesario evaluar cada una de las acciones para determinar si precisan **medidas de seguridad**; por ejemplo, limitar el recorrido de avance de un cilindro, comprobar que no existen obstáculos al bajar una puerta, etc.

PAmas	Pulsador P.O. Avance Cilindro A	Se limitará su recorrido con los sensores a0 y a1
PAmenos	Pulsador P.O. Retroceso Cilindro A	
PBmas	Pulsador P.O. Avance Cilindro B	Se limitará su recorrido con los sensores b0 y b1
PBmenos	Pulsador P.O. Retroceso Cilindro B	

FASE II: MODO MANUAL

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 2 - MANUAL PRIORITARIO – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

PASO 3 – PROCEDIMIENTO MANUAL - CONTROLES

PASO 4 – SOLICITUD PARADA DEL FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

Establecer la forma de **desactivar este modo de funcionamiento**; por ejemplo, mediante un conmutador automático/manual, desde un sistema SCADA u otro proceso, al solventarse un fallo, solucionarse una emergencia, etc.

PASO 6 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE MANUAL

Cuando se cambie el conmutador Auto/Man de Modo Manual a Modo Automático



FASE II: MODO MANUAL

En el análisis de las **Condiciones Iniciales y de Seguridad** se ha considerado que el proceso se ha podido detener en el funcionamiento normal y quedar alguna pieza en el sistema.

Cuando se maneja la máquina en Modo Manual se puede quedar en cualquier situación, con lo cual será necesario analizar las situaciones que no están contempladas en las **Condiciones Iniciales y de Seguridad**.

Tras el análisis, se decidirá donde considerarlas.

● PASO 5 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE MANUAL

Determinar la necesidad de realizar acciones específicas para asegurar el estado de ciertos elementos del proceso tras la salida del modo manual.

Si dichas acciones no se contemplan en las condiciones iniciales, se puede o bien **enriquecer las Condiciones Iniciales y de Seguridad (FaseI.Paso2)** para que se consideren, o bien realizar dichas acciones antes de salir del modo manual (Preposicionamiento de la parte operativa).

FASE II: MODO MANUAL

PASO 1 - SOLICITUD DE FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

PASO 2 - MANUAL PRIORITARIO – PARADA INMEDIATA

PASO 2.1 – PARADA SEGURA

PASO 2.2 – DESACTIVACIÓN DEL PROCESO AUTOMÁTICO

PASO 3 – PROCEDIMIENTO MANUAL - CONTROLES

PASO 4 – SOLICITUD PARADA DEL FUNCIONAMIENTO MODO MANUAL

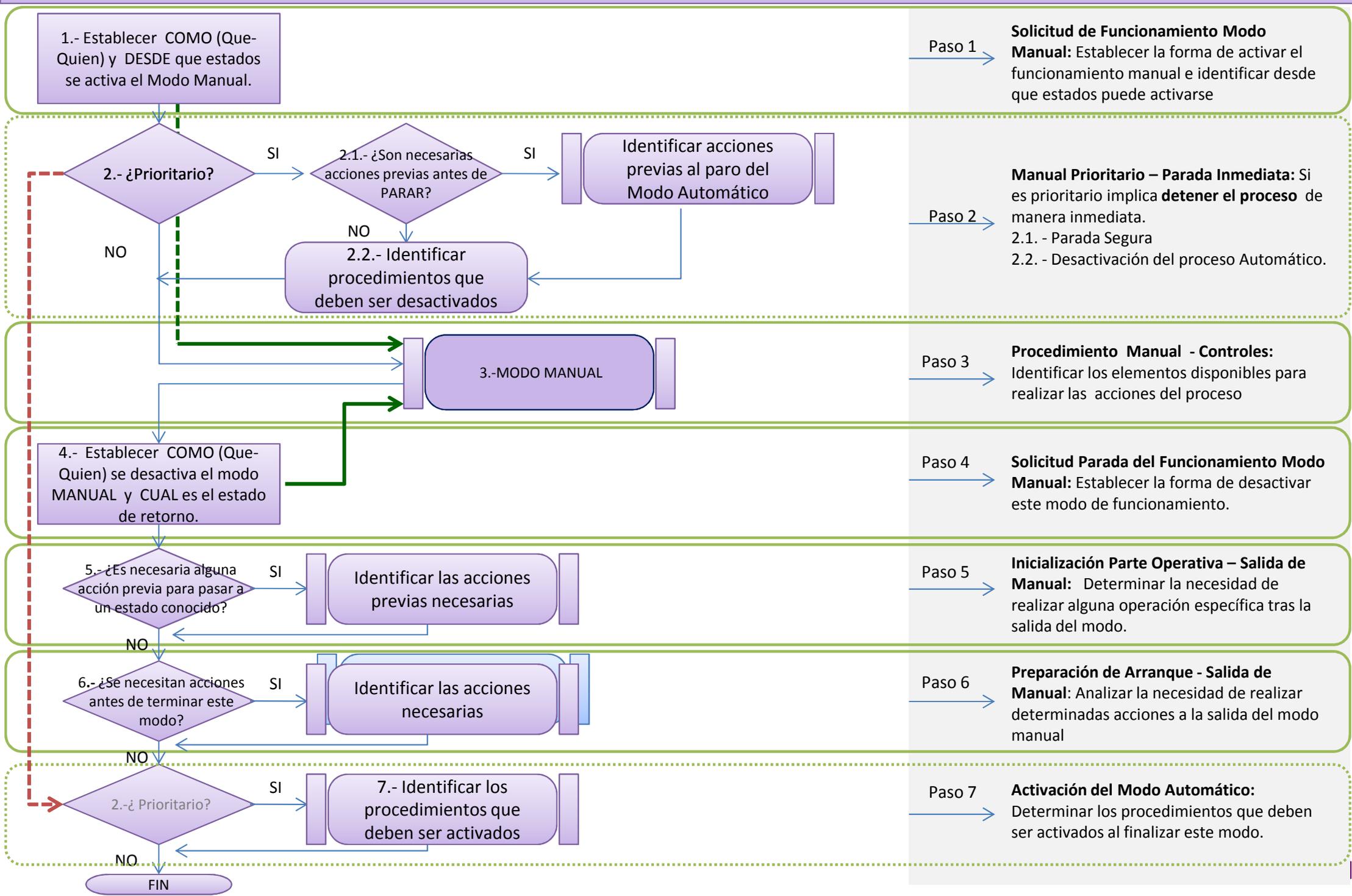
PASO 5 – INICIALIZACIÓN PARTE OPERATIVA - SALIDA DE MANUAL

PASO 6 – PREPARACIÓN DE ARRANQUE - SALIDA DE MANUAL

Analizar la necesidad de realizar determinadas acciones a la salida del modo manual; por ejemplo, operaciones de vaciado y/o limpieza de alguna máquina, calibración, etc. Determinar si es viable **adaptar la Marcha de Finalización** para contemplar esta situación **(FaseI.Paso6)**.

No se requiere

Fase II - MODO MANUAL



Paso 1 → **Solicitud de Funcionamiento Modo Manual:** Establecer la forma de activar el funcionamiento manual e identificar desde que estados puede activarse

Paso 2 → **Manual Prioritario – Parada Inmediata:** Si es prioritario implica **detener el proceso** de manera inmediata.
 2.1. - Parada Segura
 2.2. - Desactivación del proceso Automático.

Paso 3 → **Procedimiento Manual - Controles:** Identificar los elementos disponibles para realizar las acciones del proceso

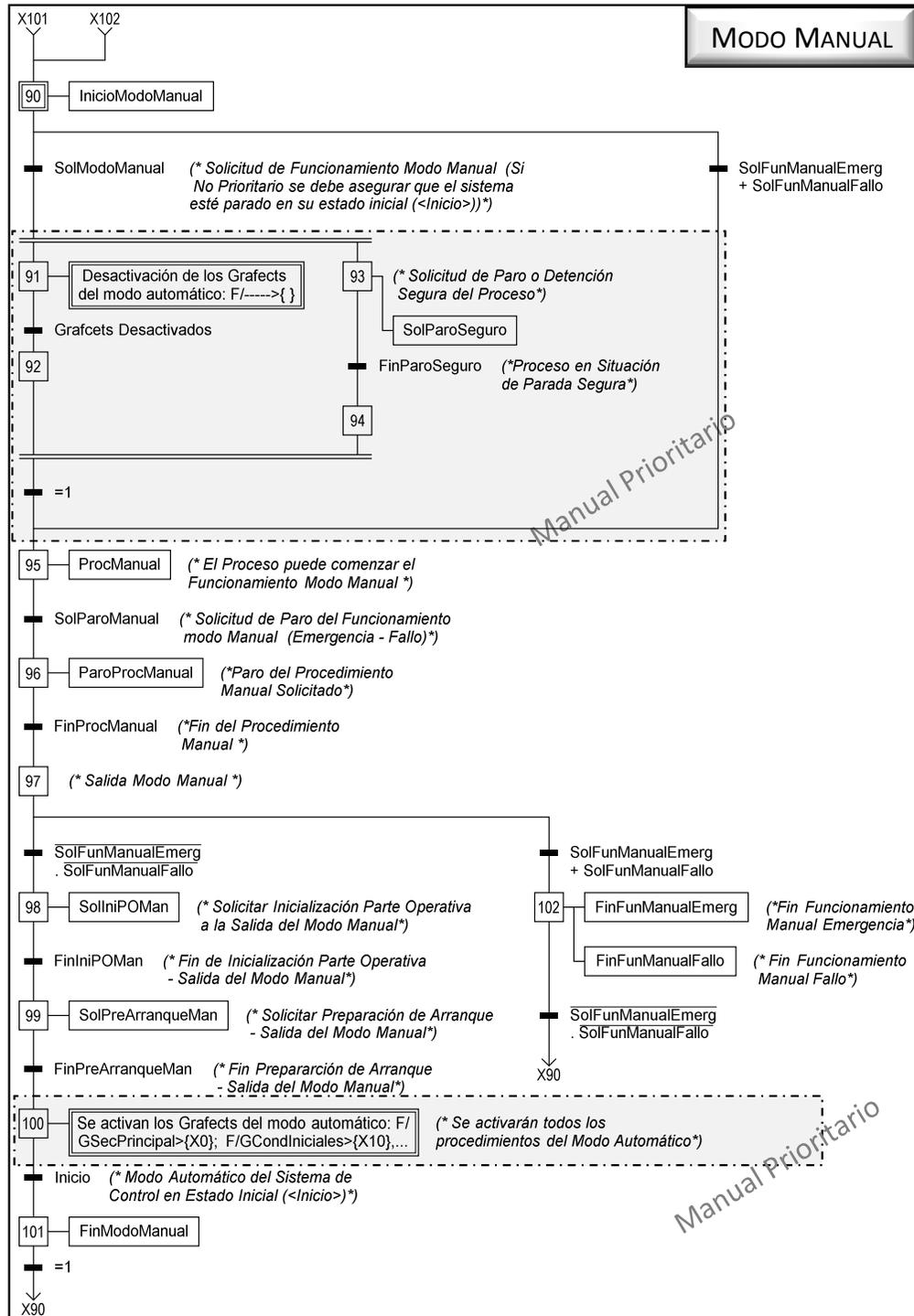
Paso 4 → **Solicitud Parada del Funcionamiento Modo Manual:** Establecer la forma de desactivar este modo de funcionamiento.

Paso 5 → **Inicialización Parte Operativa – Salida de Manual:** Determinar la necesidad de realizar alguna operación específica tras la salida del modo.

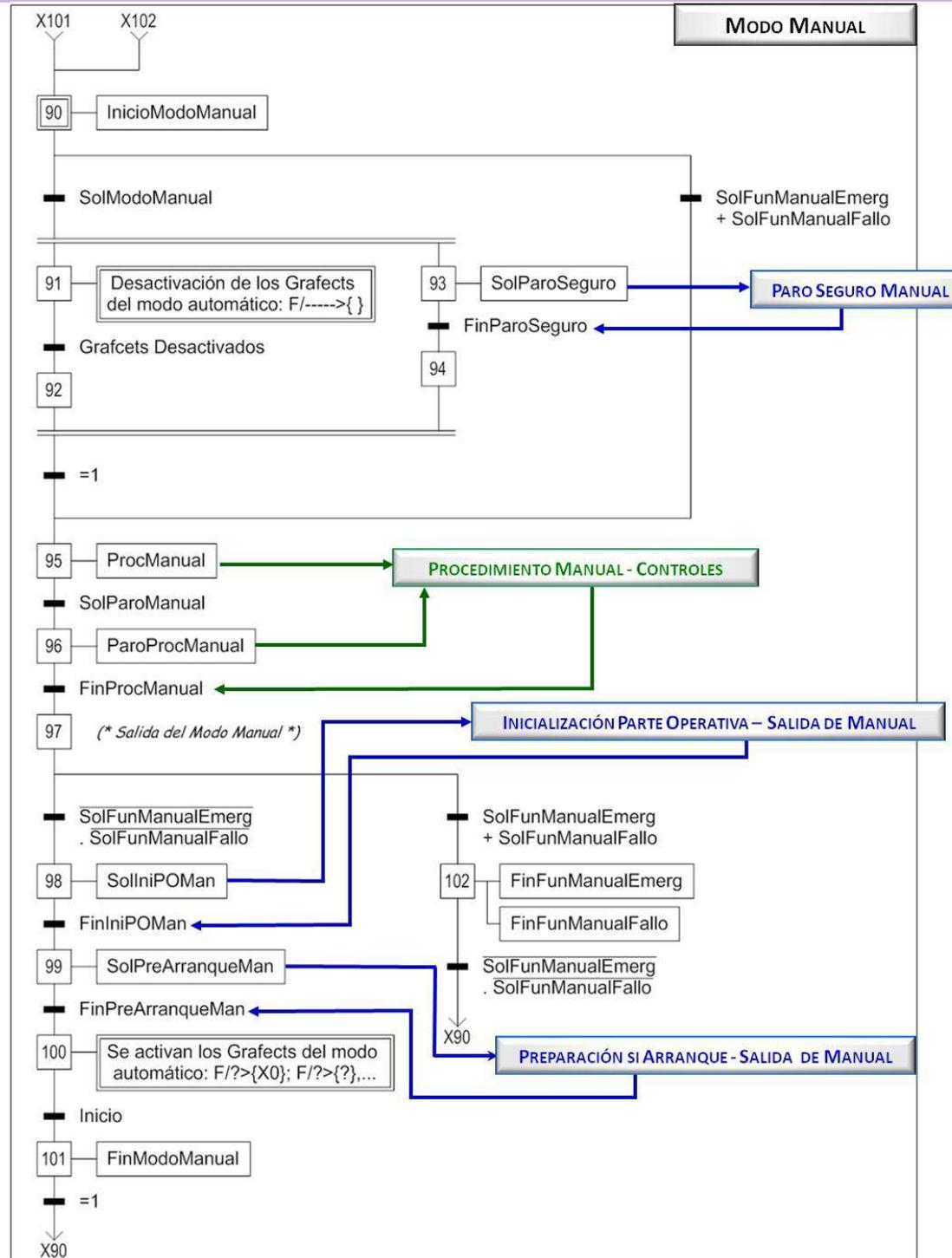
Paso 6 → **Preparación de Arranque - Salida de Manual:** Analizar la necesidad de realizar determinadas acciones a la salida del modo manual

Paso 7 → **Activación del Modo Automático:** Determinar los procedimientos que deben ser activados al finalizar este modo.

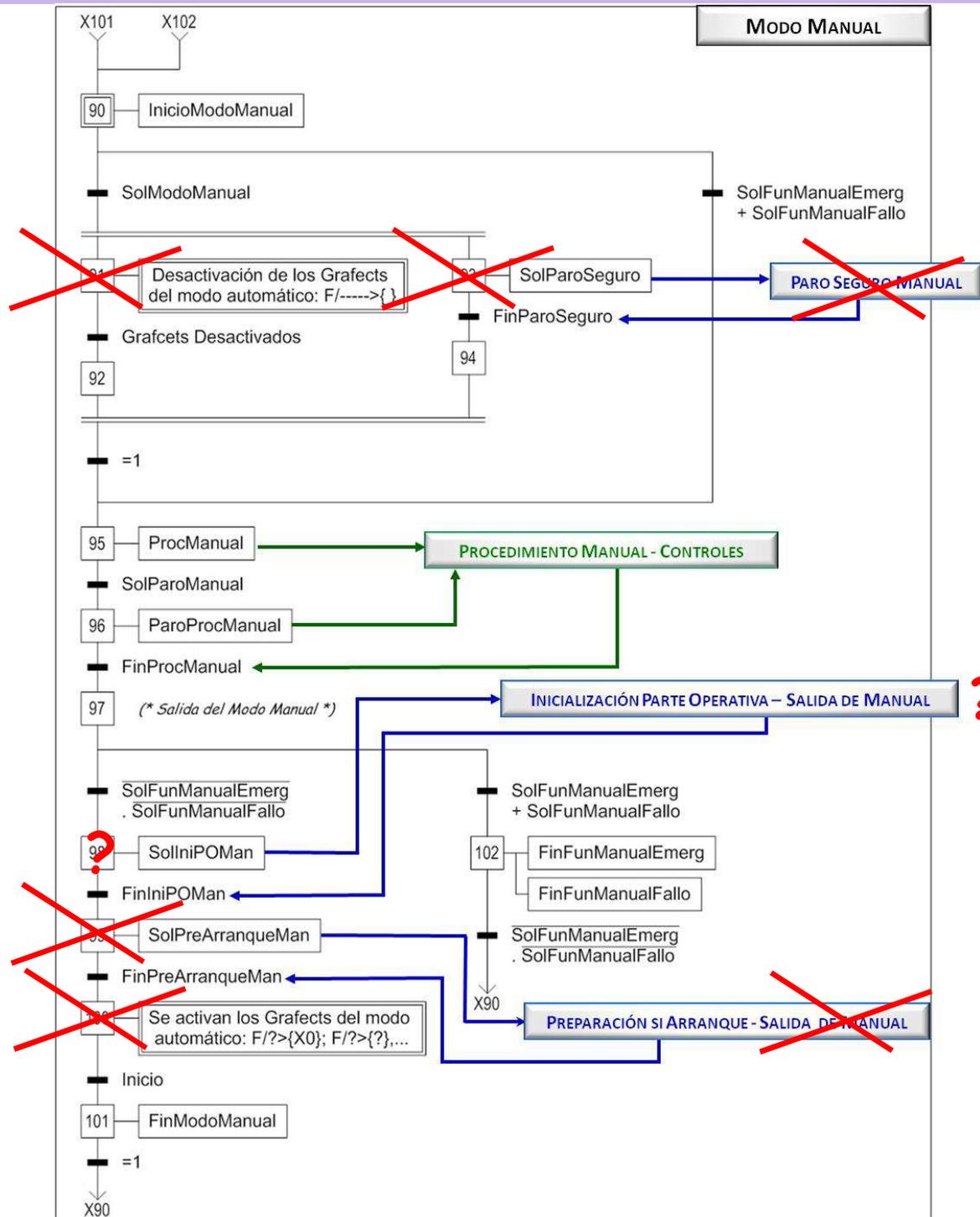
FASE II: MODO MANUAL



FASE II: MODO MANUAL

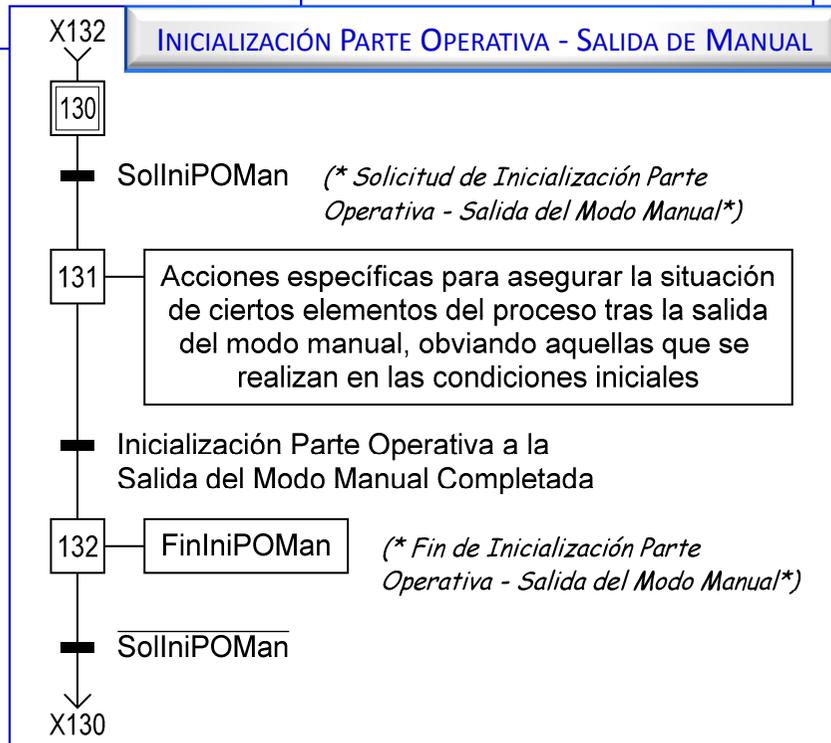
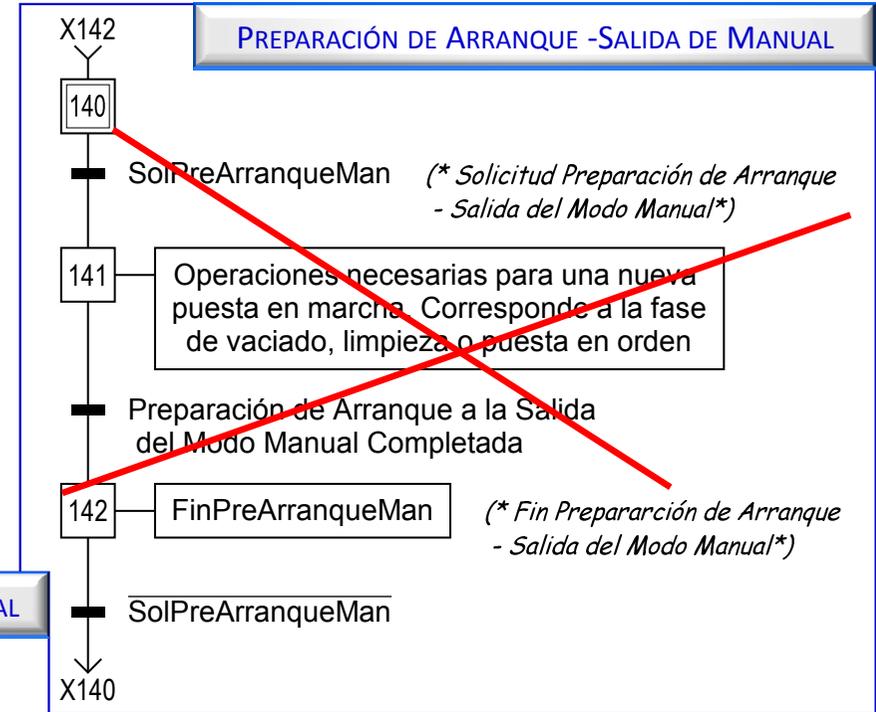
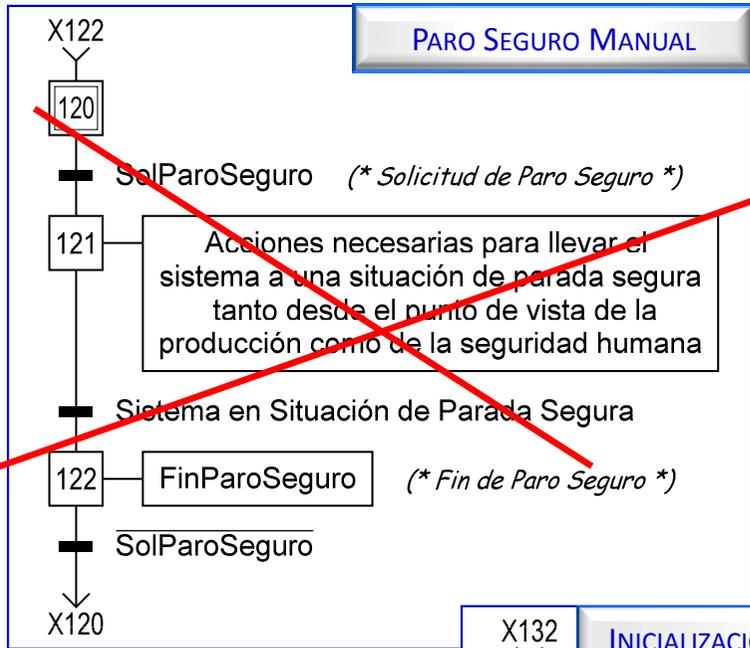


FASE II: MODO MANUAL



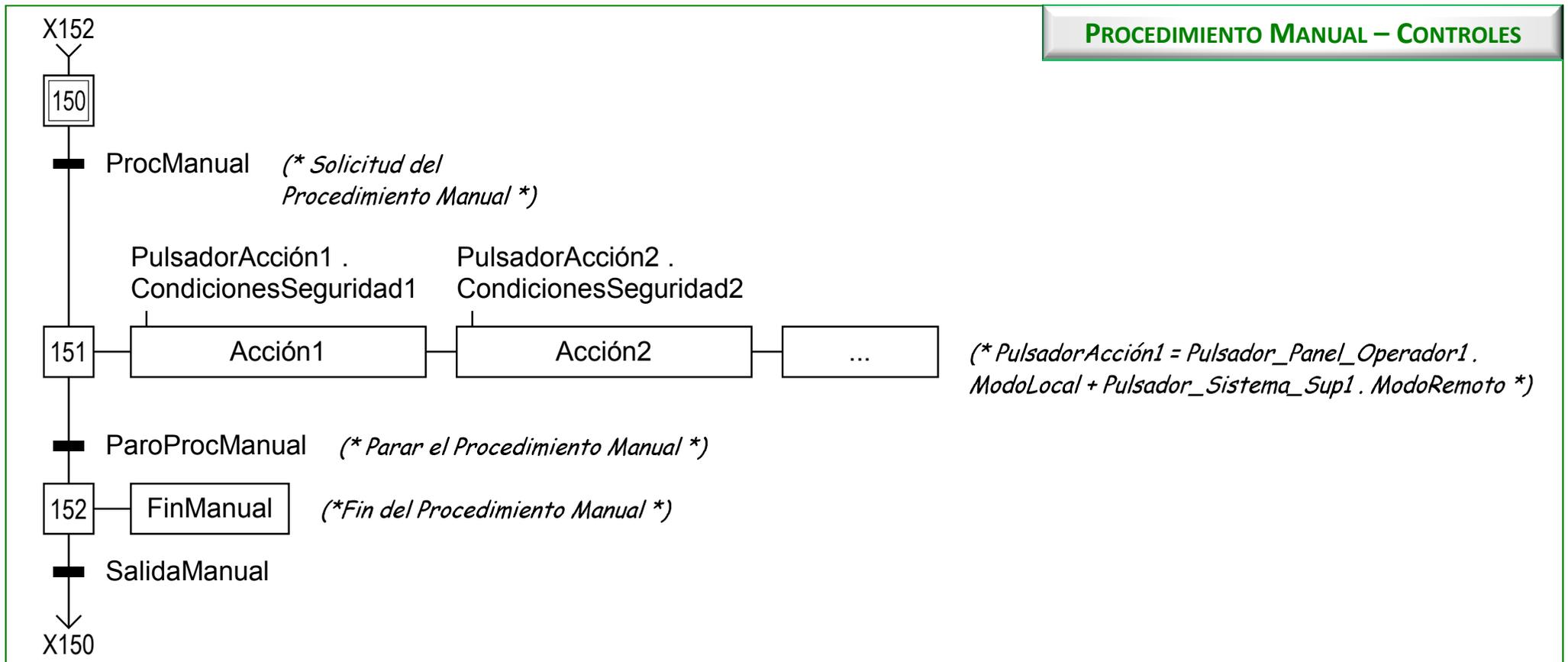
RELACIÓN ENTRE LAS
PLANTILLAS DE DISEÑO

FASE II: MODO MANUAL

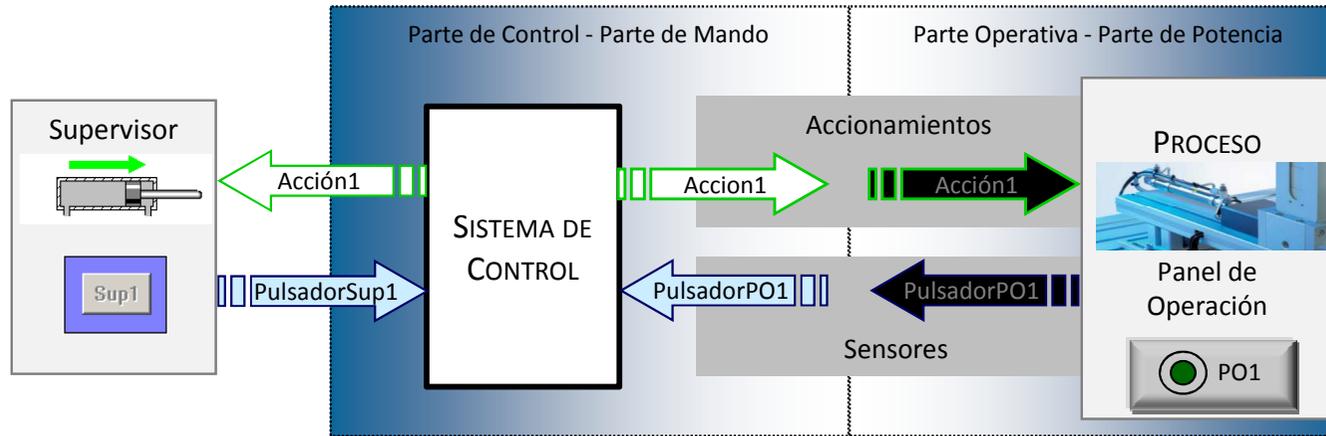


FASE II: MODO MANUAL

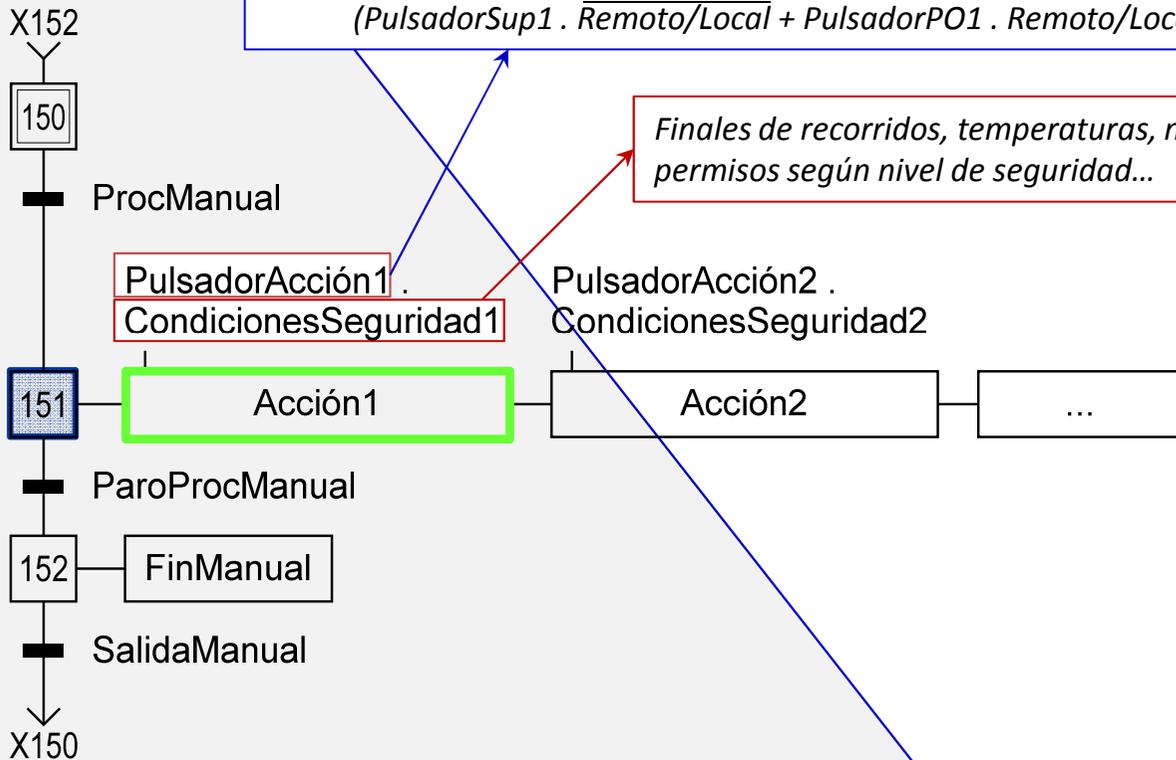
PROCEDIMIENTO MANUAL – CONTROLES



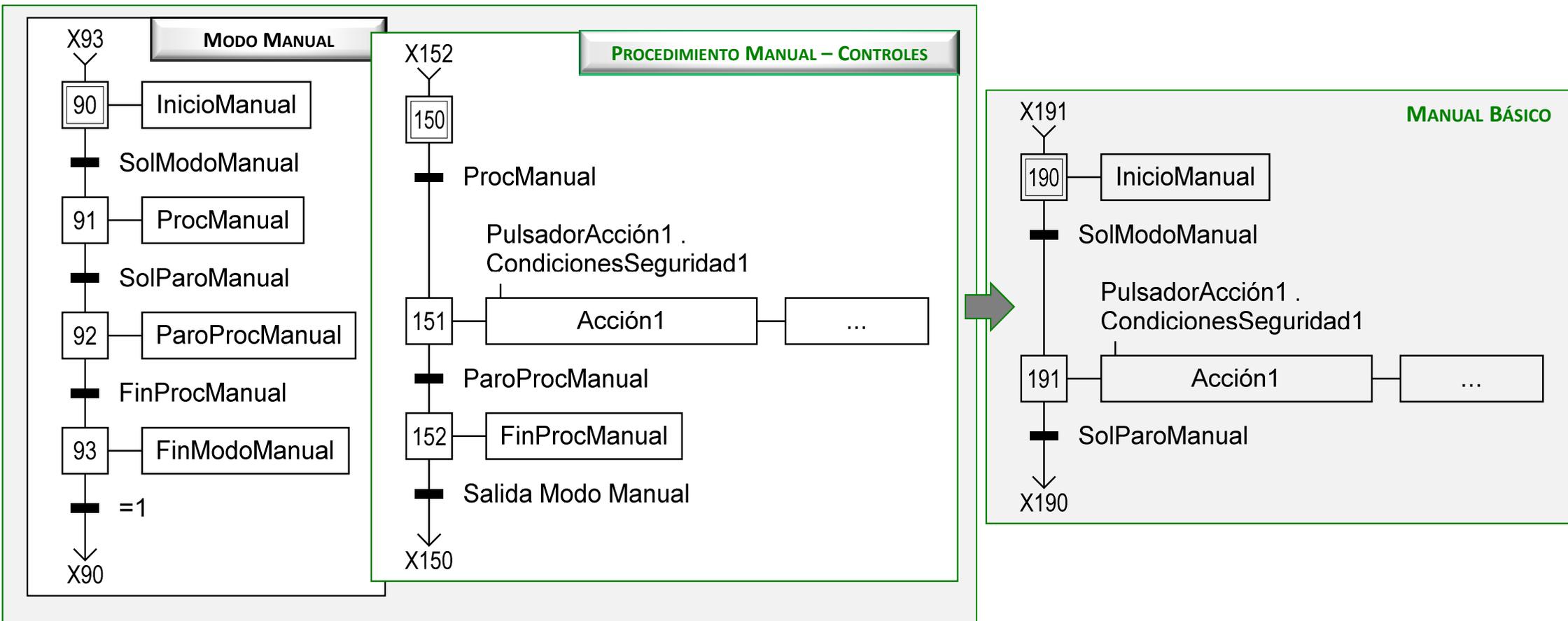
FASE II: MODO MANUAL



ACCIONES CONDICIONADAS PARA EL FUNCIONAMIENTO EN MODO MANUAL

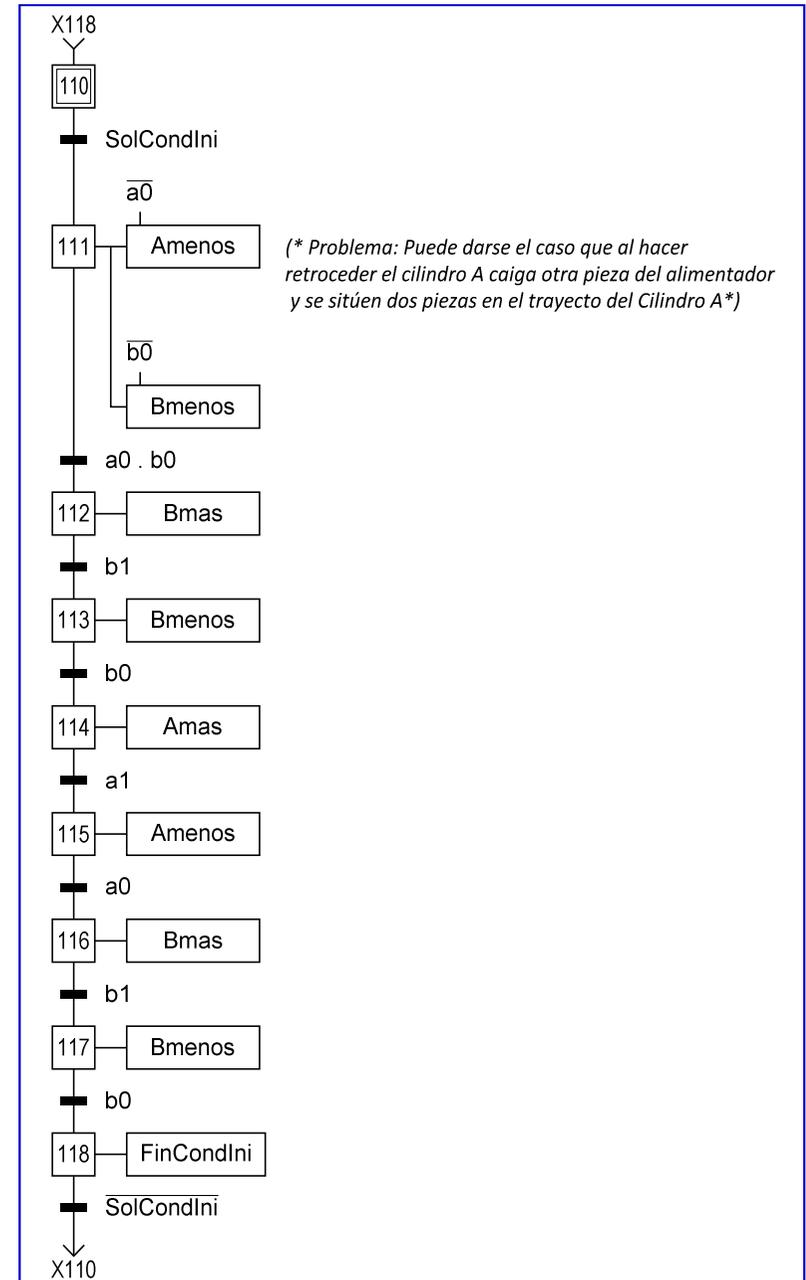
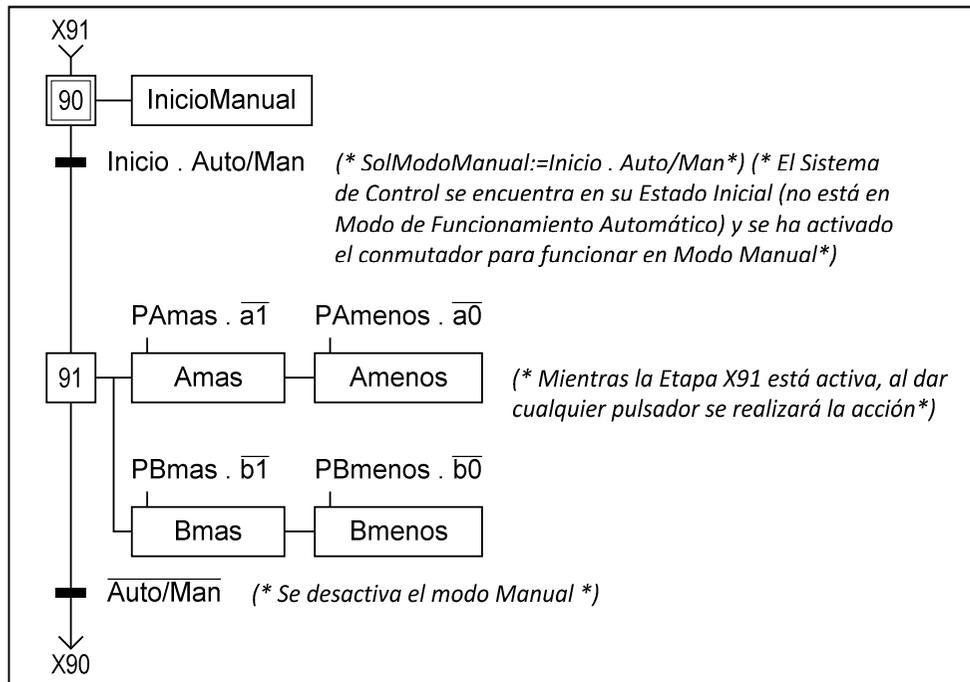


FASE II: MODO MANUAL



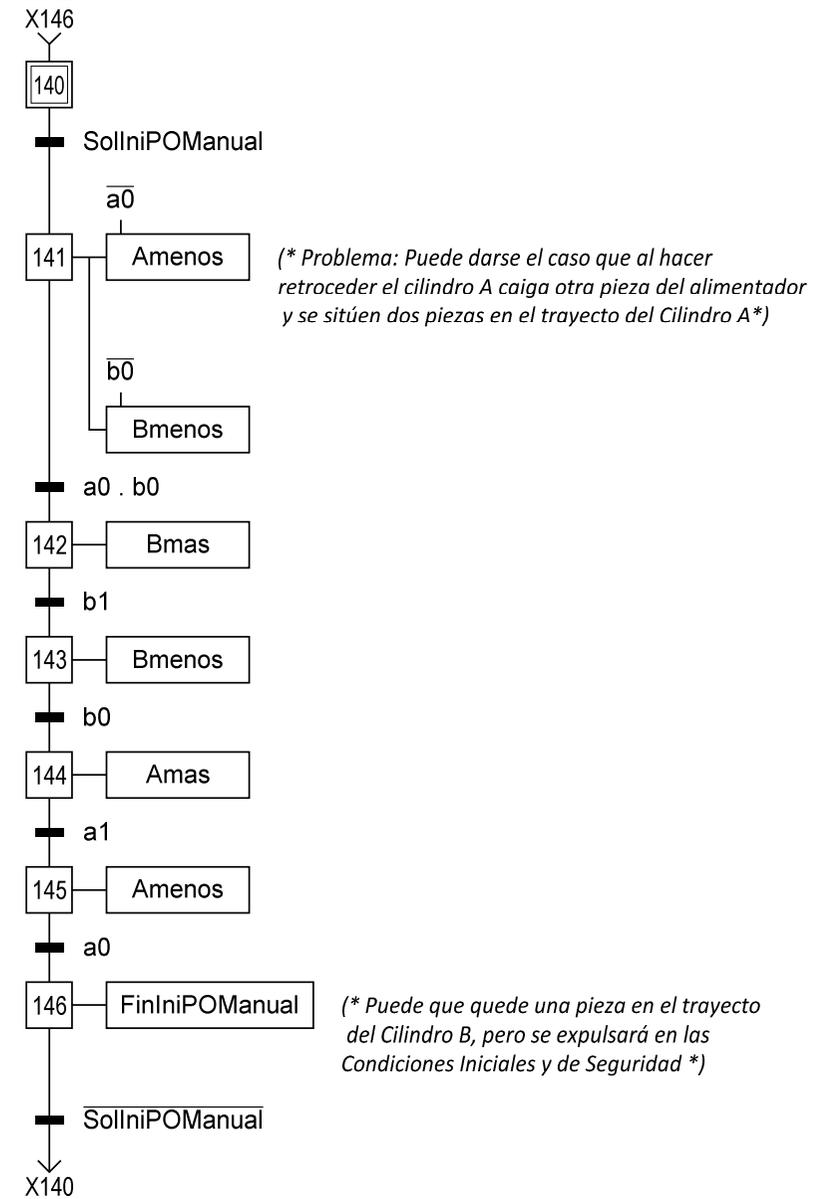
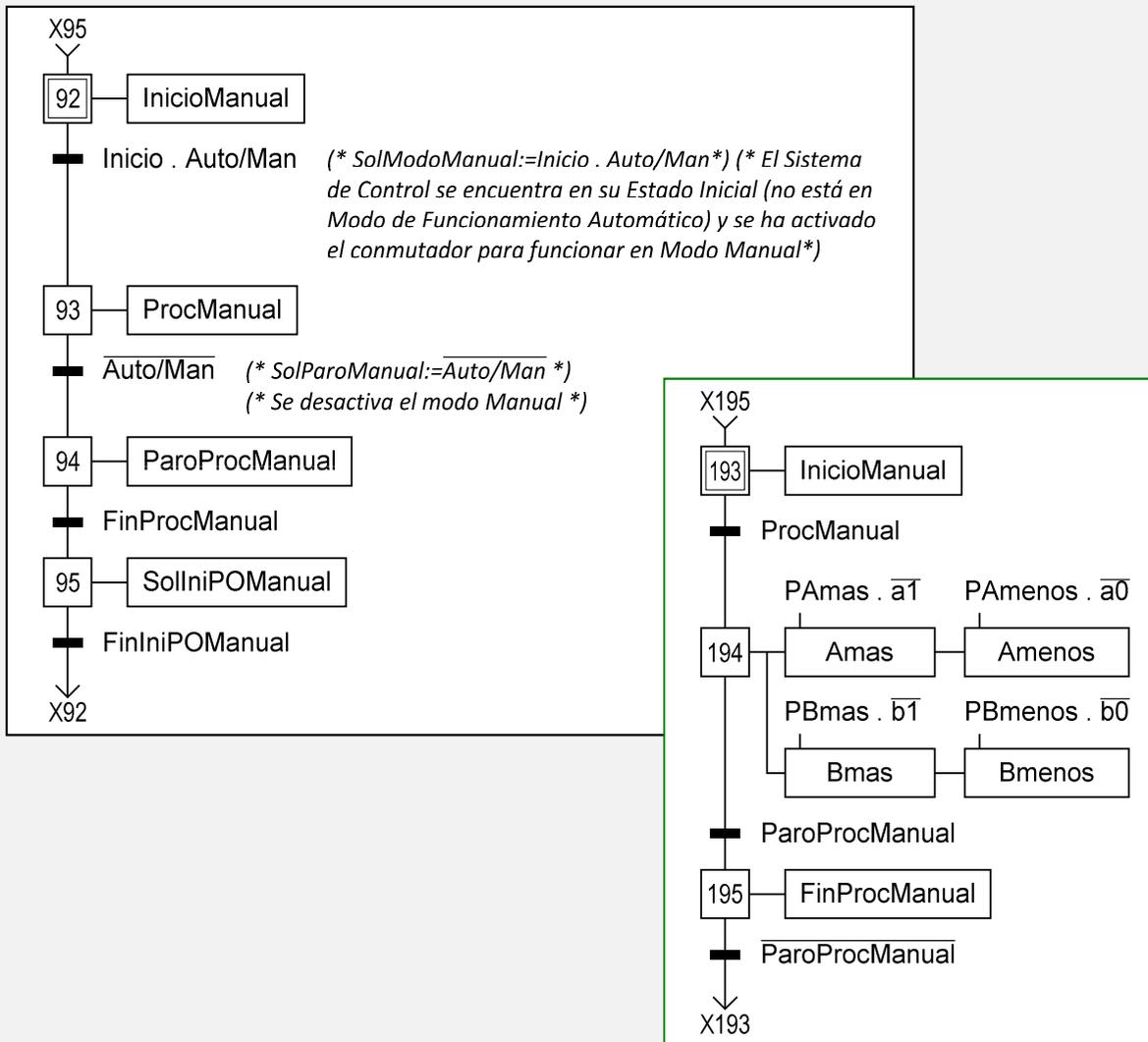
MANUAL BÁSICO

Solución 1: Modificación del Graficet de Condiciones Iniciales y de Seguridad



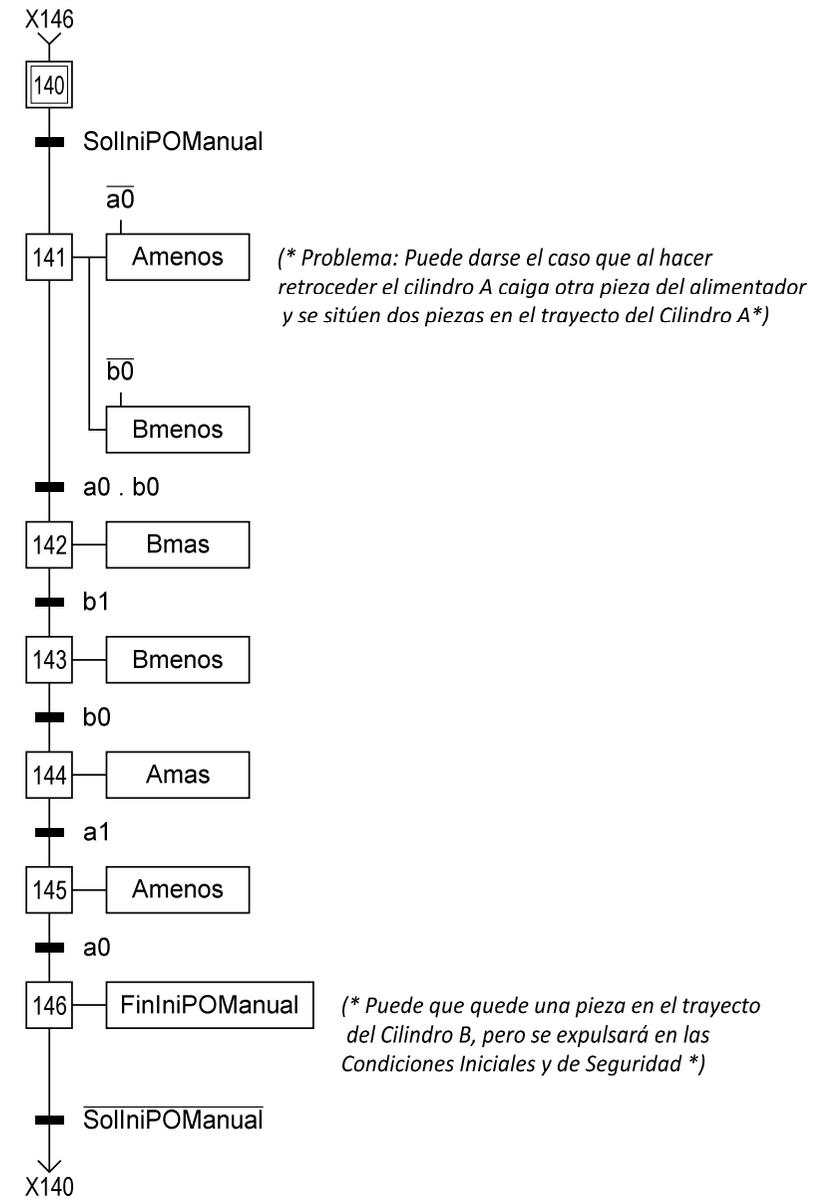
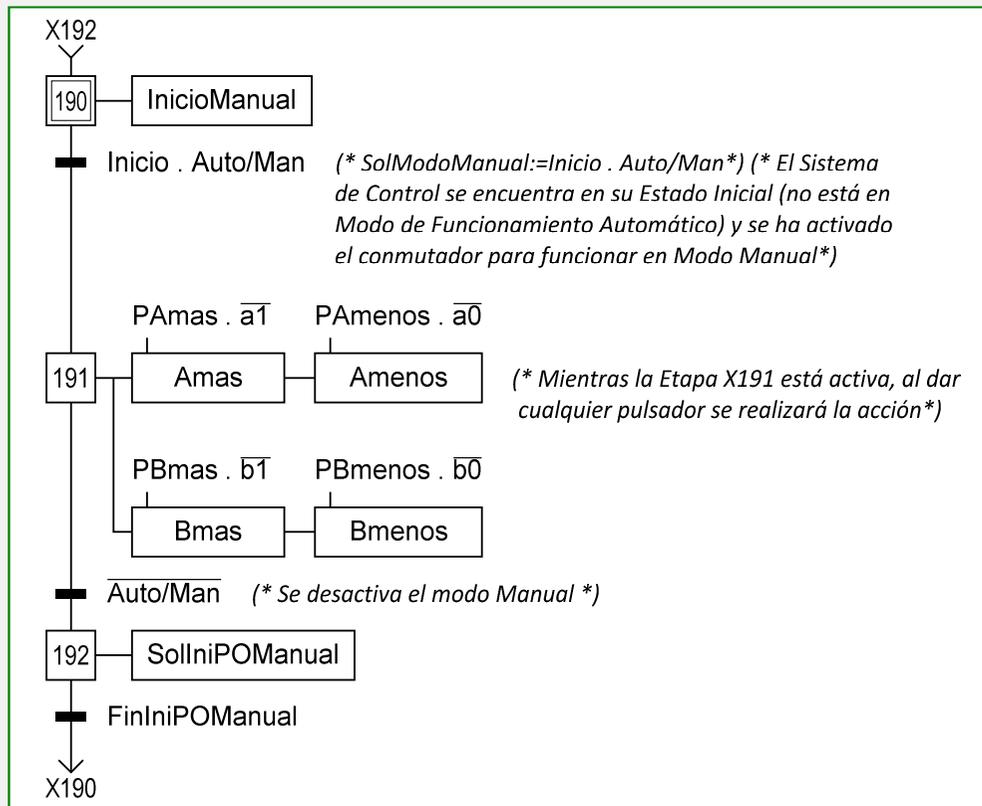
MANUAL

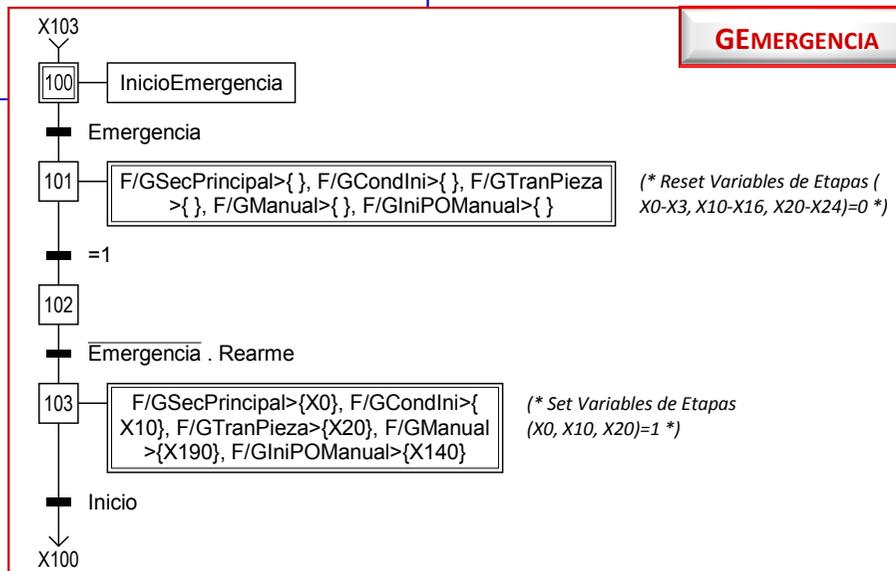
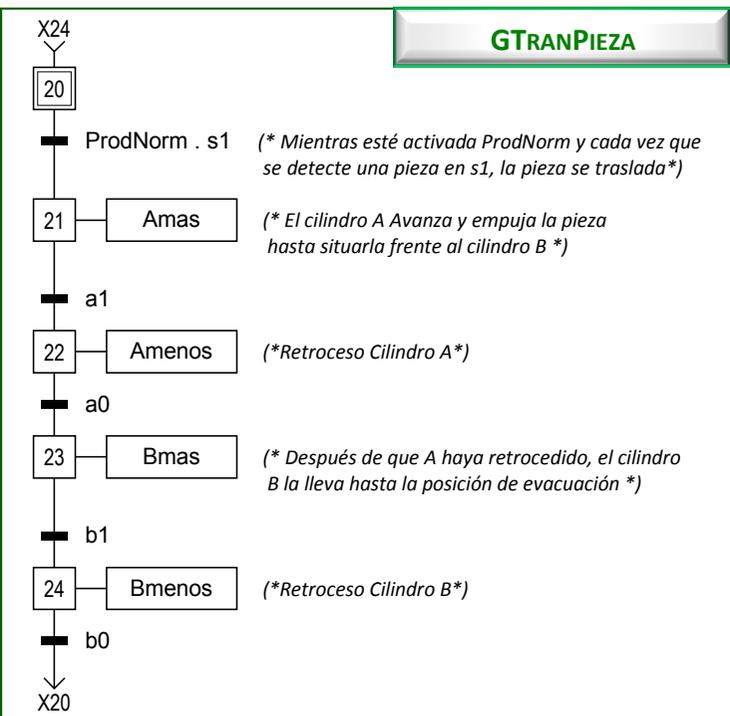
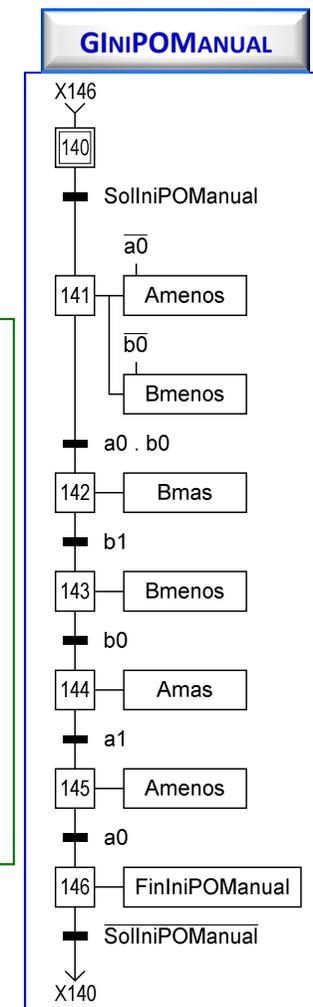
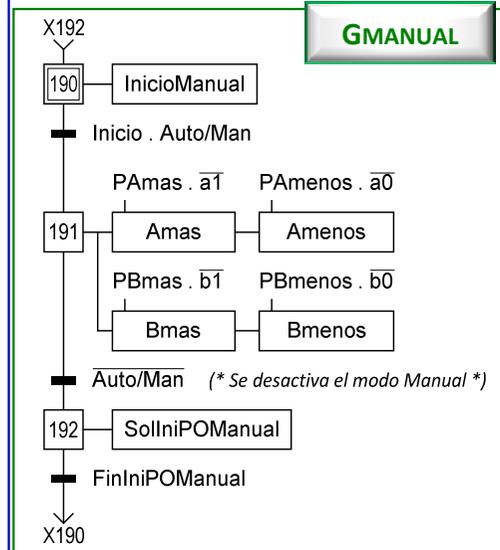
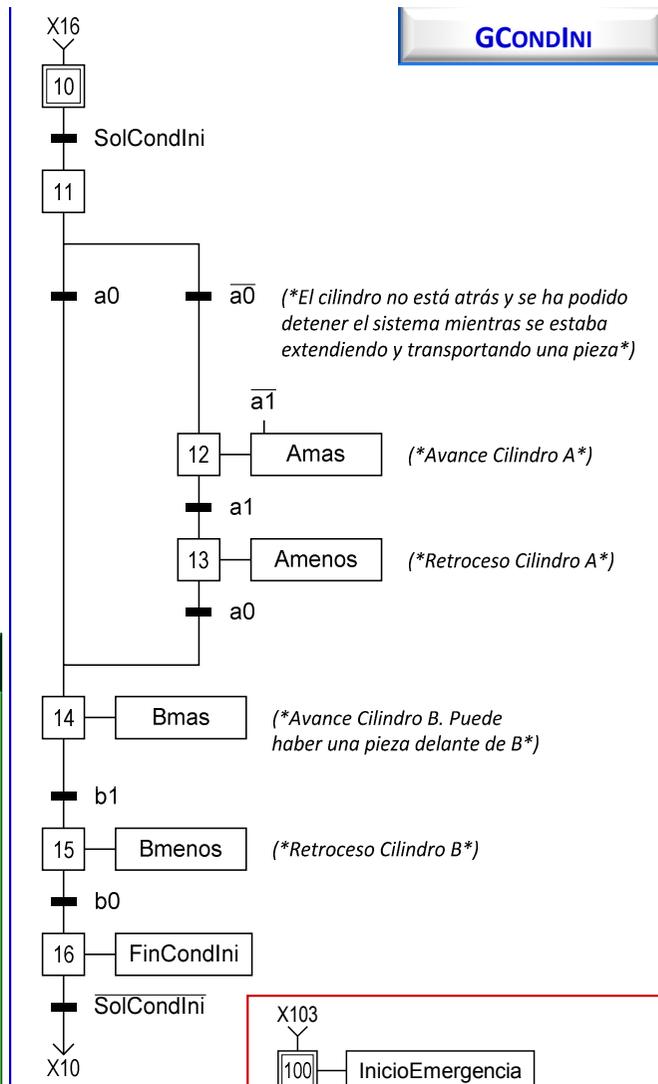
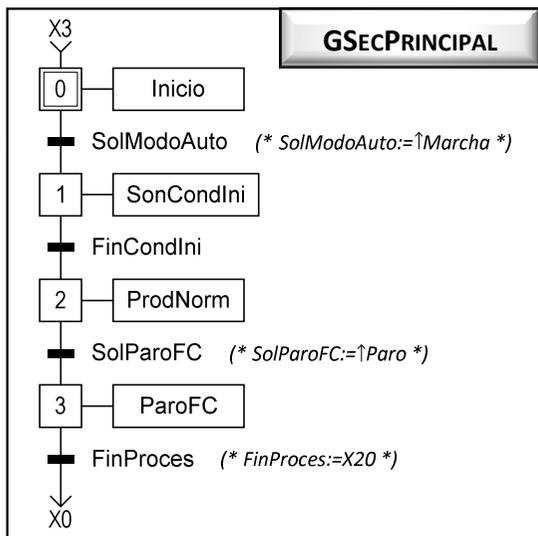
Solución 2: Diseño del Grafcet Inicialización Parte Operativa - Salida Manual



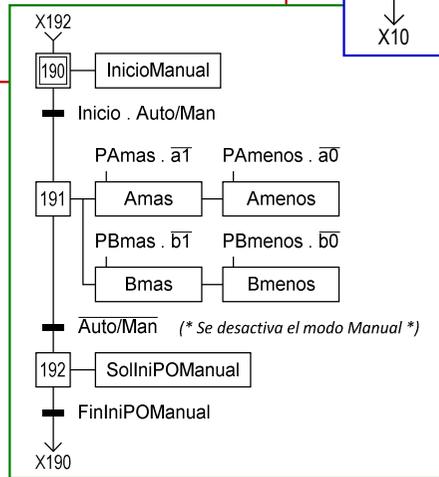
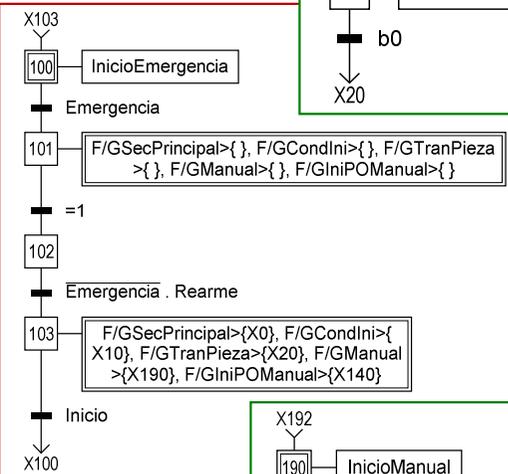
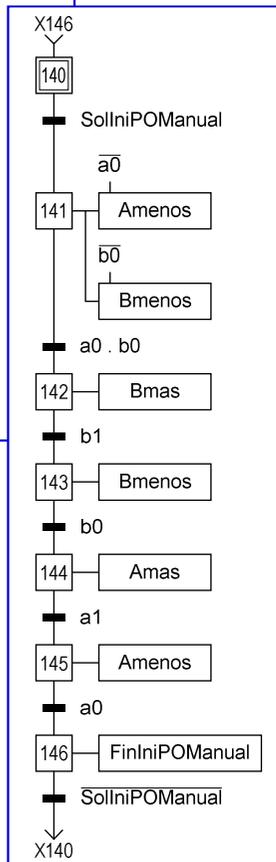
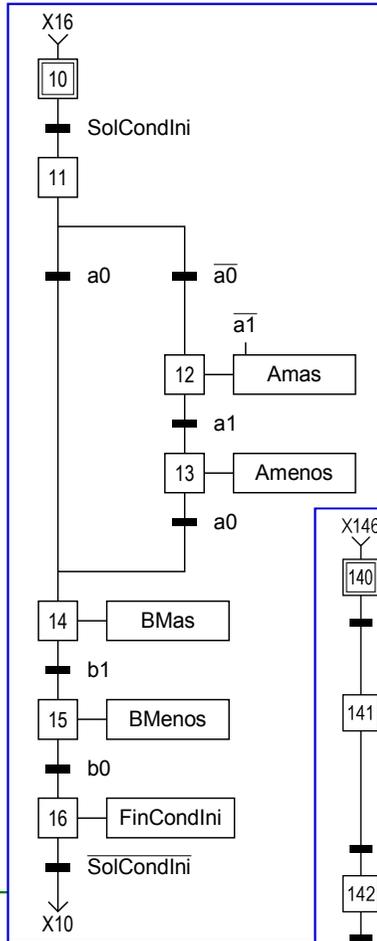
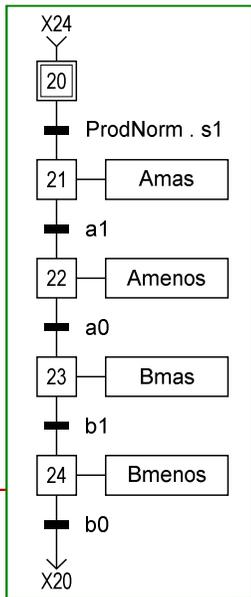
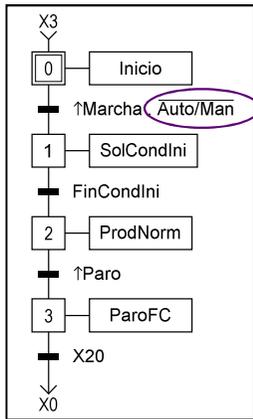
Solución 2: Diseño del Grafcet Inicialización Parte Operativa - Salida Manual

Simplificación



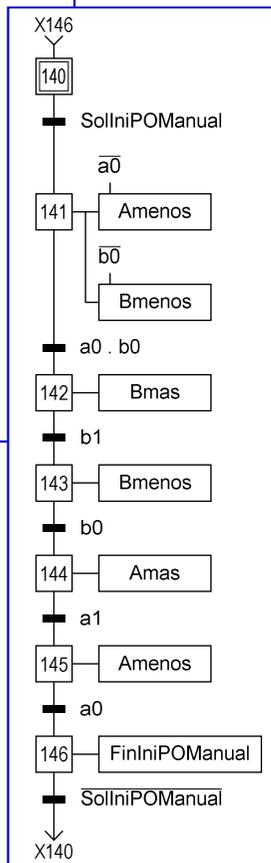
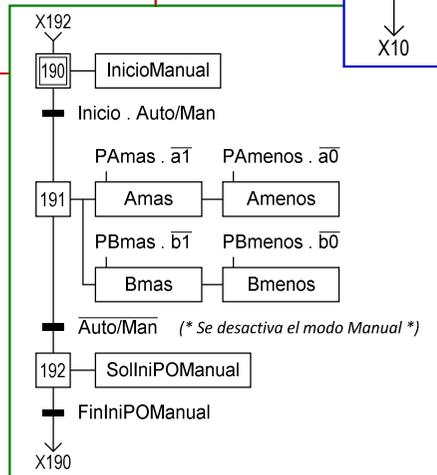
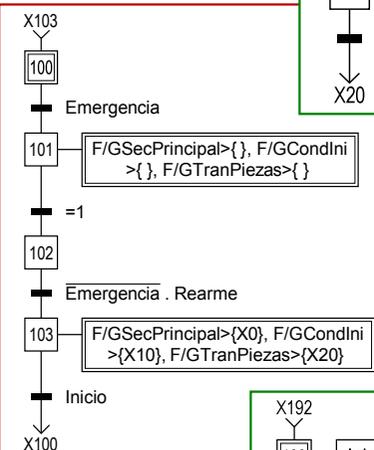
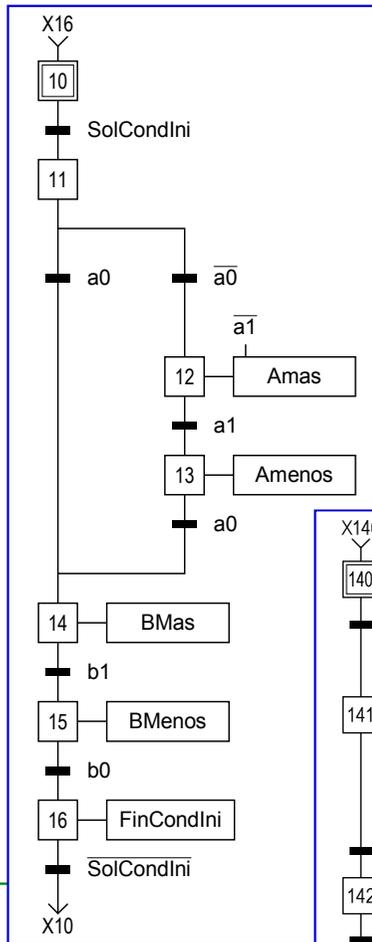
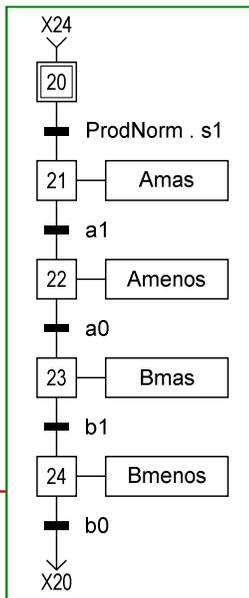
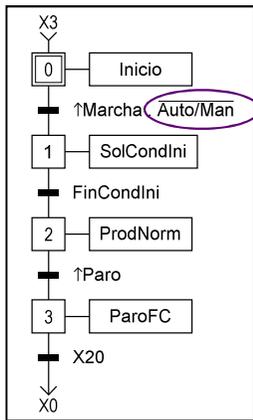


IMPLEMENTACIÓN – PARTE SECUENCIAL



	Set	Reset
X0	$SX0=X3.x20 + \text{Init} + X103$	$RX0=X1 + X101$
X1	$SX1=X0.\uparrow\text{Marcha.Auto/Man}'$	$RX1=X2 + \text{Init} + X101$
X2	$SX2=X1.\text{FinCondIni}$	$RX2=X3 + \text{Init} + X101$
X3	$SX3=X2.\uparrow\text{Paro}$	$RX3=X0 + \text{Init} + X101$
X10	$SX10=X16.\text{SolCondIni}' + \text{Init} + X103$	$RX10=X11 + X101$
X11	$SX11=X10.\text{SolCondIni}$	$RX11=X12 + X14 + \text{Init} + X101$
X12	$SX12=X11.a0'$	$RX12=X13 + \text{Init} + X101$
X13	$S13=X12.a1$	$RX13=X14 + \text{Init} + X101$
X14	$SX14=X11.a1+X13.a0$	$RX14=X15 + \text{Init} + X101$
X15	$SX15=X14.b1$	$RX15=X16 + \text{Init} + X101$
X16	$SX16=X15.b0$	$RX16=X10 + \text{Init} + X101$
X20	$SX20=X24.b0 + \text{Init} + X103$	$RX20=X21 + X101$
X21	$SX21=X20.\text{ProdNorm.s1}$	$RX21=X22 + \text{Init} + X101$
X22	$SX22=X21.a1$	$RX22=X23 + \text{Init} + X101$
X23	$SX23=X22.a0$	$RX23=X24 + \text{Init} + X101$
X24	$SX24=X23.b1$	$RX24=X20 + \text{Init} + X101$
X100	$SX100= X103.\text{Inicio} + \text{Init}$	$RX100=X101$
X101	$SX101= X100.\text{Emergencia}$	$RX101=X102$
X102	$SX102=X101$	$RX102=X103$
X103	$SX103= X100.\text{Emergencia}'.\text{Rearme}$	$RX103=X100$
X190	$SX190=X192.\text{FinIniOPManual} + \text{Init}$	$RX190=X191 + X101$
X191	$SX191= X190.\text{Inicio.Auto/Man}$	$RX191=X192 + \text{Init} + X101$
X192	$SX192=X191.\text{Auto/Man}'$	$RX192=X190 + \text{Init} + X101$
X140	$SX140=X146.\text{SolIniOPManual}' + \text{Init}$	$RX140=X141 + X101$
X141	$SX141=X140.\text{SolIniOPManual}$	$RX141=X142 + \text{Init} + X101$
X142	$SX142=X141.a0.b0$	$RX142=X143 + \text{Init} + X101$
X143	$SX143=X142.b1$	$RX143=X144 + \text{Init} + X101$
X144	$SX144=X143.b0$	$RX144=X145 + \text{Init} + X101$
X145	$SX145=X144.a1$	$RX145=X146 + \text{Init} + X101$
X146	$SX146=X145.a0$	$RX146=X140 + \text{Init} + X101$

IMPLEMENTACIÓN – PARTE COMBINACIONAL



PARTE COMBINACIONAL

- o $Amas = X12 \cdot a1' + X21 + X191 \cdot a1' + X144$
- o $Amenos = X13 + X22 + X191 \cdot a0' + X141 \cdot a0' + X145$
- o $Bmas = X14 + X23 + X191 \cdot a1' + X142$
- o $Bmenos = X15 + X24 + X191 \cdot b0' + X141 \cdot b0' + X143$

- o Inicio = X0
- o SolCondIni = X1
- o ProdNorm = X2
- o ParoFC = X3
- o FinCondIni = X16
- o SolIniPOManual=X192
- o FinIniOPmanual=X146