



POLITÉCNICA

escuela técnica superior de
ingeniería
y diseño
industrial

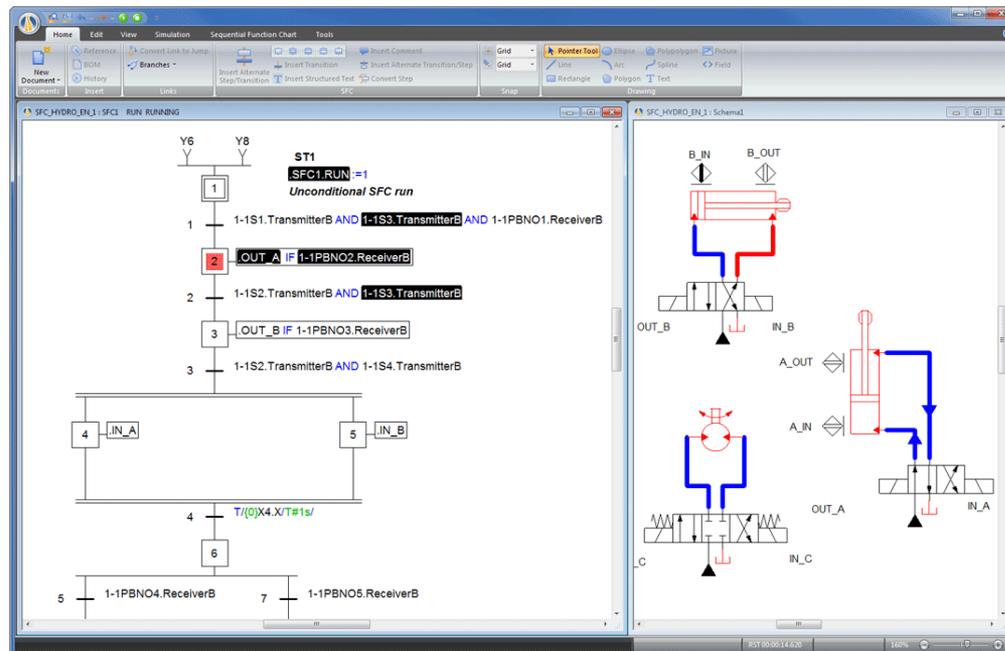
Modelado Grafcet

Dpto. Electricidad, Electrónica, Automática y Física Aplicada

www.elai.upm.es

Introducción a Grafcet: definición

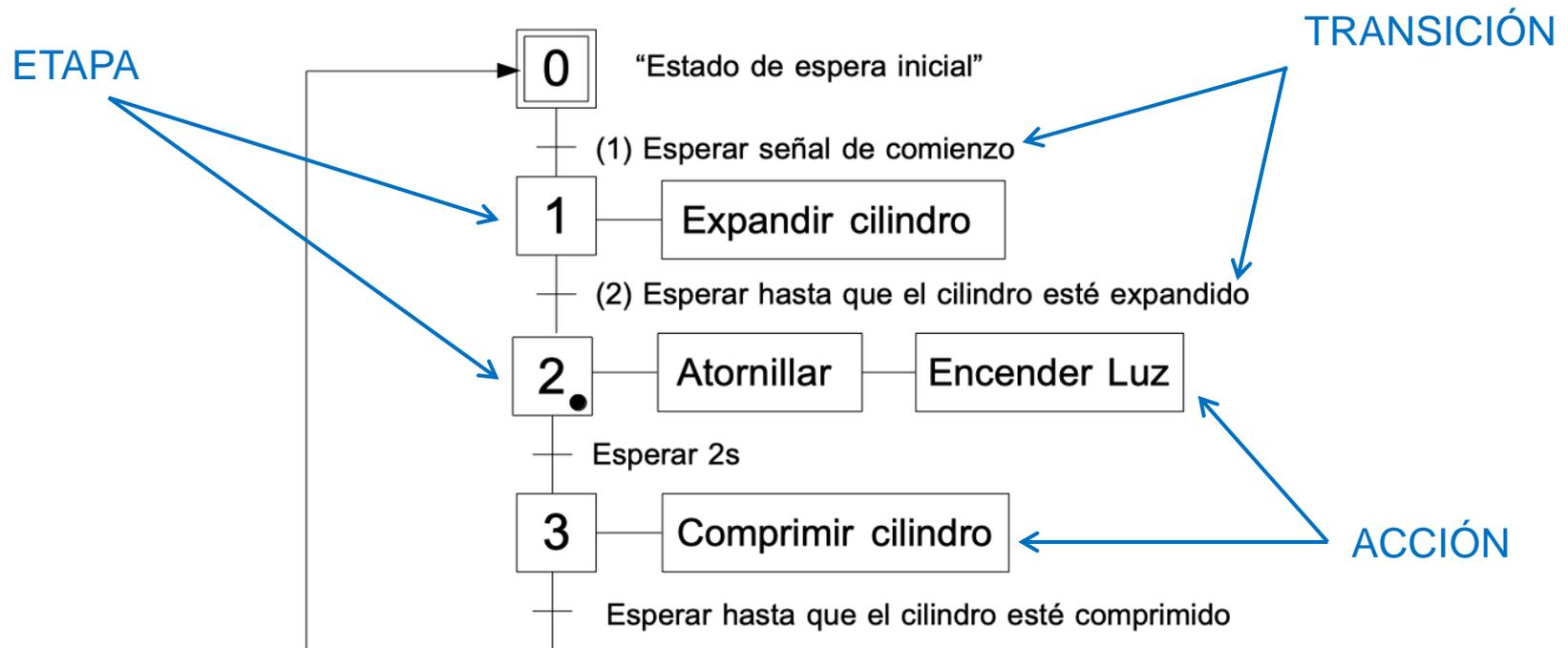
- ▶ Grafcet: Grafo Funcional de Control Etapa Transición
- ▶ Método gráfico para modelar o representar el comportamiento (secuencial) de un automatismo.
- ▶ Interpretable por todos los actores del proceso productivo: organización, producción, mantenimiento
- ▶ No es un lenguaje de programación.



Introducción a Grafcet: normativa

- ▶ Propuesto inicialmente a finales de los años 70 por 2 asociaciones francesas (AFCET y ADEPA).
- ▶ Norma francesa en 1982 y norma internacional (IEC-848) en 1988, bajo el nombre de “*Preparación de diagramas funcionales para sistemas de control*”
- ▶ Desde 2002 es norma internacional ISO (IEC 60848) “GRAFCET *Specification Language for Sequential Function Chart*”.
- ▶ La norma IEC 61131-3 (1993) define 5 lenguajes de programación normalizados para los autómatas programables industriales.
 - ▶ SFC (Sequential Function Chart) está basado en GRAFCET
 - ▶ Confusión GRAFCET-SFC

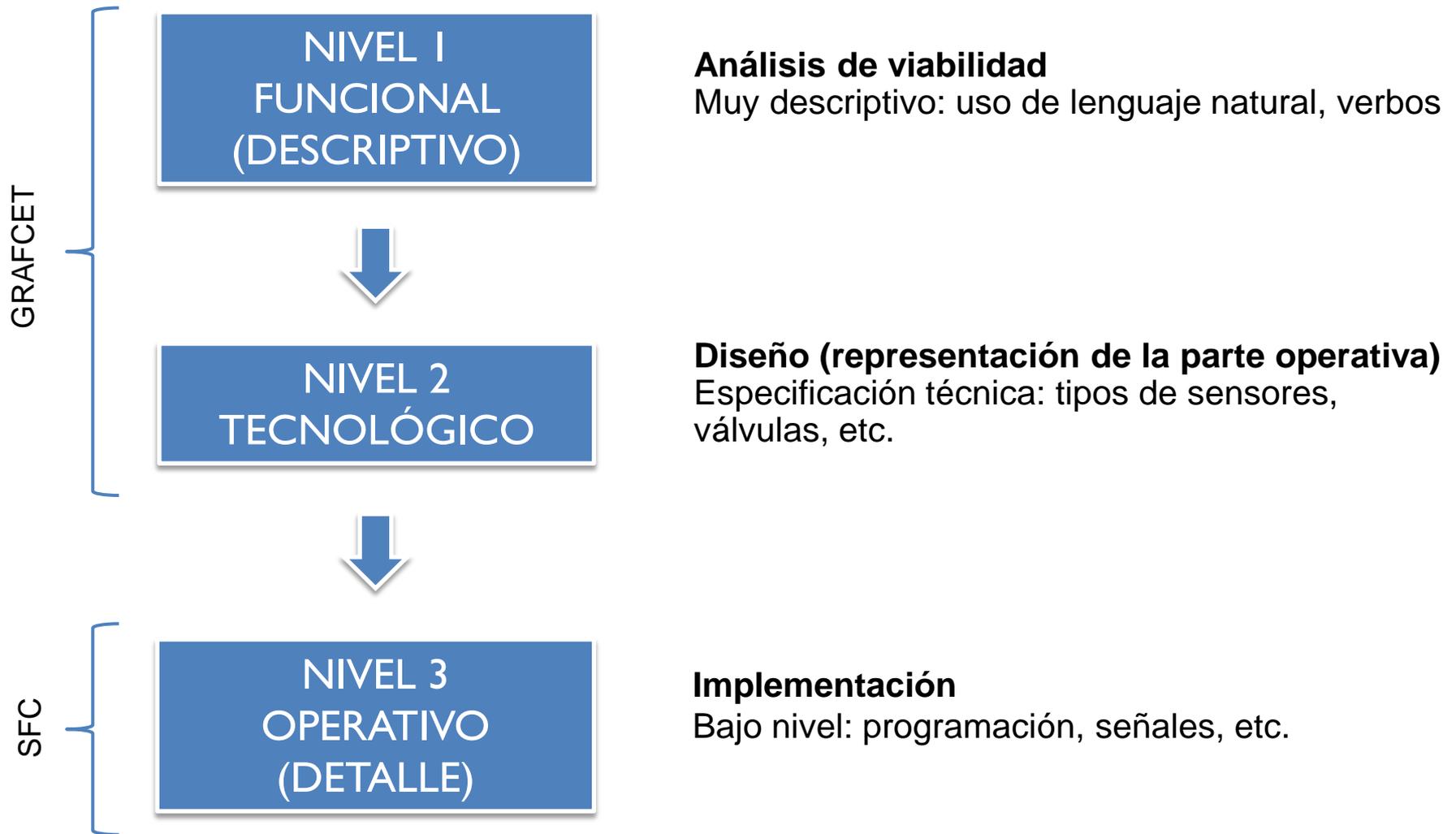
Elementos básicos del GRAFCET



GRAFCET: sucesión alternativa de **ETAPAS** (donde se realizan acciones) y **TRANSICIONES** (donde se espera un tiempo o a que ocurra algo)

Niveles de Graficet

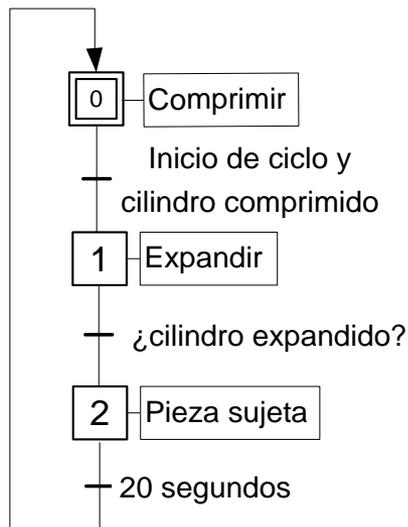
Niveles del GRAFCET



Niveles del GRAFCET: Nivel 1

NIVEL I FUNCIONAL (DESCRIPTIVO)

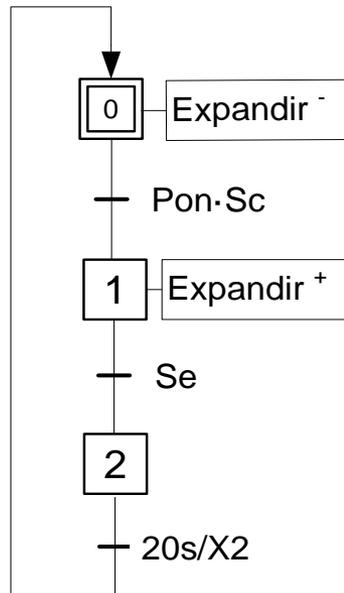
- ▶ Definición del comportamiento en términos no técnicos, pudiéndose derivar de manera directa de las indicaciones o especificaciones dadas por el usuario final del sistema.



- ▶ No se debe incluir ninguna referencia a las tecnologías utilizadas para conseguir el funcionamiento deseado, siendo éste independiente de la solución adoptada.
- ▶ Interlocutores: usuario final e ingeniero que comprende y acota el problema a resolver.

Niveles del GRAFCET: Nivel 2

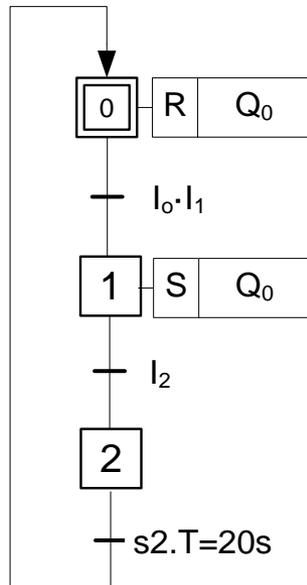
NIVEL 2 TECNOLÓGICO



- ▶ Propone y analiza una solución técnica concreta que consiga la funcionalidad especificada del Nivel 1
- ▶ No se tiene en cuenta el sistema de control que gobernará el automatismo.
- ▶ El interlocutor es el ingeniero que proyecta o define la solución técnica al problema planteado.
- ▶ Ej. No se considera si el avance del cilindro se consigue actuando sobre una salida digital concreta de un sistema informático o si se consigue mediante el enclavamiento de un relé.
- ▶ Ejemplo de acciones:
 - ▶ Hacer girar el motor hacia la derecha
 - ▶ Esperar a que el motor complete el giro necesario para que el mecanismo sitúe a la pieza en su posición
 - ▶ Esperar 1 segundo
 - ▶ Hacer girar el motor hacia la izquierda.

Niveles del GRAFCET: Nivel 3

NIVEL 3 OPERATIVO (DETALLE)



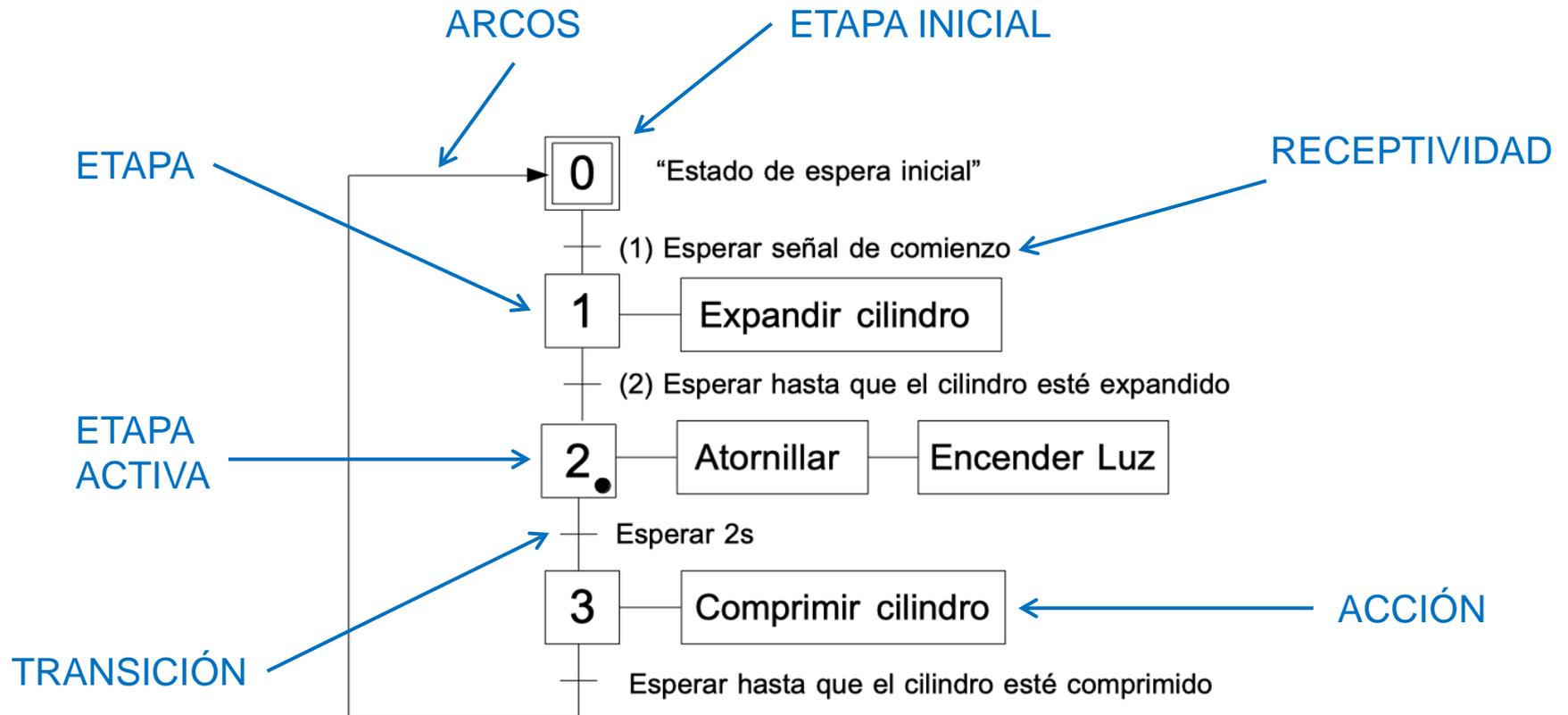
- ▶ Considera el modo en que el sistema de control manejará la parte operativa (sensores, actuadores, interfaces hombre máquina) para conseguir el funcionamiento deseado.
- ▶ Se deben tener por lo tanto especificadas las señales a manejar y el direccionamiento concreto en el controlador lógico o autómatas programables, consecuencia de su conexión.
- ▶ El interlocutor es el programador del automatismo.
- ▶ Ejemplo de acciones:
 - ▶ Activar/Desactivar la salida Q_1
 - ▶ Esperar hasta que la entrada I_1 valga 1
 - ▶ Esperar 1 segundo

Elementos básicos del GRAFCET

Elementos básicos del grafcet

- ▶ Un **GRAF CET** se compone de una sucesión alternativa de **ETAPAS** y **TRANSICIONES** unidas por **ARCOS** orientados.
 - ▶ Grafo dirigido con dos tipos de vértices: Etapas (cuadrado) y Transiciones (trazo horizontal)
- ▶ Las **Etapas** se representan por cuadrados numerados y tiene asociadas **Acciones**.
- ▶ Las **Transiciones** se representan mediante segmentos identificados (**Arcos**) y tiene asociadas **Receptividades**.
 - ▶ Normalmente se lee de arriba abajo
 - ▶ Los arcos tienen sentido descendente.
- ▶ Se pueden añadir comentarios entrecomillados.

Elementos básicos: **diagrama**

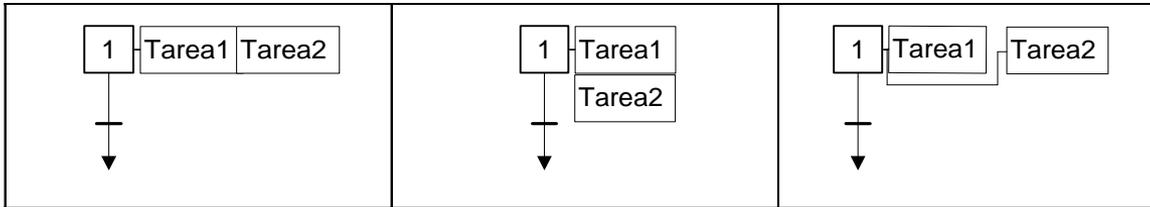


Elementos básicos: **Etapas**

- ▶ Estados estables del automatismo
- ▶ Representación: cuadrado numerado.
- ▶ Estado: reposo o activas
 - ▶ Siempre debe haber una etapa activa
 - ▶ “**Marca**”: círculo negro que indica la etapa activa en un instante de tiempo
 - ▶ En reposo debe haber una etapa activa
- ▶ Cada etapa es implementada por un bit de memoria.
 - ▶ Se representa cada etapa por $X\#$ (*bit de memoria*)
- ▶ Las etapas tienen asociadas acciones

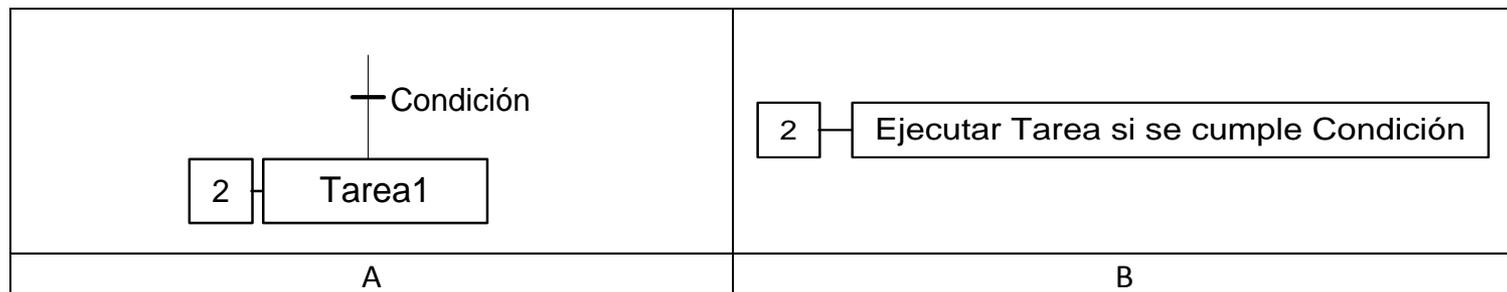
Elementos básicos: **Acciones**

- ▶ Cada acción se añade como una caja a la izquierda de la etapa a la que va asociada. Puede haber varias



Ejemplos de acciones continuas con la etapa

- ▶ Todas las acciones se ejecutan de forma concurrente al comenzar la etapa correspondiente
- ▶ Sin acción: etapa de espera
- ▶ Existen diferentes tipos de acciones:
 - ▶ **Acción condicionada:** Condiciona la acción de control a un evento



Elementos básicos: **Transiciones**

- ▶ Representan las posibles evoluciones del automatismo desde una o varias etapas a otras.
- ▶ **FRANQUEAR** una transición: pasar de tener una etapa activa a tener otra.
 - ▶ **Transición validada:** Cuando están activas las etapas que la anteceden.
 - ▶ **Transición franqueada:** Esta validada y es receptiva
- ▶ Las transiciones pueden identificarse mediante un número entre paréntesis junto a la transición (opcional).
- ▶ Las transiciones tienen asociadas receptividades.

Elementos básicos: **Receptividades**

- ▶ Se denomina receptividad a la función lógica que define la transición.
- ▶ Indican la condición que permiten que una transición pueda ser franqueada.
- ▶ Se formulan en base a combinaciones lógicas de señales (entradas, variables binarias internas etc.). Se puede usar:
 - ▶ La receptividad identidad (siempre es cierta): símbolo “1”
 - ▶ El estado de una etapa (X_n)
 - ▶ Flancos de señales
- ▶ La numeración de las receptividades es opcional.

<div style="text-align: center;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">2</div><div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">— ¿válvula abierta?</div></div>	<div style="text-align: center;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">2</div><div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">— S_1</div></div>	<div style="text-align: center;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">2</div><div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">— $S_1 \cdot X_1 \cdot \overline{S_3}$</div></div>	<div style="text-align: center;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">2</div><div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">— $\underline{1}$</div></div>	<div style="text-align: center;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">2</div><div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">— $S_1 \uparrow$</div></div>
A	B	C	D	E

Ejemplos de sintaxis válidas para receptividades

Elementos básicos: **Arcos**

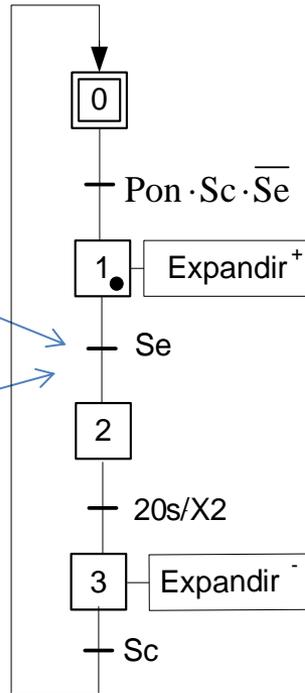
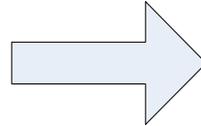
- ▶ Líneas orientadas que unen etapas con transiciones y viceversa.
- ▶ Los arcos dirigidos enlazan siempre vértices distintos:
 - ▶ Etapa + arco + transición + arco + etapa + ...
 - ▶ En ningún caso pueden unir dos etapas o dos transiciones.
- ▶ Normalmente la dirección de la unión es de arriba hacia abajo (no siendo preciso indicarlo)
 - ▶ Cuando el arco tiene sentido ascendente debe indicarse obligatoriamente con una flecha.

Evolución del grafcet

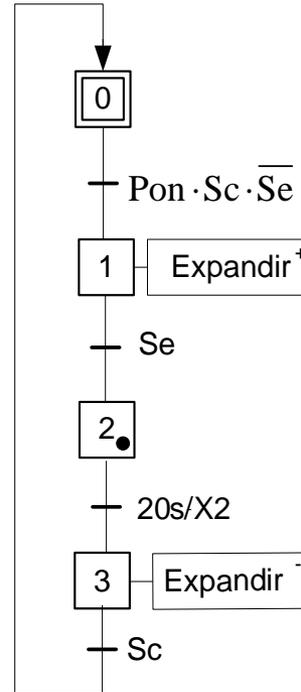
Transición receptiva $Se=1$

Transición validada $X1=1$

Maniobra de expansión de un cilindro



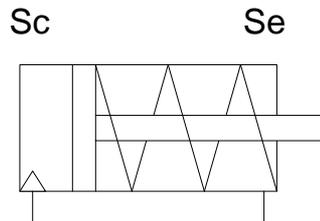
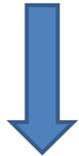
Cilindro expandiendo



Cilindro expandido (acción mantenida)

Comprimir = Expandir-

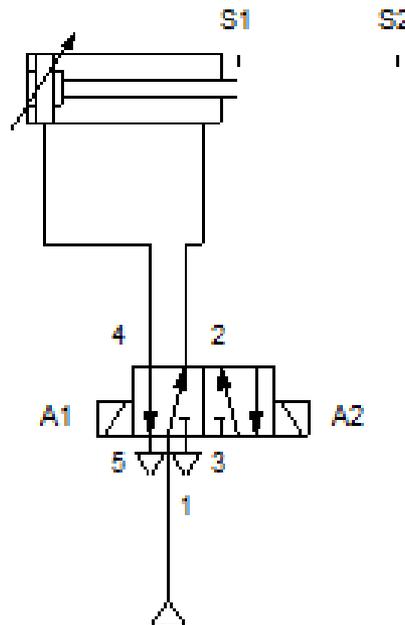
FRANQUEABLE



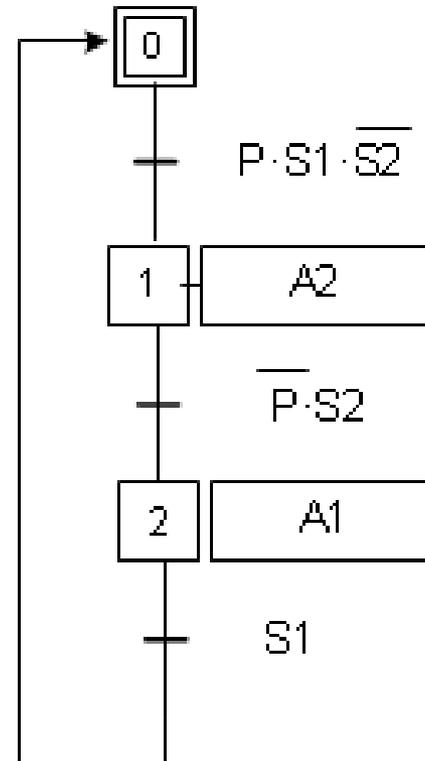
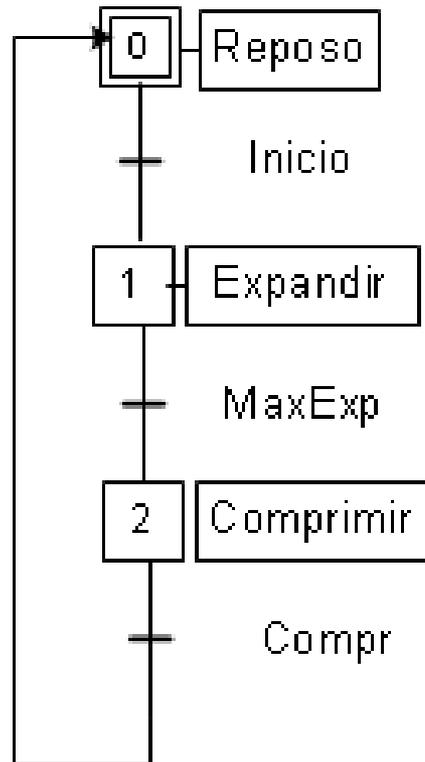
Expandir

Ejercicio 1: Práctica 1

Realizar un automatismo para el control de un cilindro de doble efecto con una electroválvula 5/2 biestable. Se dispone de un pulsador P y dos sensores de posición S1 y S2, que detectan la compresión y expansión del cilindro respectivamente. Al pulsar P se realizará un ciclo completo de expansión/compresión del cilindro. Para la compresión del cilindro, P debe estar desactivado



Ejemplo



S7

MAPEO:

A1	A	124.0
A2	A	124.1
S1	E	124.0
S2	E	124.1
P	E	124.2
X0	M	1.0
X1	M	1.1
X2	M	1.2

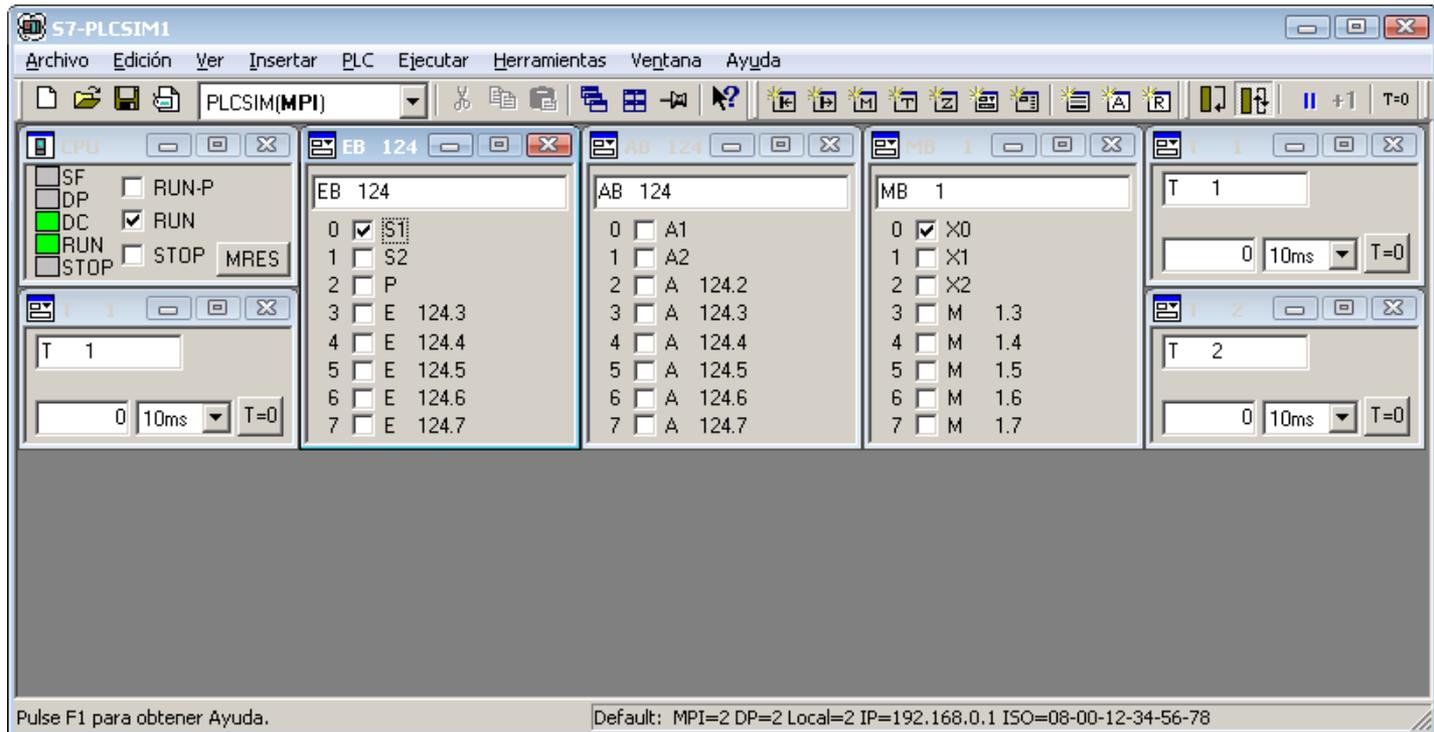
OB100:

SET
S "X0"
R "X1"
R "X2"

OB1:

U "X0"
U "P"
U "S1"
UN "S2"
R "X0"
S "X1"

U "X1"	U "X2"	U "X1"	U "X2"
UN "P"	U "S1"	= "A2"	= "A1"
U "S2"	R "X2"		
R "X1"	S "X0"		
S "X2"			



Implementación en S7-AWL

Reglas de oro

- ▶ A la hora de implementar un GRAFCET mediante lenguaje S7-AWL, se recomienda seguir las **reglas de oro**:

Un segmento por cada transición

Un segmento por cada acción

[Habrá más reglas cuando veamos temporizadores y contadores]

Ejercicio 1: S7 Tabla de símbolos

KOP/AWL/FUP - [OB1 -- S7_Pro1\Equipo SIMATIC 300\CPU312(1)]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Test Ver Herramientas Ventana Ayuda

Editor de símbolos - Programa S7(1) (Símbolos)

Tabla Edición Insertar Ver Herramientas Ventana Ayuda

Todos los símbolos

Programa S7(1) (Símbolos) -- S7_Pro1\Equipo SIMATIC 300\CPU312(1)

	Estado	Símbolo /	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		P	E 124.0	BOOL	Pulsador
2		S1	E 124.1	BOOL	Sensor S1
3		S2	E 124.2	BOOL	Sensor S2
4		A1	A 124.0	BOOL	Comprimir
5		A2	A 124.1	BOOL	Expandir
6		X0	M 1.0	BOOL	Estado 0
7		X1	M 1.1	BOOL	Estado 1
8		X2	M 1.2	BOOL	Estado 2
9					

Pulse F1 para obtener ayuda.

NUM

Ejercicio 1: S7 Inicialización

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface for a SIMATIC 300 CPU. The title bar indicates the project path: KOP/AWL/FUP - [OB100 -- S7_Pro1\Equipo SIMATIC 300\CPU312(1)]. The menu bar includes Archivo, Edición, Insertar, Sistema de destino, Test, Ver, Herramientas, Ventana, and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations and editing.

The left sidebar shows a project tree with the following items:

- Nuevo segmento
- Bloques FB
- Bloques FC
- Bloques SFB
- Bloques SFC
- Multiinstancias
- Librerías

The main workspace is divided into two panes. The top pane, titled 'Contenido de: 'Entorno\Interface'', shows a tree view with 'Interface' and a sub-item 'TEMP'. The bottom pane displays the configuration for OB100: "Complete Restart".

OB100 : "Complete Restart"

Comentario:

Segm. 1: Título:

Comentario:

SET			
S	"X0"	M1.0	-- Estado 0
R	"X1"	M1.1	-- Estado 1
R	"X2"	M1.2	-- Estado 2

Ejercicio 1: S7 Paso de X0 a X1, X1 a X2

KOP/AWL/FUP - [OB1 -- S7_Pro1\Equipo SIMATIC 300\CPU312(1)]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Test Ver Herramientas Ventana Ayuda

Contenido de: 'Entorno\Interface'

		Nombre
+		TEMP

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comentario:

Segm. 1 : Paso de X0 a X1

Comentario:

U	"X0"	M1.0	-- Estado 0
U	"p"	E124.0	-- Pulsador
R	"X0"	M1.0	-- Estado 0
S	"X1"	M1.1	-- Estado 1

Segm. 2 : Paso de X1 a X2

Comentario:

U	"X1"	M1.1	-- Estado 1
U	"p"	E124.0	-- Pulsador
U	"S1"	E124.1	-- Sensor S1
R	"X1"	M1.1	-- Estado 1
S	"X2"	M1.2	-- Estado 2

Ejercicio 1: S7 Paso de X2 a X1, y salidas

The screenshot shows the SIMATIC Manager interface. The title bar indicates the project path: KOP/AWL/FUP - [OB1 -- S7_Pro1\Equipo SIMATIC 300\CPU312(1)]. The menu bar includes Archivo, Edición, Insertar, Sistema de destino, Test, Ver, Herramientas, Ventana, and Ayuda. The left sidebar shows a project tree with folders for 'Nuevo segmento', 'Bloques FB', 'Bloques FC', 'Bloques SFB', 'Bloques SFC', 'Multiinstancias', and 'Librerías'. The main workspace displays the 'Contenido de: 'Entorno\Interface'' window, which lists the variable 'TEMP'. Below this, the ladder logic program is shown in three segments:

Segm. 3 : Paso de X2 a X1

Comentario:

U	"X2"	M1.2	-- Estado 2
UN	"P"	E124.0	-- Pulsador
U	"S2"	E124.2	-- Sensor S2
R	"X2"	M1.2	-- Estado 2
S	"X1"	M1.1	-- Estado 1

Segm. 4 : Comprimir

Comentario:

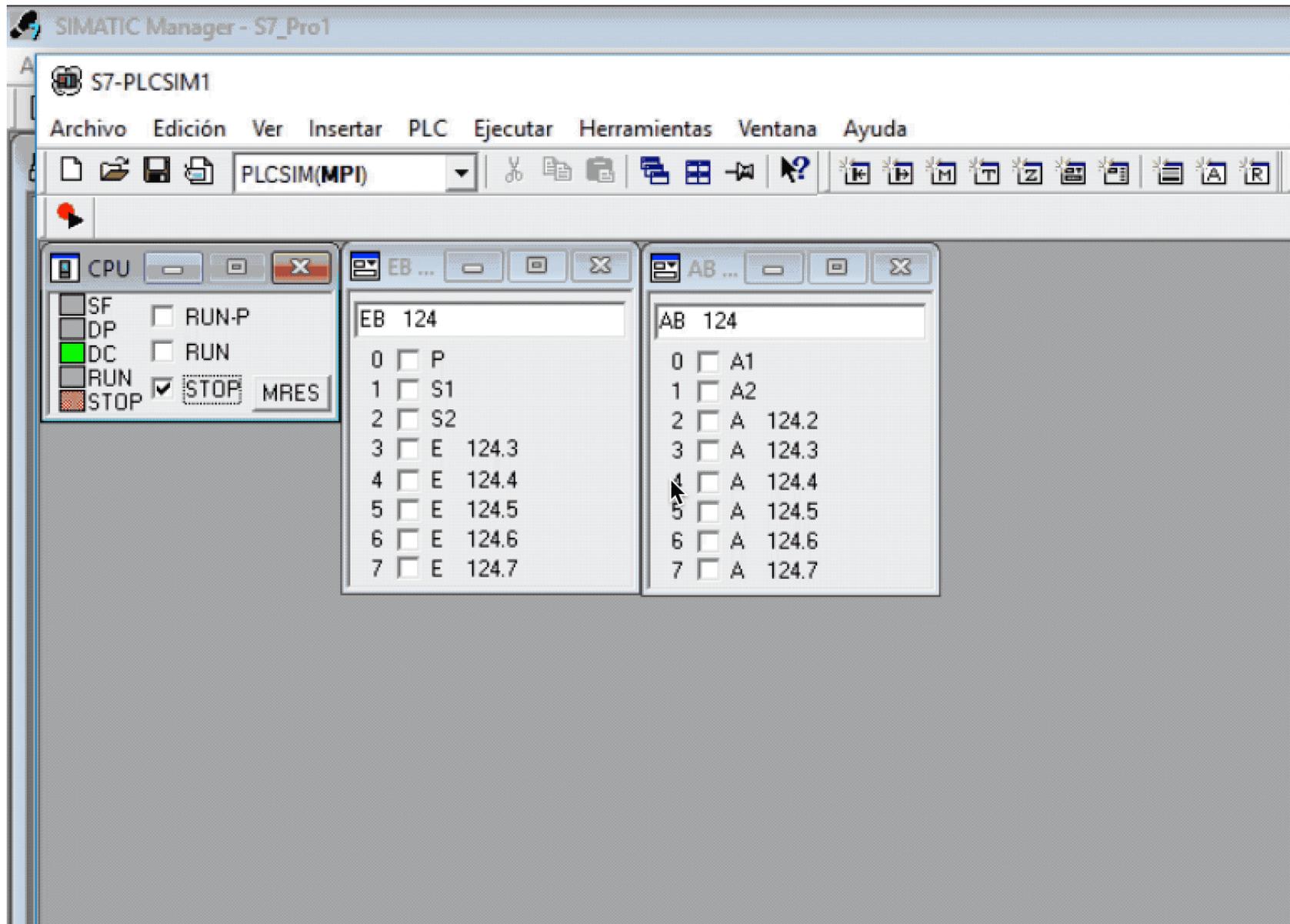
U	"X1"	M1.1	-- Estado 1
=	"A1"	A124.0	-- Comprimir

Segm. 5 : Expandir

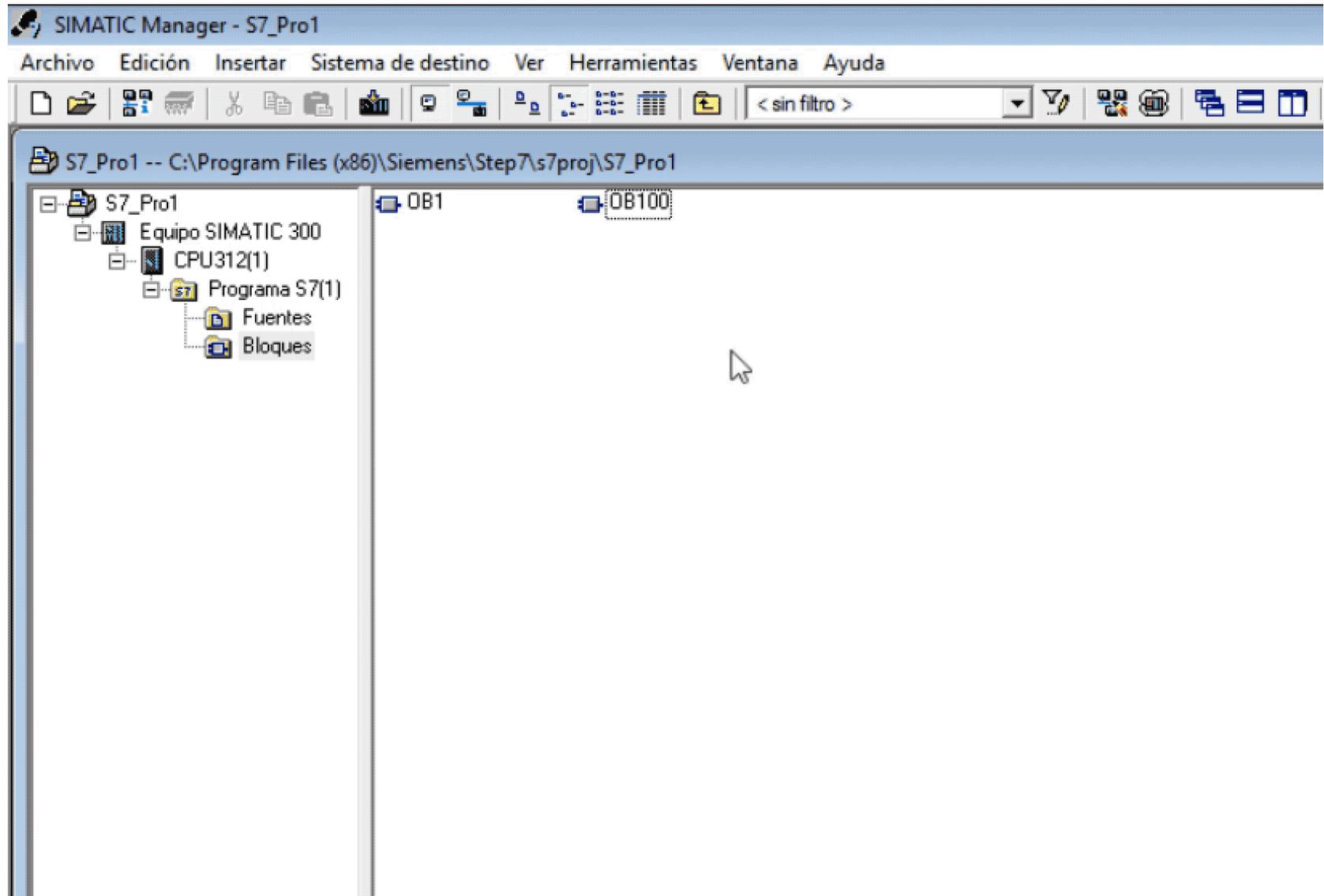
Comentario:

U	"X2"	M1.2	-- Estado 2
=	"A2"	A124.1	-- Expandir

Ejercicio 1: S7 Simulador

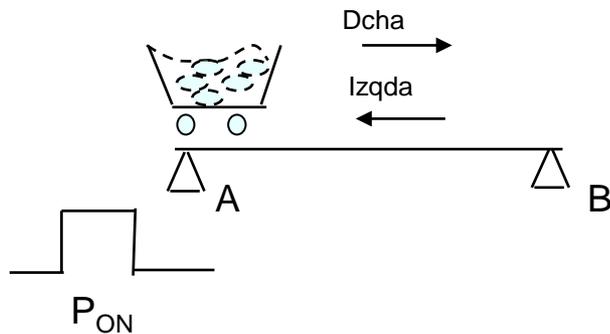


Ejercicio 1: S7 Simulador II



Ejercicio 2: Control de un carro

Dado un pulsador P_{ON} y un carro, el cual está inicializado siempre en posición de reposo (parado y en el A). Al pulsar P_{ON} el carro hace el ciclo de ir a la derecha, llegar al final de B y volver a posición inicial. Si en el ciclo, se vuelve a pulsar P_{ON} , no se modifica el comportamiento del ciclo, i.e. sólo es tenido en cuenta el pulsador cuando el carro está en reposo.

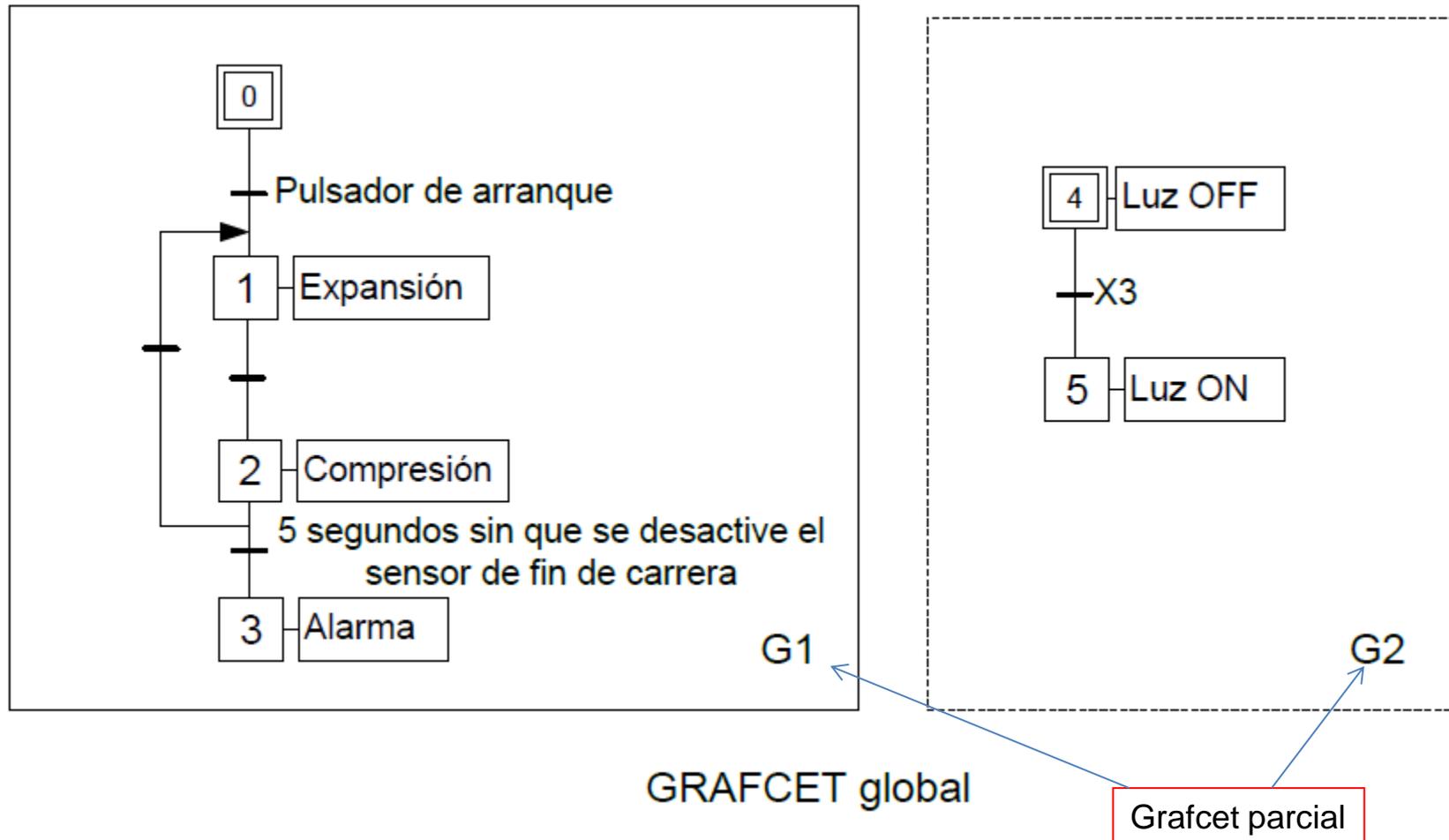


Entradas	Salidas

Estructuras fundamentales

Grafcet parciales

- ▶ Etapas fuentes-sumideras
- ▶ Rearme del autómata

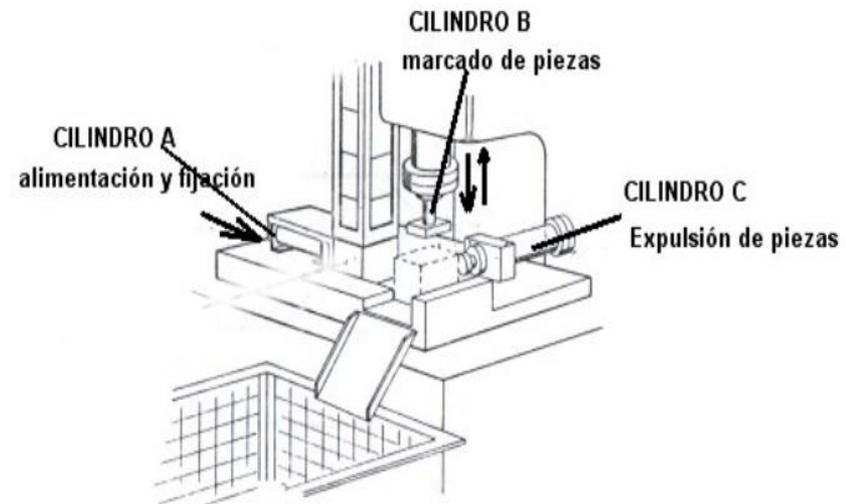


Examen marzo 18

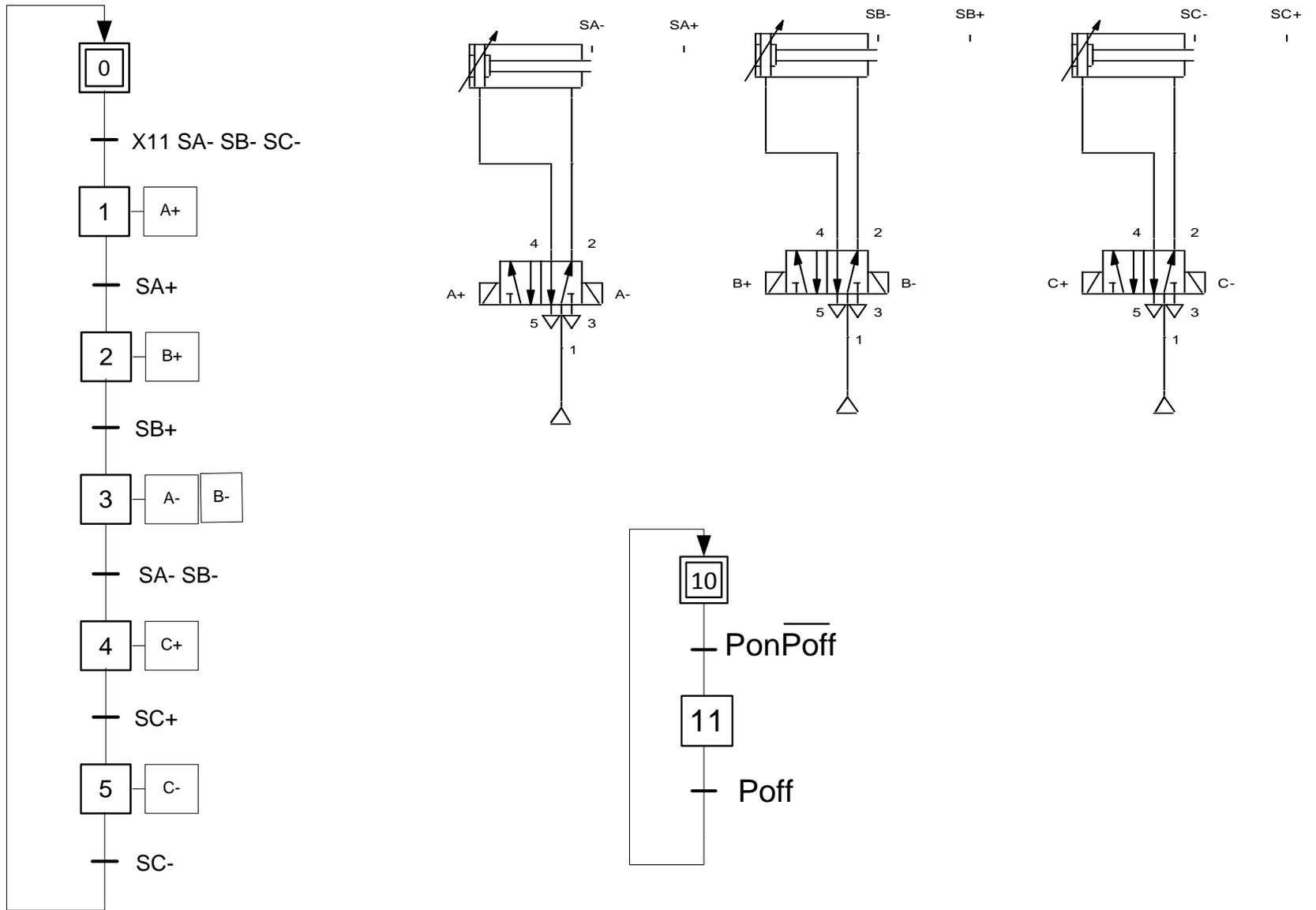
Se desea diseñar un sistema de estampado. Las piezas se posicionan en una torre, y estas caen por gravedad hacia donde está el **cilindro A**, el cual va a realizar la función de alimentar y fijar las piezas (**A+**), para que el **cilindro B**, el cual realiza el marcado, se expanda y marque a la pieza (**B+**). Luego de marcar la pieza, el **cilindro B** se comprime (**B-**), y simultáneamente lo hace también el **cilindro A** (**A-**). Por último, el **cilindro C**, encargado de la función de expulsión de las piezas, se expande (**C+**) para retirar las piezas hacia el siguiente proceso, y una vez hecho se retrae (**C-**). Se dispone de una botonera de MARCHA-PARO. Al pulsar PON, el ciclo descrito se realiza indefinidamente. La activación de POFF termina el ciclo y para el proceso. Por último, todas las electroválvulas 5/2 son biestables. La expansión y compresión de los tres cilindros está sensorizada, y asignada a las etiquetas: **SA+, SA-, SB+, SB-, SC+ y SC-**.

Se pide:

1. Esquema electro-neumático de los tres cilindros, indicando las señales de mando de las electroválvulas y los sensores.
2. Grafect de nivel II.
3. Implementación en S5: mapeo de entradas/salidas/variables, OB21 y OB1.

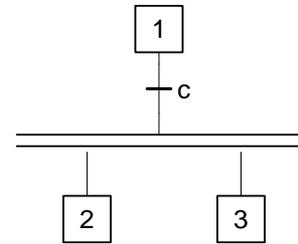
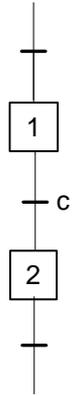


Examen marzo 18

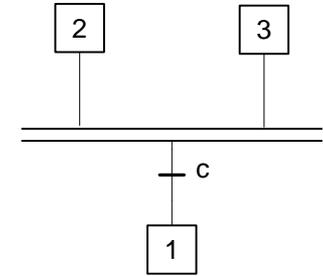


Estructuras lógicas fundamentales

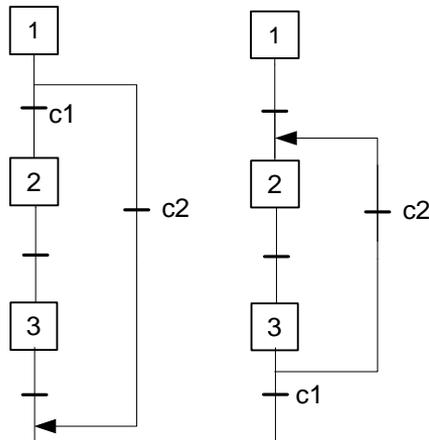
Secuencia
única



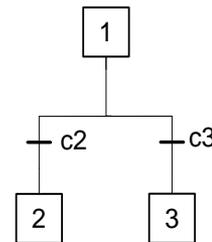
Divergencia
concurrente (Y)



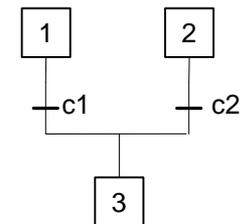
Convergencia
concurrente (Y)



Salto
(casos particulares de divergencia OR)

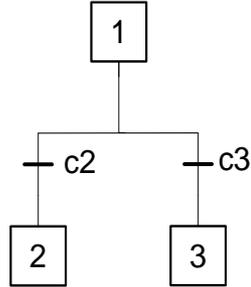


Divergencia
alternativa (OR)



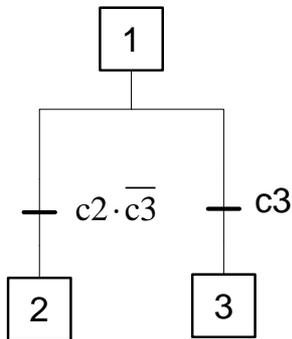
Convergencia
alternativa (OR)

Prioridad en estructuras OR

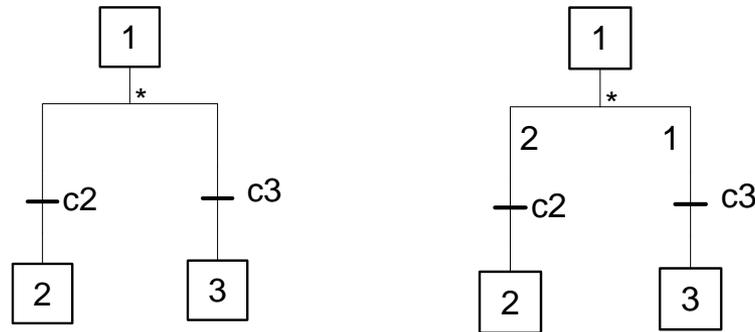


La estructura OR en su forma más simple no indica prioridad. Si es posible que $C2=C3=1$ simultáneamente, entonces existe un error de diseño.

SOLUCIONES

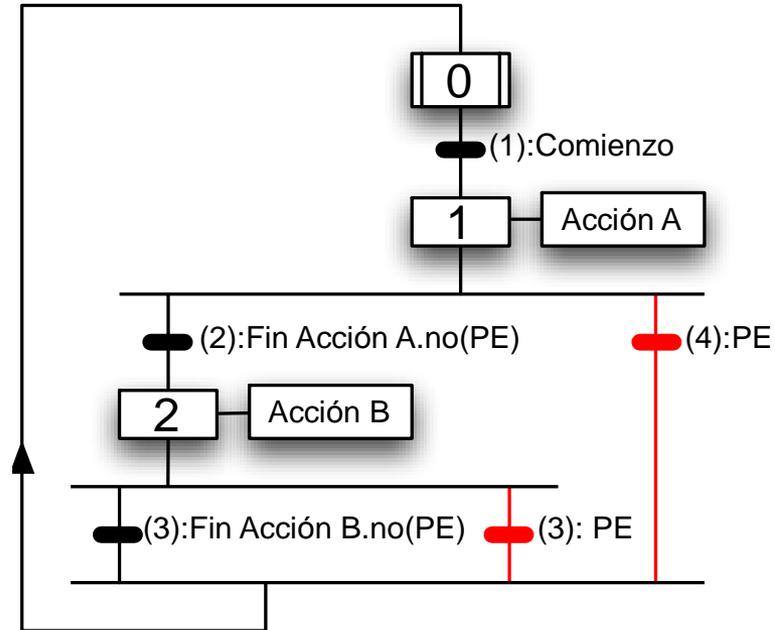


Modelado de prioridad en la receptividad



Norma IEC 61131-3

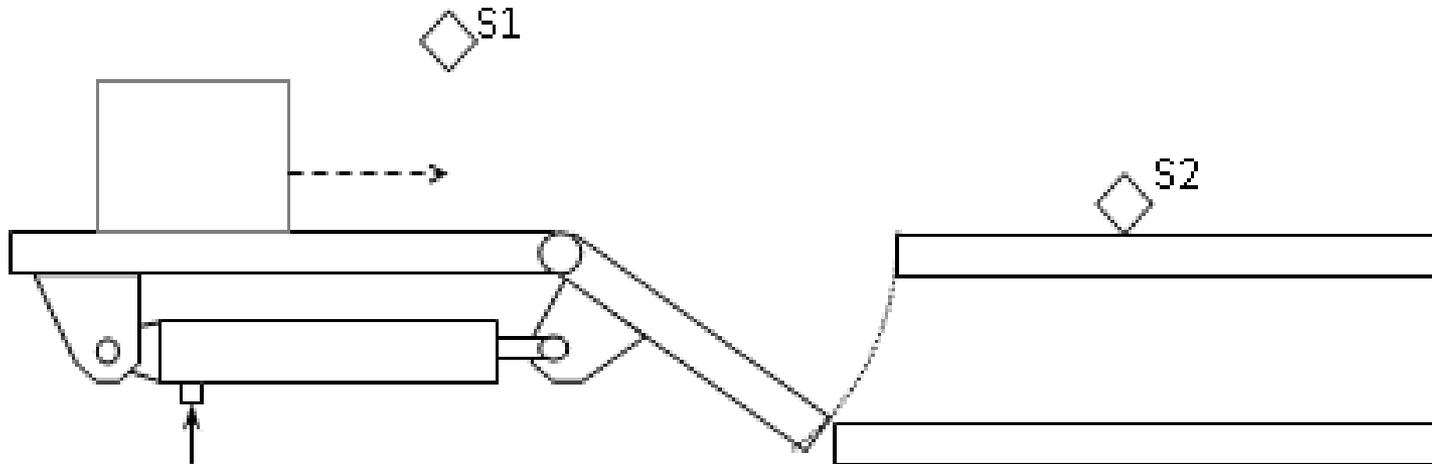
Prioridad con parada de emergencia



- ▶ En el funcionamiento normal se pasa de la etapa 1 a la 2 y se repite desde 0
- ▶ Si se pulsa parada de emergencia (PE) se pasa de inmediato a la etapa 0

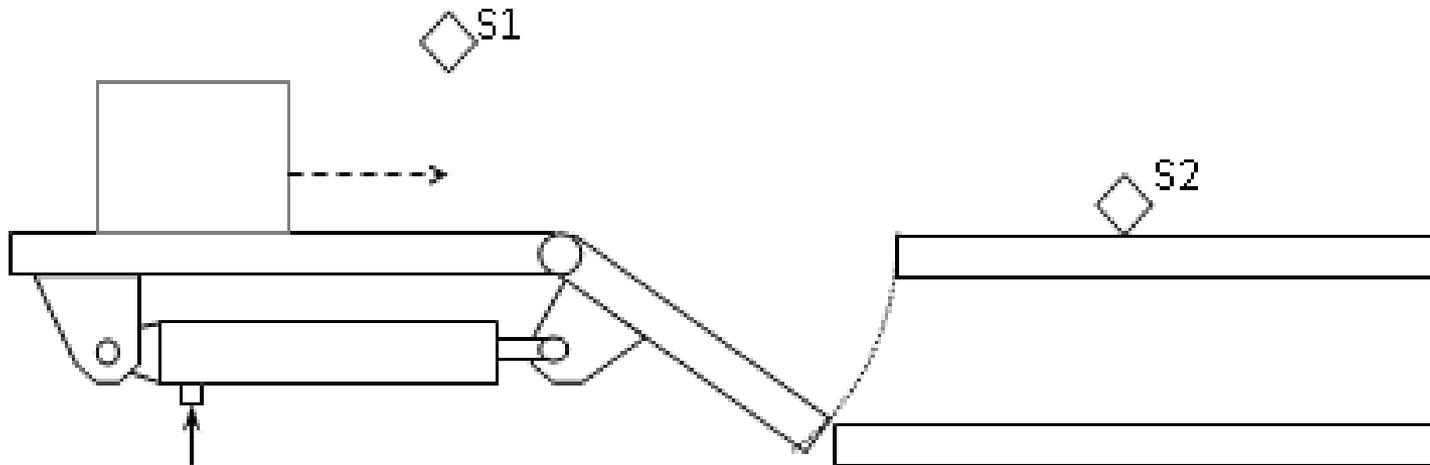
Ejercicio 3: Cinta transportadora (I)

- ▶ La presente figura representa una bifurcación en el plano vertical en una cinta transportadora. Para conseguir el movimiento del segmento del carril de la bifurcación se ha dispuesto de un cilindro neumático de simple efecto, controlado por una válvula monoestable pilotada eléctricamente.
- ▶ El sensor S1 es un sensor infrarrojo, dispuesto de tal forma que cuando las cajas entrantes superan una determinada altura, el sensor responderá con 24 V, mientras que estará fijando una señal de 0V en cualquier otro caso (cajas más pequeñas o ninguna). El sensor capacitivo de presencia S2 detecta, en el carril superior, que la caja ya ha salido completamente de la bifurcación. S2 está situado al final del carril móvil. El automatismo funciona de la siguiente manera:

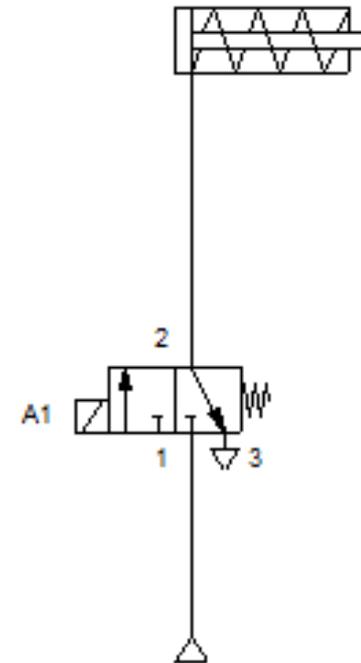
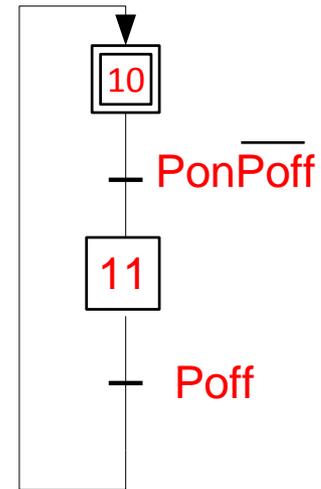
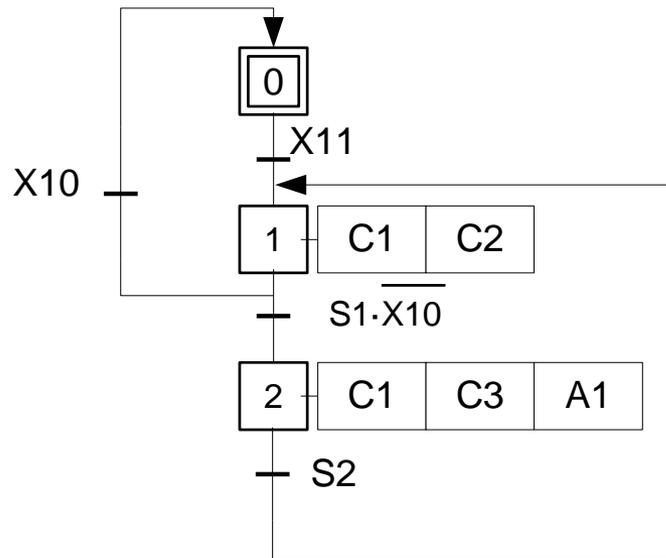


Ejercicio 3: Cinta transportadora (II)

- ▶ La posición de reposo es la indicada en la figura. Siempre que se detecte una caja en S1 (es decir, una caja alta) se desviará al carril superior y por tanto deberá permanecer en esta posición hasta detectar que la caja ha salido (S2). Las cajas discurren por las cintas con bastante espacio entre ellas, no dándose nunca la situación de que dos cajas puedan estar a la vez en la bifurcación. Al sistema se le añaden dos pulsadores, uno de inicio y otro de parada. Al pulsar el botón de inicio, el sistema moverá las cintas transportadoras C1 y C2 o C1 y C3 según el tamaño de las cajas. Si se pulsa el botón de parada, las cintas se pararán pero asegurándose que no se queda ninguna caja alta en la bifurcación.



Grafcet (nivel 2)



Resolución S7

Símbolo Dirección Tipo de datos Comentario

A1	A 124.3	BOOL	
C1	A 124.0	BOOL	
C2	A 124.1	BOOL	
C3	A 124.2	BOOL	
Inicio	E 124.0	BOOL	
Parada	E 124.1	BOOL	
S1	E 124.2	BOOL	
S2	E 124.3	BOOL	
X0	M 1.0	BOOL	
X1	M 1.1	BOOL	
X10	M 1.3	BOOL	
X11	M 1.4	BOOL	
X2	M 1.2	BOOL	

Bloque: OB100

Segm.: 1 Reposo

SET

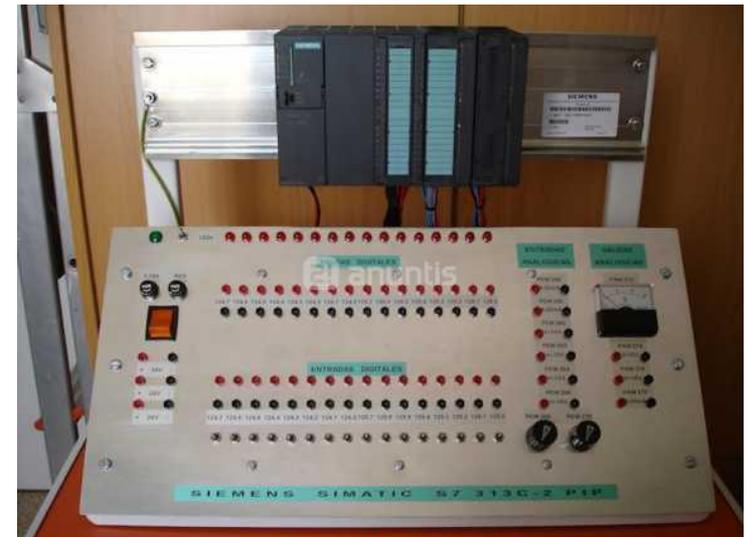
S "X0"

S "X10"

R "X1"

R "X2"

R "X11"



Resolución S7

Bloque: OB1

Segm.: 1 Etapa 0->1

U "X0"
U "X11"
R "X0"
S "X1"

Segm.: 2 Etapa 1->0

U "X1"
U "X10"
R "X1"
S "X0"

Segm.: 3 Etapa 1->2

U "X1"
UN "X10"
U "S1"
R "X1"
S "X2"

Segm.: 4 Etapa 2 -> 1

U "X2"
U "S2"
R "X2"
S "X1"

Segm.: 5 Etapa de 10-> 11

U "X10"
U "Inicio"
UN "Parada"
R "X10"
S "X11"

Segm.: 6 Etapa 11->10

U "X11"
U "Parada"
R "X11"
S "X10"

Segm.: 7 Activación de C1 en X1 o X2

O "X1"
O "X2"
= "C1"



Actividades en
varias etapas

Segm.: 8 Activación de C2

U "X1"
= "C2"

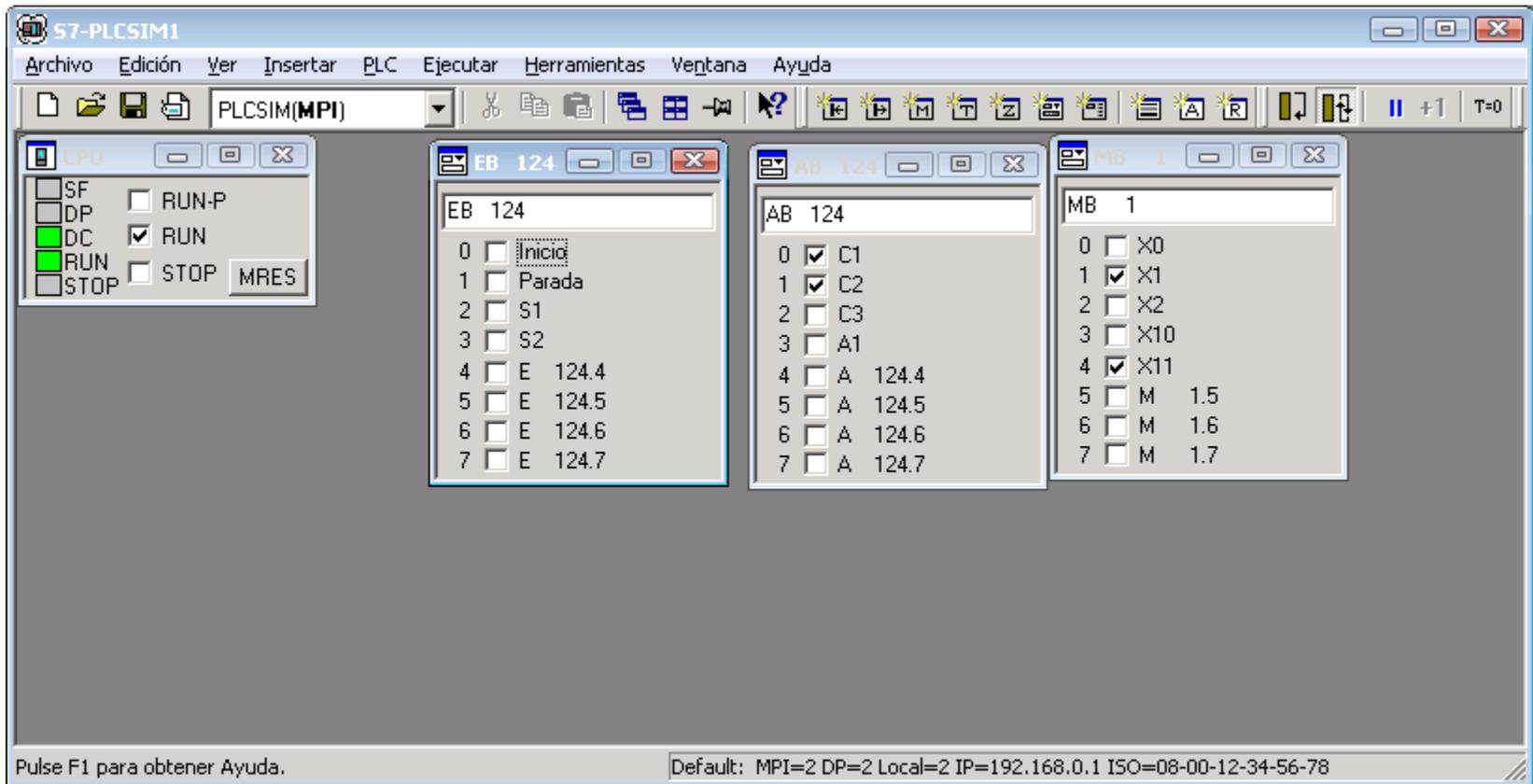
Segm.: 9 Activación C3

U "X2"
= "C3"

Segm.: 10 Activación A1

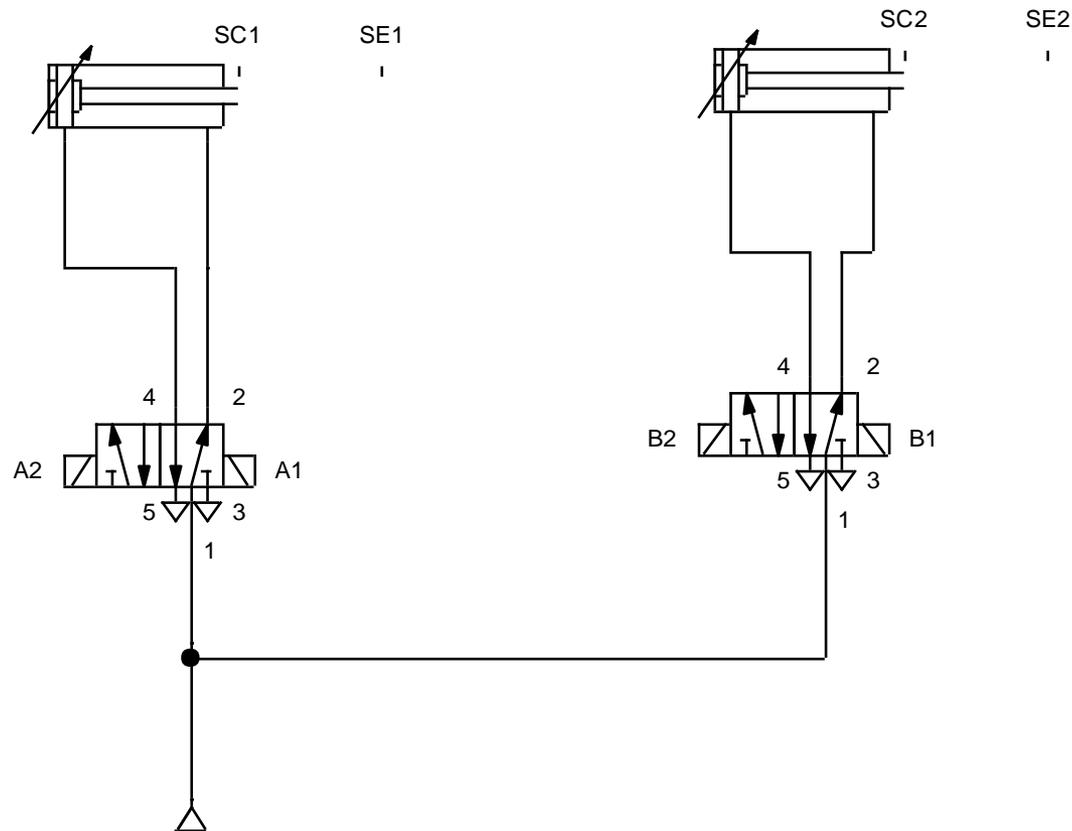
U "X2"
= "A1"

Simulador



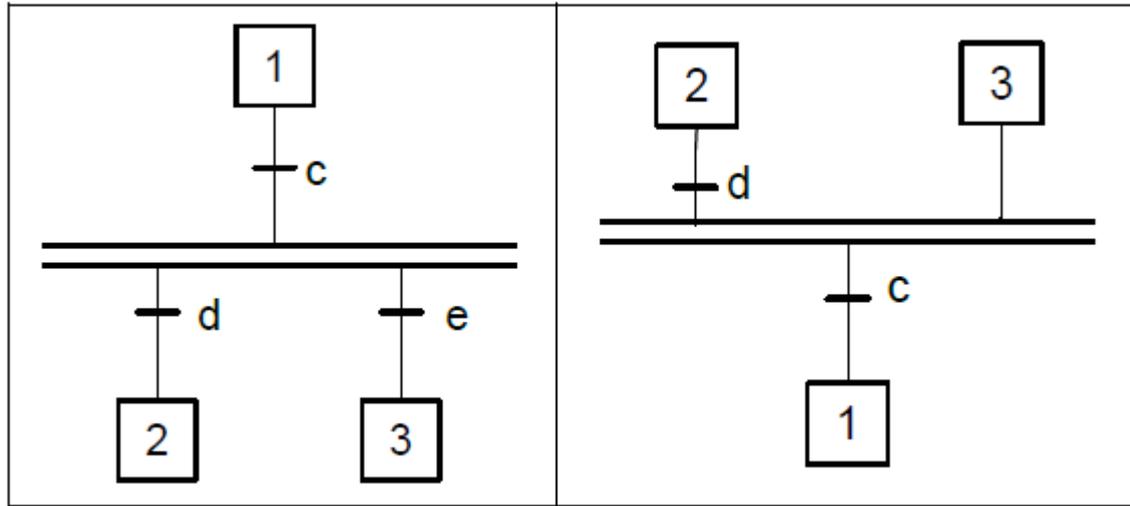
Ejercicio propuesto (práctica 1)

Modelado graficet e implementación en STEP 5 del control de dos cilindros de doble efecto con pulsador de arranque (PON) y parada (POFF). La secuencia completa del ciclo debe ser EXPANSION1-EXPANSIÓN2-COMPRESIÓN1-COMPRESIÓN2.



Divergencia concurrente (Y)

► Errores de sintaxis



► Recomendación de diseño:

- Toda divergencia acaba en una convergencia

Reglas de evolución

Reglas de evolución

▶ I-Regla de inicio

- ▶ *El arranque del sistema supone la activación de todas las etapas iniciales y solamente éstas*

▶ II-Regla de evolución de una transición

- ▶ *Una transición franqueable debe ser inmediatamente franqueada*

▶ III- Regla de evolución de las etapas activas:

- ▶ *El franqueo de una transición supone la activación simultánea de todas las etapas inmediatamente posteriores y desactivación simultánea de todas las etapas inmediatamente anteriores*

▶ IV-Regla de franqueamiento simultáneo

- ▶ *Todas las transiciones franqueables se franquearán inmediata y simultáneamente*

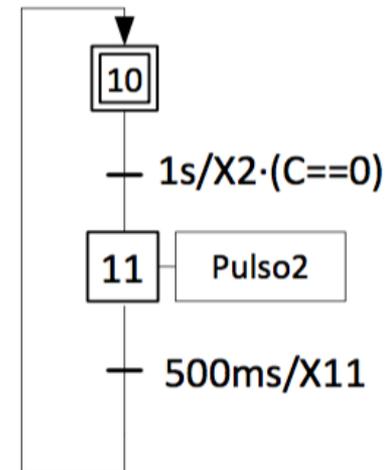
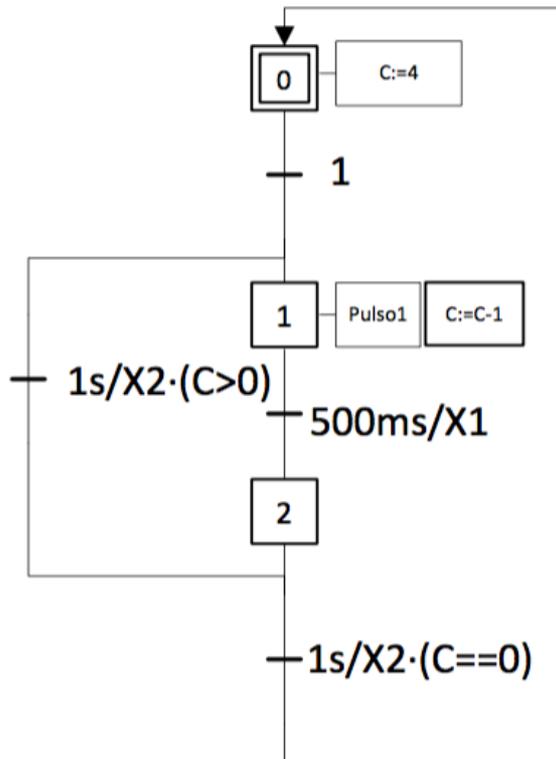
▶ V-Regla de prioridad de etapa activa

- ▶ *Si la evolución de un GRAFCET (debido a las reglas anteriores) implica la activación y desactivación simultánea de una etapa, ésta deberá permanecer activa*

Reglas de evolución

► I-Regla de inicio

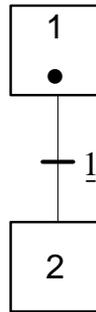
- *El arranque del sistema supone la activación de todas las etapas iniciales y solamente éstas*



Reglas de evolución

▶ II-Regla de evolución de una transición

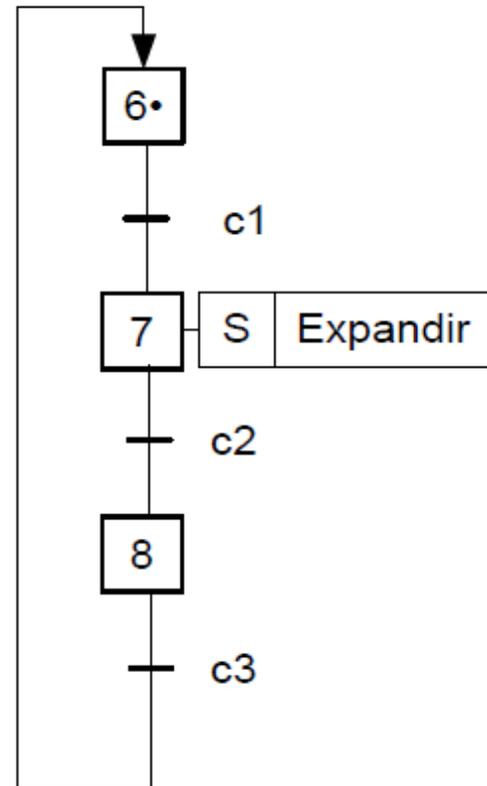
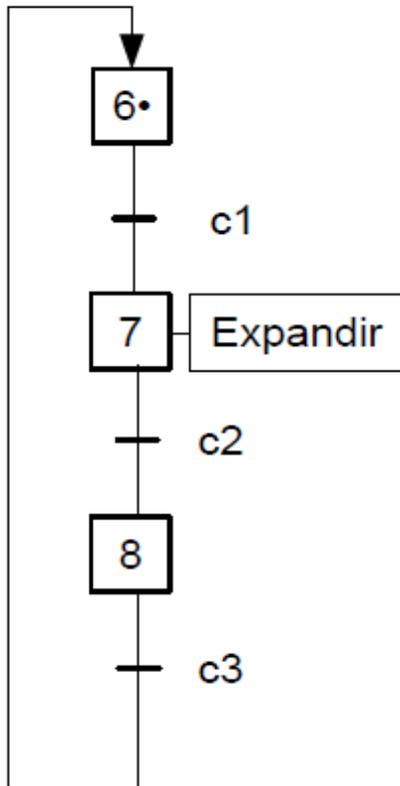
- ▶ *Una transición franqueable debe ser inmediatamente franqueada*



Estado prohibido: transición franqueable

Evolución fugaz

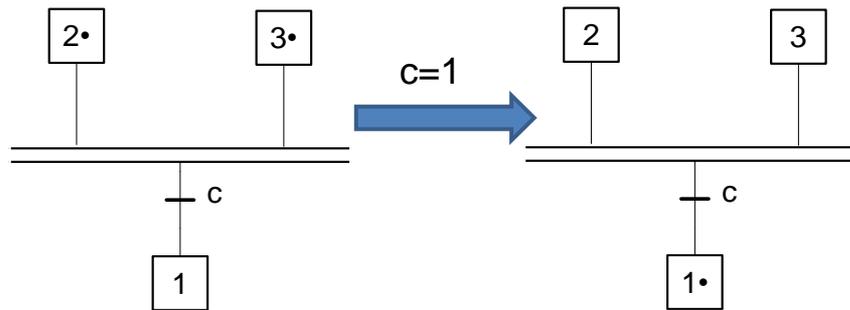
- ▶ Si $C1=C2=1$



Reglas de evolución

▶ III- Regla de evolución de las etapas activas

- ▶ *El franqueo de una transición supone la activación simultánea de todas las etapas inmediatamente posteriores y desactivación simultánea de todas las etapas inmediatamente anteriores*

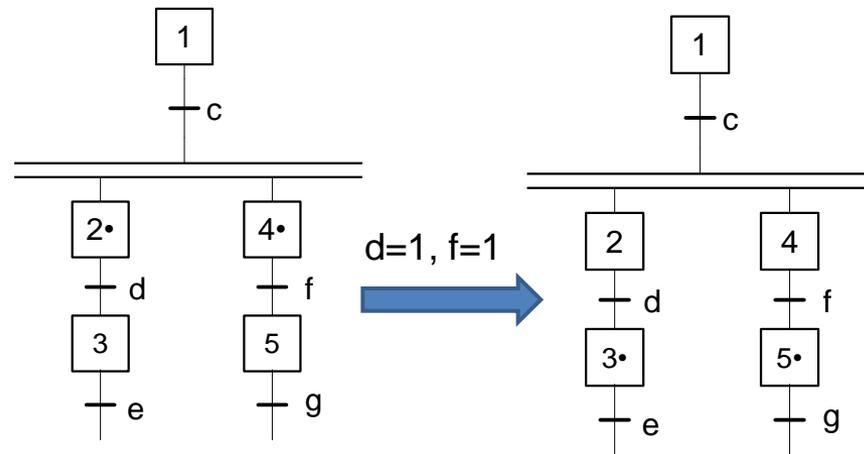


Franqueamiento habitual ($c=1$)

Reglas de evolución

▶ IV-Regla de franqueamiento simultáneo

- ▶ *Todas las transiciones franqueables se franquearán inmediata y simultáneamente*

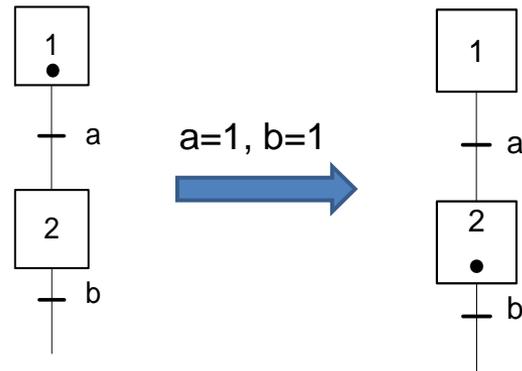


Franqueo simultáneo ($d=1, f=1$)

Reglas de evolución

► V-Regla de prioridad de etapa activa

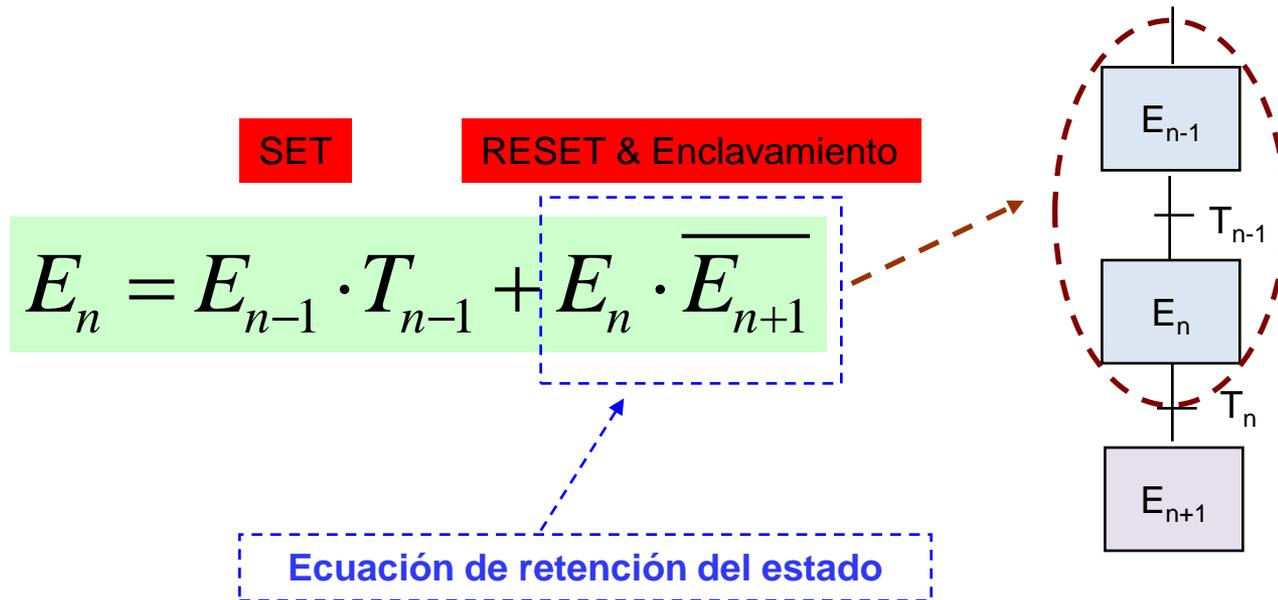
- *Si la evolución de un GRAFCET (debido a las reglas anteriores) implica la activación y desactivación simultánea de una etapa, ésta deberá permanecer activa*



Activación y Desactivación simultánea

Ecuación fundamental

Ecuación Fundamental

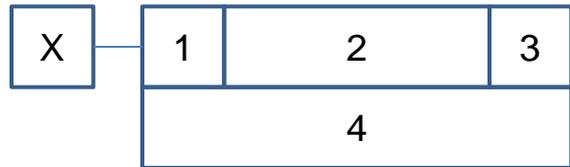


La etapa E_n se activará, si estando activada la etapa E_{n-1} se satisface la transición T_{n-1} . A partir de este instante permanecerá activada hasta que se active la E_{n+1}

Acciones especiales

Elementos básicos: **Acciones**

▶ Símbolo Normalizado (SFC)



▶ I:Calificador

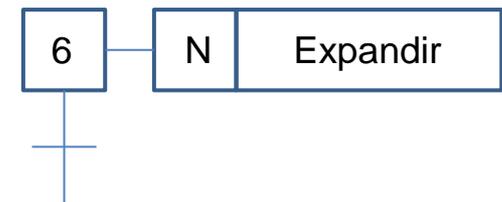
- ▶ N:Acción continua mientras dura la etapa ->
- ▶ S:Acción mantenida (SET)
- ▶ R: Desactivación de S (RESET)
- ▶ L: Acción limitada
- ▶ D:Acción retardada

▶ 2: Nombre

▶ 3: Indicador (Opcional)

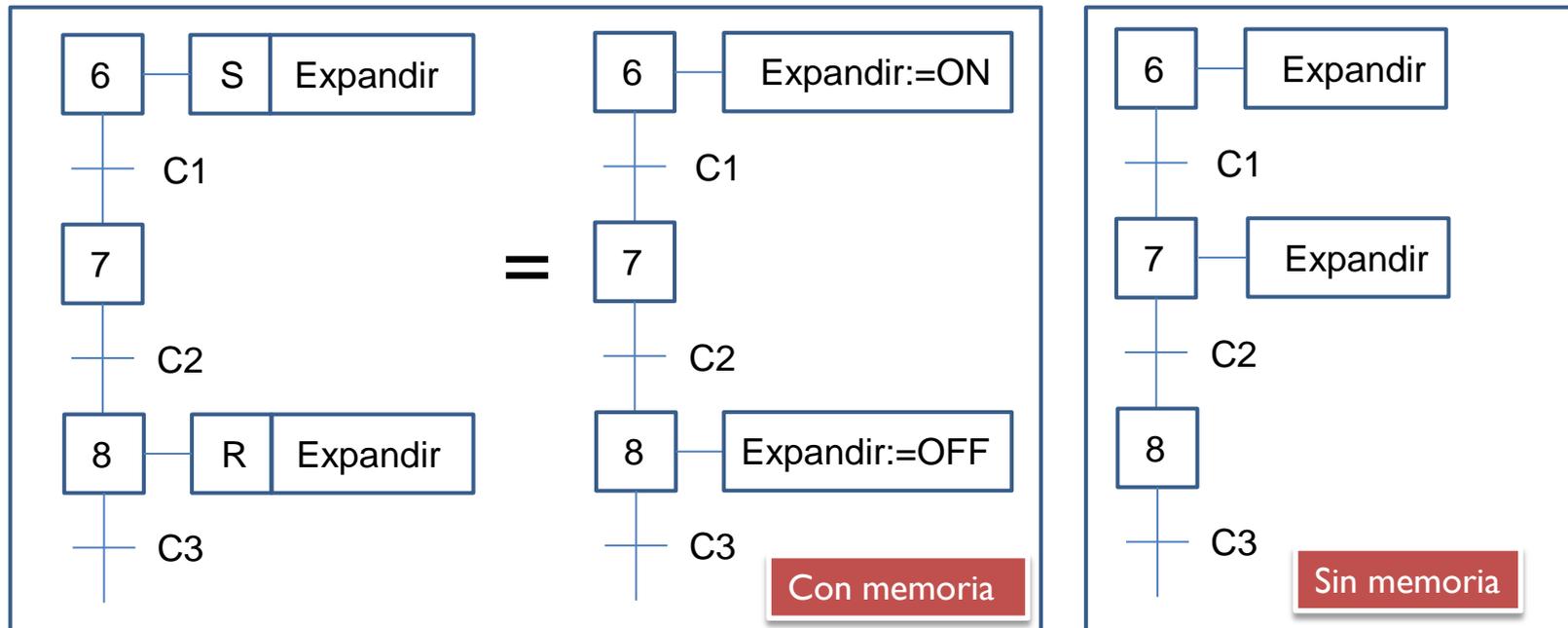
▶ 4: Contenido acciones complejas (Opcional)

Acción "normal"



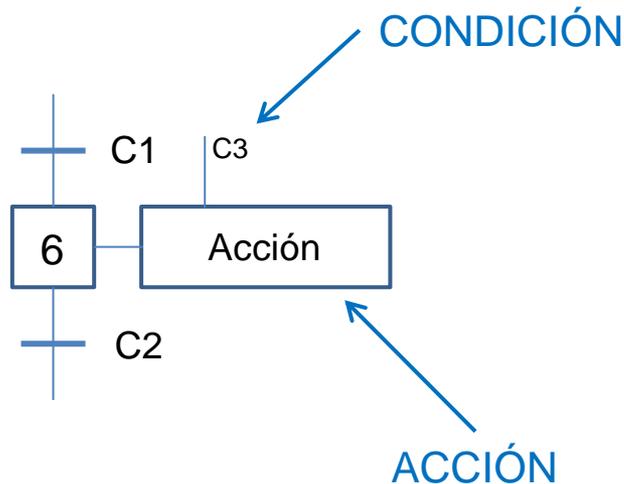
Acciones mantenidas (memorizadas)

- ▶ Por defecto, las acciones de un Grafcet solo se ejecutan si explícitamente así se indica.
- ▶ Cuando la etapa en la que se ejecuta la acción correspondiente deja de estar activa la acción dejará de ejecutarse.
- ▶ Es posible alterar este convenio mediante las acciones memorizadas
- ▶ **Inconveniente:** Para conocer el estado del automatismo no es suficiente con saber que etapa está activa, sino que es preciso saber su “historia”



Acciones condicionadas

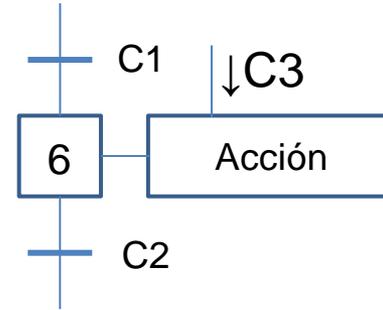
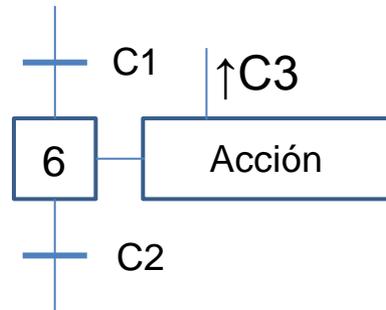
- ▶ Permiten añadir una condición para la ejecución de una acción cuando su etapa asociada este activa.
- ▶ Se debe representar la condición junto con la acción
- ▶ Posibilidad de ambigüedad en acciones memorizadas (no habría cambio en caso de que la condición dejase de ser cierta)



El Motor sólo se activará si estando activa la etapa 1, se cumple la condición C1

Acciones condicionadas al evento

- ▶ La condición que permite que la acción se ejecute, incluye el **flanco** (cambio de estado) de alguna señal.
- ▶ Se representan mediante una flecha vertical, que será hacia arriba si se trata de un cambio de falso a verdadero (**flanco positivo**) o hacia abajo, si se trata de un cambio de verdadero a falso (**flanco negativo**).

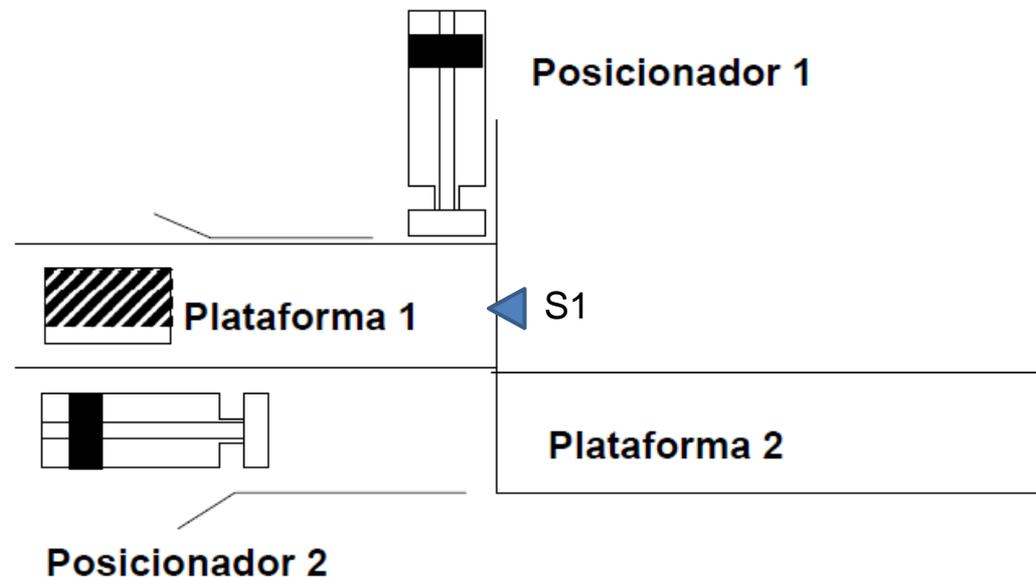


Ejercicios

8

Ejercicio 5: Posicionador (I)

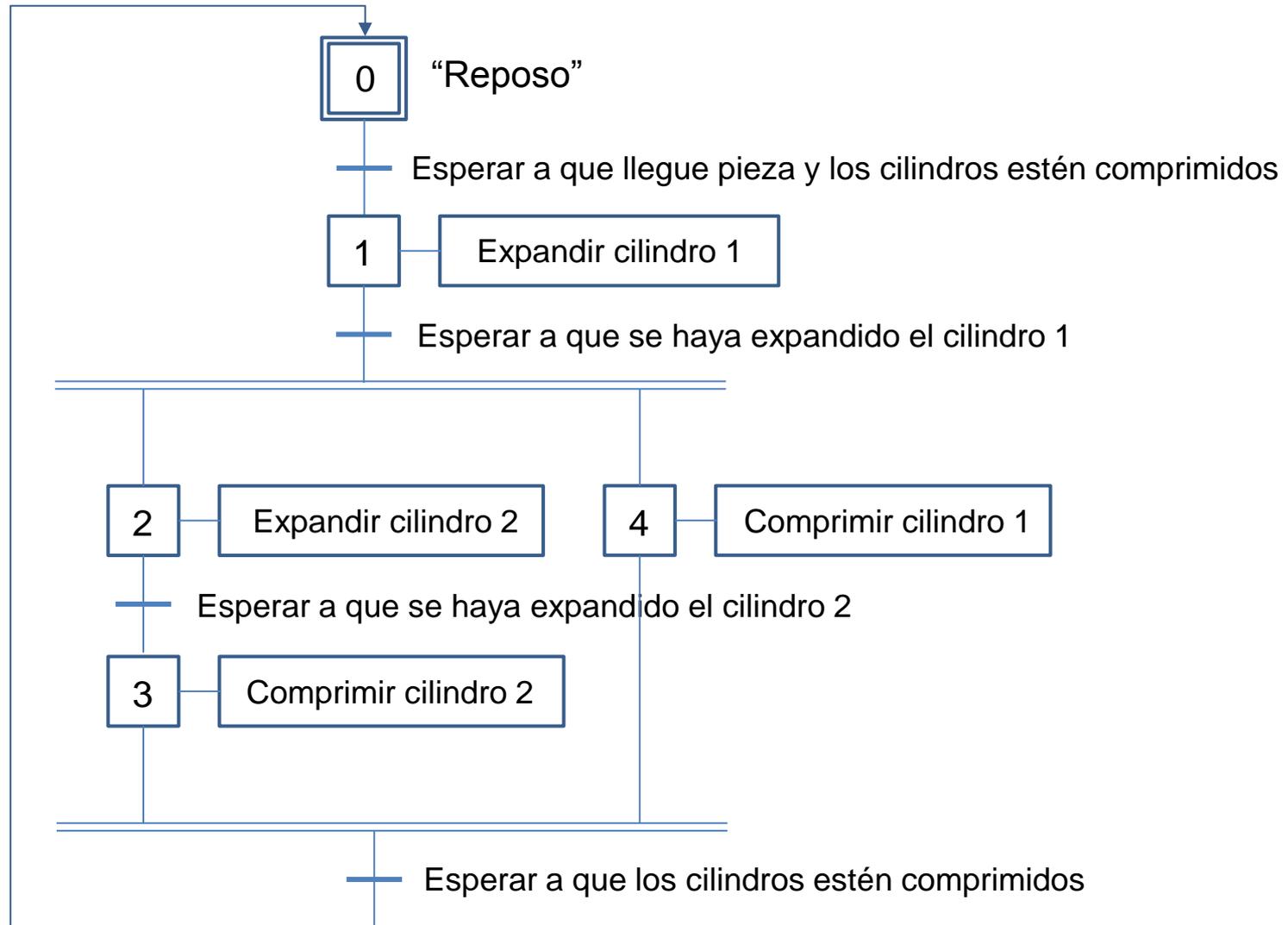
El esquema de la figura representa un sistema de transferencias de piezas. El dispositivo efectúa la transferencia de piezas sobre dos plataformas diferentes. Desde que una pieza se presenta delante del posicionador 1, éste la envía delante del posicionador 2 que, situado perpendicularmente, transfiere dicha pieza sobre la plataforma de evacuación.



a1,a2, b1, b2: sensores de posición de los cilindros;
S1: detección de caja en posicionador 1

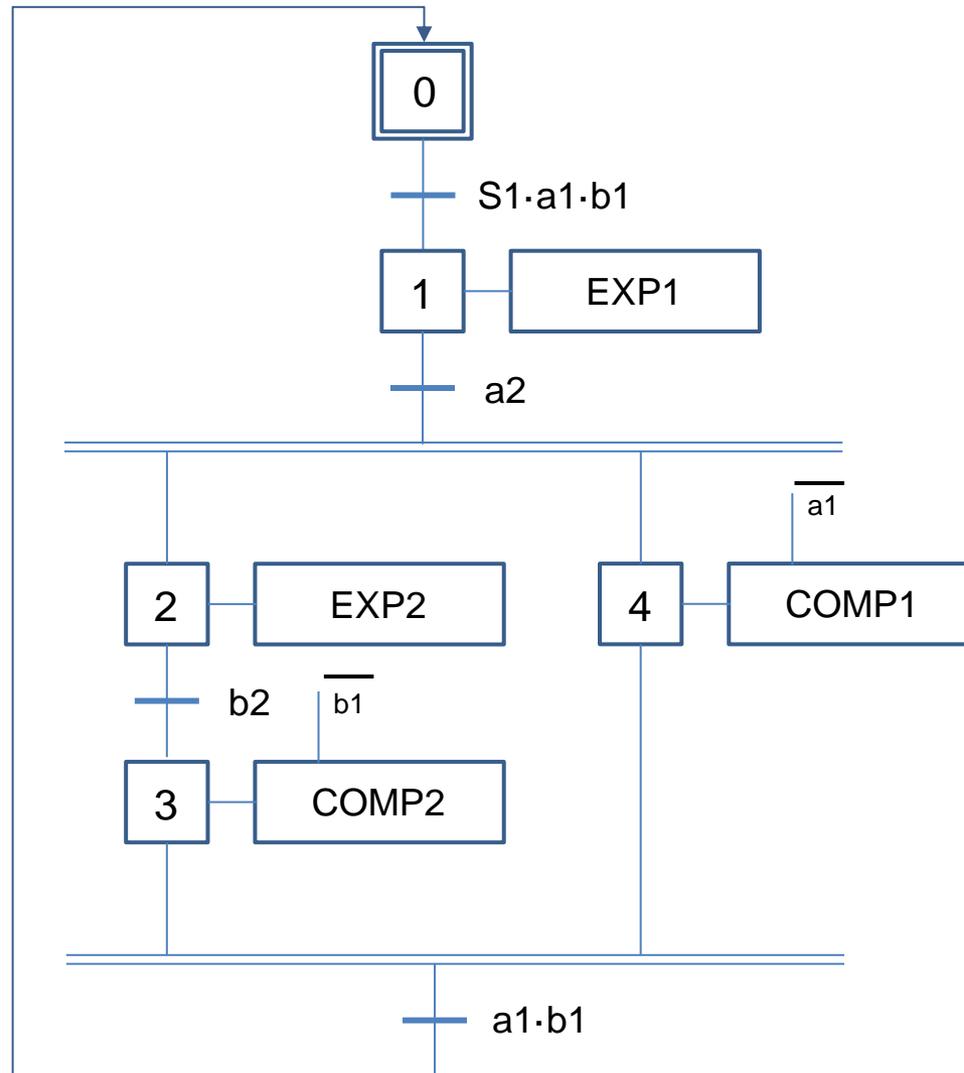
Ejercicio 5: Posicionador (II)

GRAFSET Nivel 1



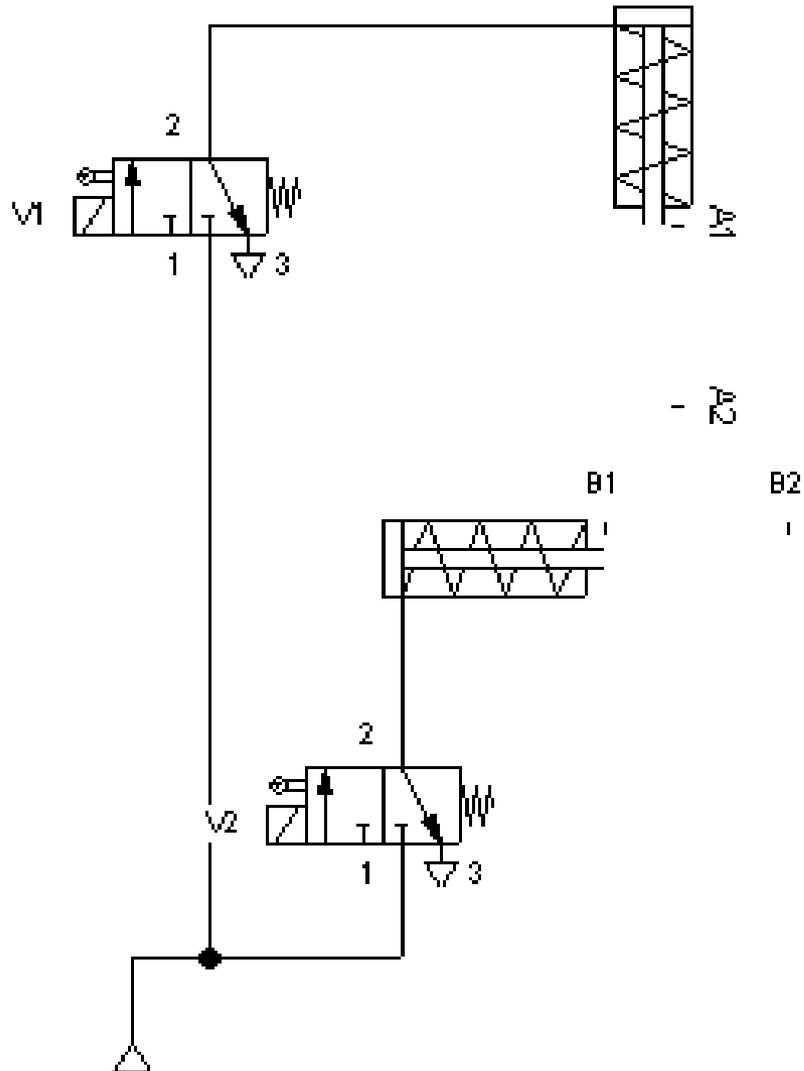
Ejercicio 5: Posicionador (III)

GRAFNET Nivel 2



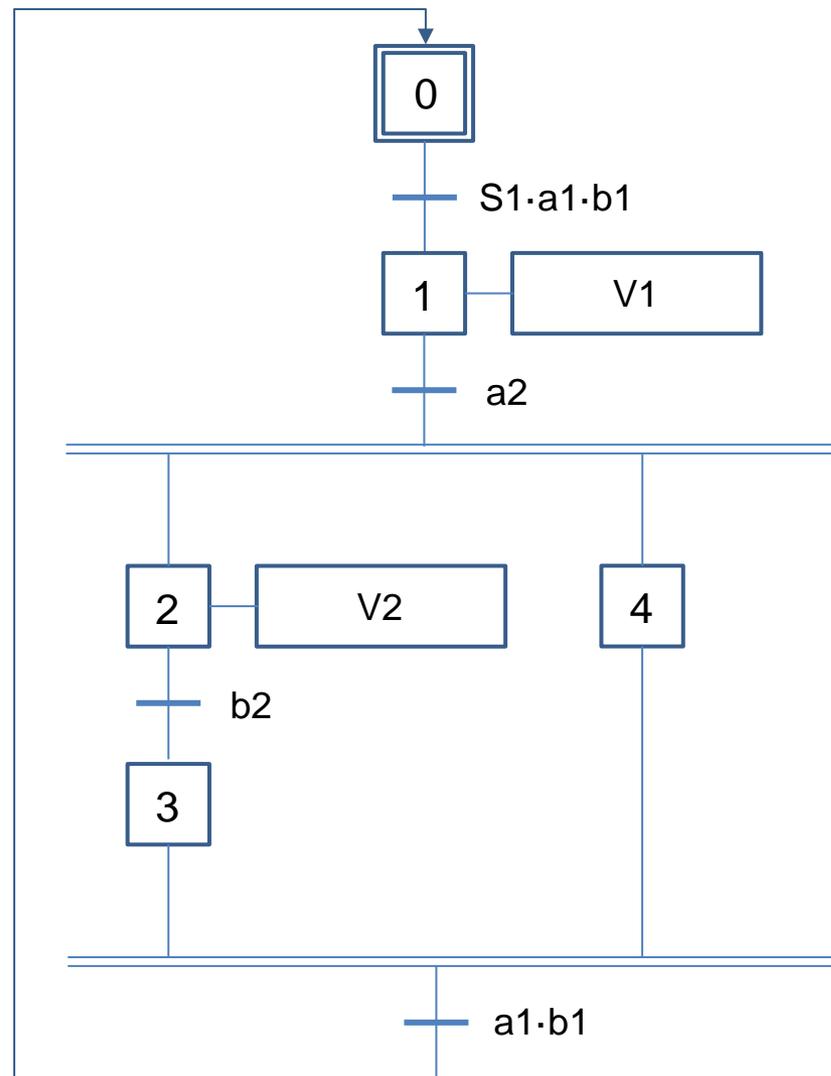
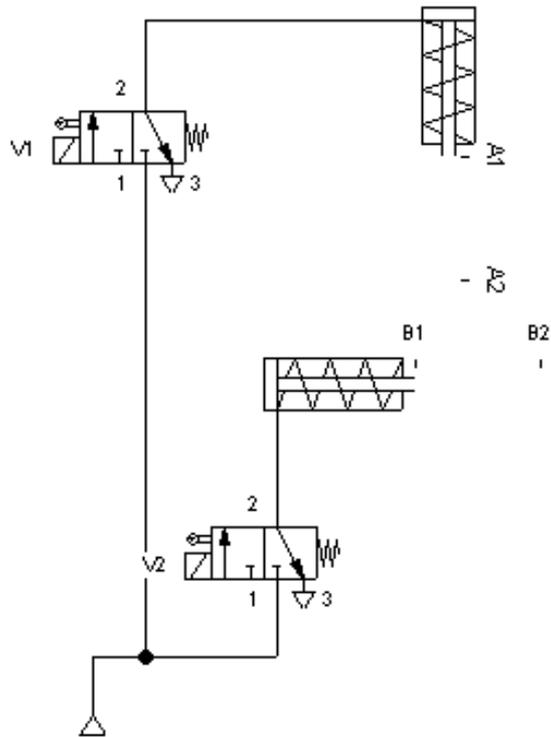
Ejercicio 5: Posicionador (III)

GRAFSET Nivel 3



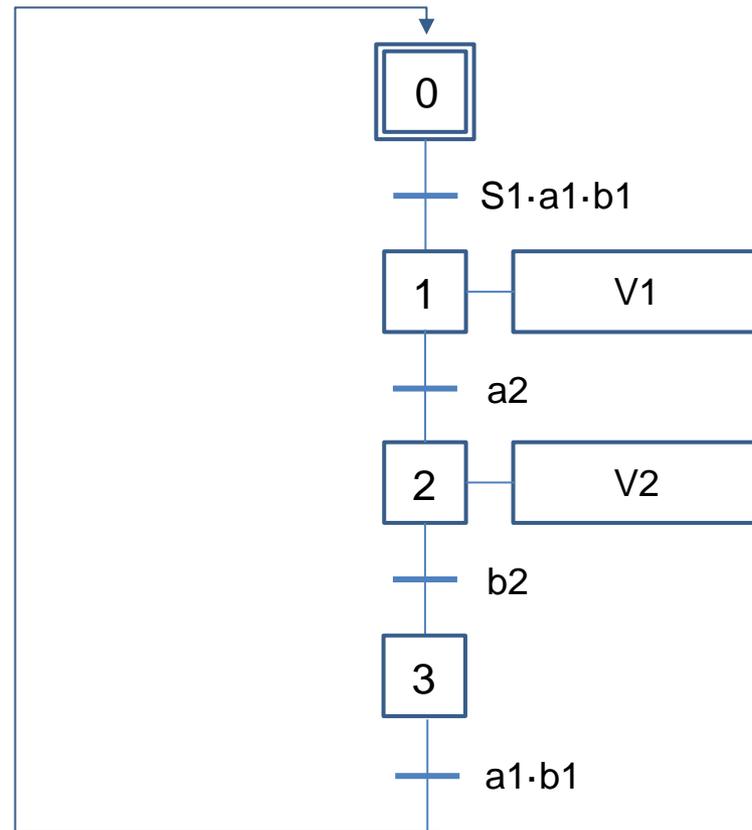
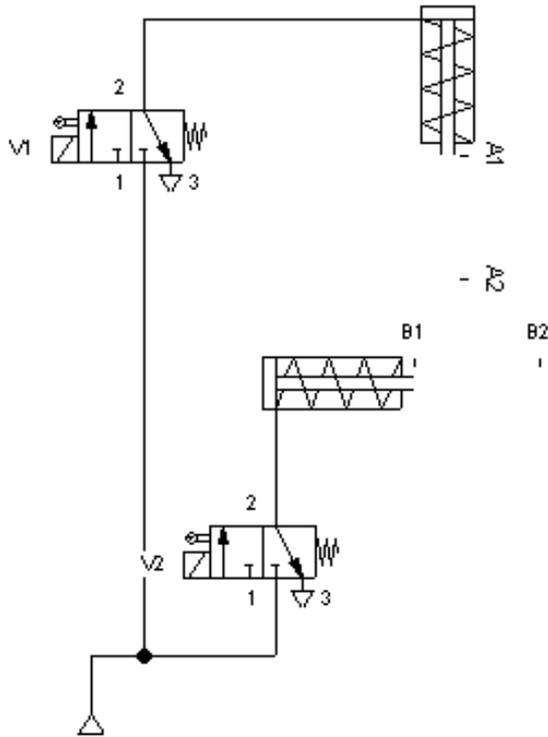
Ejercicio 5: Posicionador (IV)

GRAFSET Nivel 3



Ejercicio 5: Posicionador (VI)

GRAFSET Nivel 3



Ejercicio 5: Posicionador (V)

S7: Tabla de símbolos y OB100

A1	E	124.0	BOOL
A2	E	124.1	BOOL
B1	E	124.2	BOOL
B2	E	124.3	BOOL
S1	E	124.4	BOOL
V1	A	124.0	BOOL
V2	A	124.1	BOOL
X0	M	1.0	BOOL
X1	M	1.1	BOOL
X2	M	1.2	BOOL
X3	M	1.3	BOOL
X4	M	1.4	BOOL
X5	M	1.5	BOOL

OB100
SET
S "X0"
R "X1"
R "X2"
R "X3"
R "X4"
R "X5"

Ejercicio 5: Posicionador (VI)

S7: OB1

Segm.: 1 De 0 -> 1

U "X0"
U "S1"
U "A1"
U "B1"
R "X0"
S "X1"

Segm.: 2 De 1 a 2 y 4

U "X1"
U "A2"
R "X1"
S "X2"
S "X4"

Segm.: 3 De 2 a 3

U "X2"
U "B2"
R "X2"
S "X3"

Segm.: 4 De 3 y 4 a 5

U "X3"
U "X4"
U "A1"
U "B1"
R "X3"
R "X4"
S "X5"

Segm.: 5 De 5 a 1

U "X5"
U "A1"
U "B1"
U "S1"
R "X5"
S "X1"

Segm.: 6 Acción válvula 1

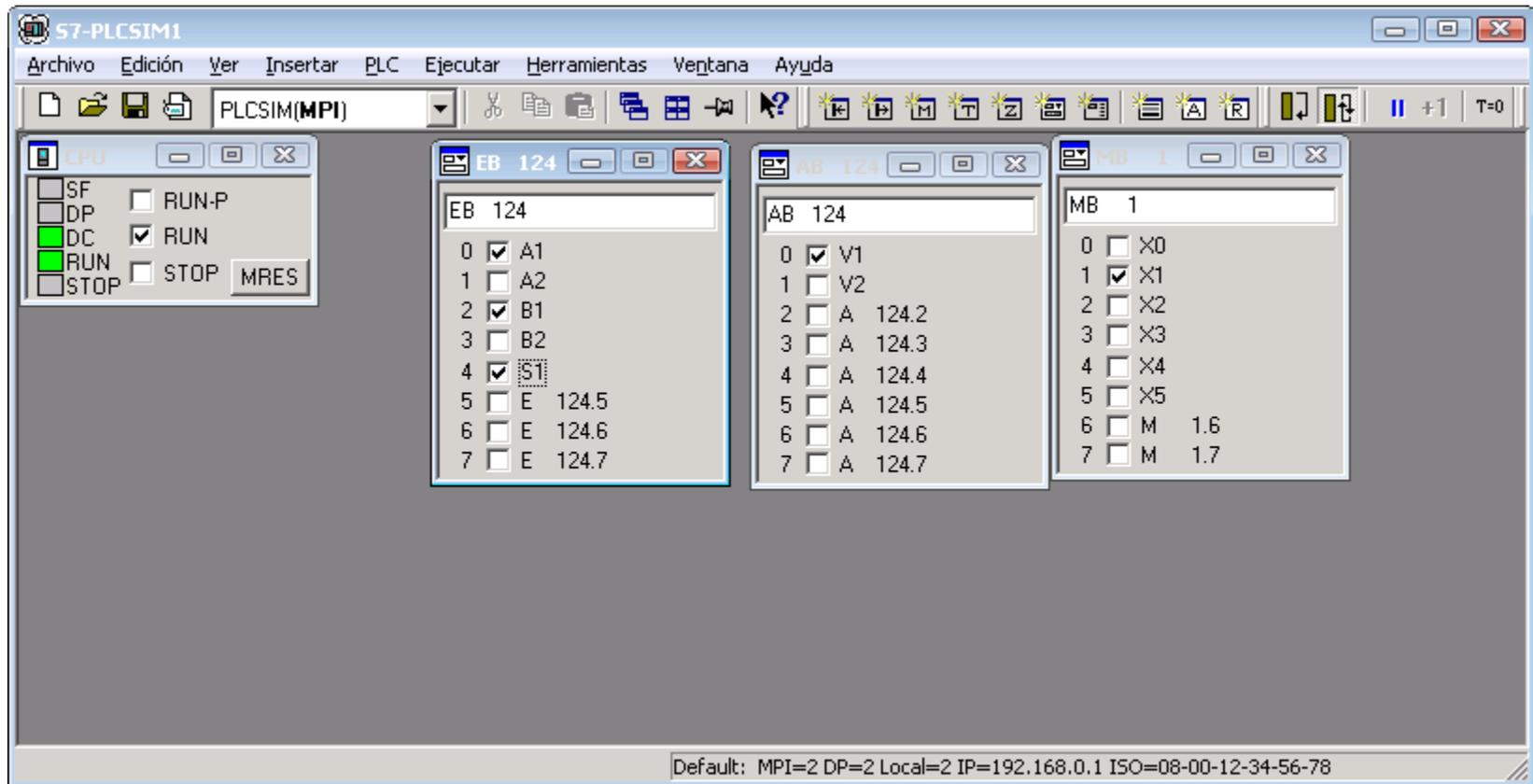
U "X1"
= "V1"

Segm.: 7 Acción válvula 2

U "X2"
= "V2"

Ejercicio 5: Posicionador (VII)

S7: Simulador

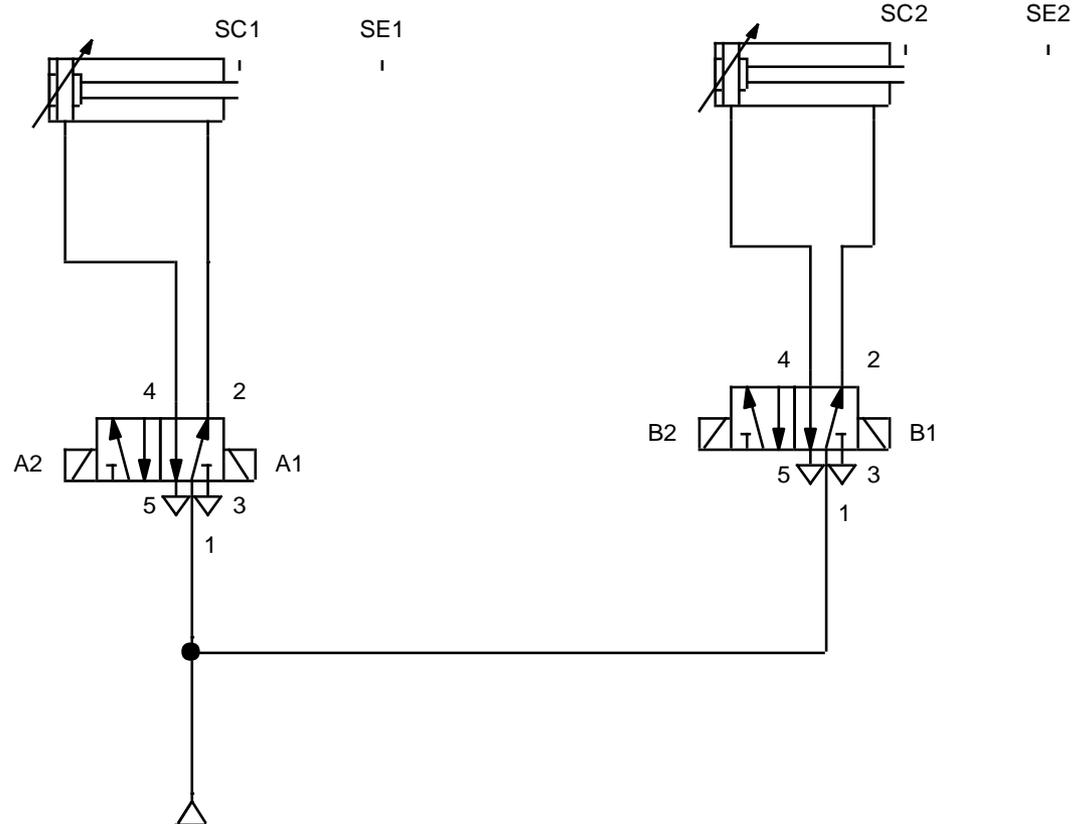


Ejercicio 6: Problema propuesto

Modelado graficet e implementación en STEP 7 del control de dos cilindros de doble efecto con pulsador de arranque (PON) y parada (POFF). La secuencia completa del ciclo debe ser concurrente: EXPANSION 1-2 - COMPRESIÓN 1-2.

Ejercicio 7: Problema propuesto

Modelado graficet e implementación en STEP 7 del control de dos cilindros de doble efecto con pulsador de arranque (PON) y parada (POFF). La secuencia completa del ciclo debe ser concurrente: **EXPANSIÓN 1-2 - COMPRESIÓN 1-2**.



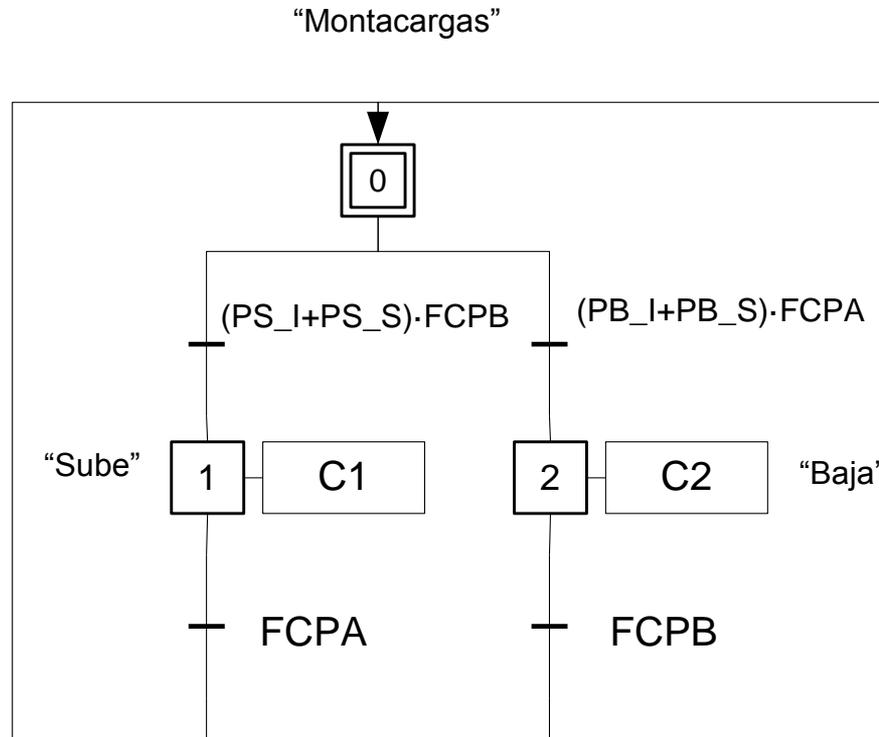
Ejercicio 8: Montacargas

Un montacargas compuesto por dos pisos. Para su mando, en cada piso está previsto un botón:

- en el piso inferior de pedir la subida (PS).
- en el piso superior de pedir la bajada (PB).

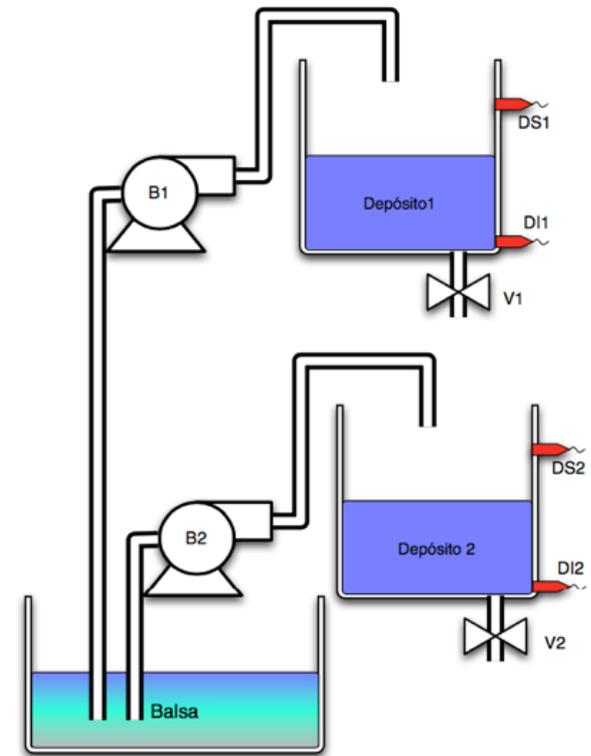
Para que estas informaciones sean tomadas en consideración, es necesario que el montacargas esté parado en su piso correspondiente. Los finales de carrera de piso alto (FCPA) y bajo (FCPB), permiten conocer las posiciones extremas del montacargas. Con la salida C1 el motor sube el montacargas, y con la señal C2 baja.

Ejercicio 8: Montacargas



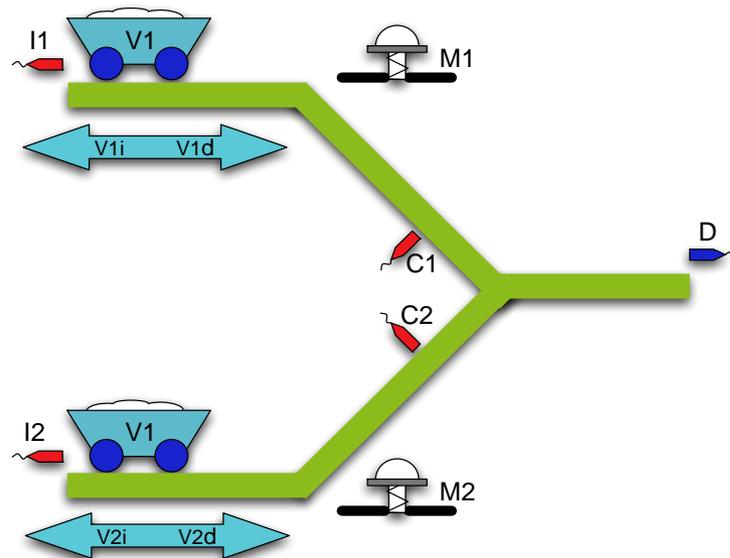
Ejercicio 9: Depósitos de agua

- ▶ Una instalación tiene 2 depósitos (ver figura), cada uno con un comportamiento idéntico al descrito a continuación:
- ▶ Se pretende mantener el nivel de líquido en los depósitos entre los niveles fijados por los detectores DI y DS. Para ello, cuando DI no da señal como consecuencia de que el nivel es demasiado bajo, se pone en marcha la Bomba mediante la señal B, aportándose líquido al depósito desde la Balsa. Cuando el nivel de líquido alcanza al sensor DS, éste da señal lo que origina la parada de la Bomba. El desagüe del depósito se produce mediante la válvula V, sin que el sistema de control tenga capacidad de actuar sobre ella.
- ▶ Ahora bien, ambos depósitos están alimentados desde la misma instalación eléctrica, que tiene una potencia limitada, de modo que no es posible que ambas bombas estén encendidas simultáneamente. Por eso, en caso de que ambos depósitos precisen aporte de líquido mediante su respectiva bomba, el depósito 1 tendrá prioridad y la Bomba del depósito 2 deberá parar su funcionamiento hasta que la Bomba 1 deje de estar activa.
- ▶ Representar el Grafcet que define el comportamiento descrito de ambos depósitos.



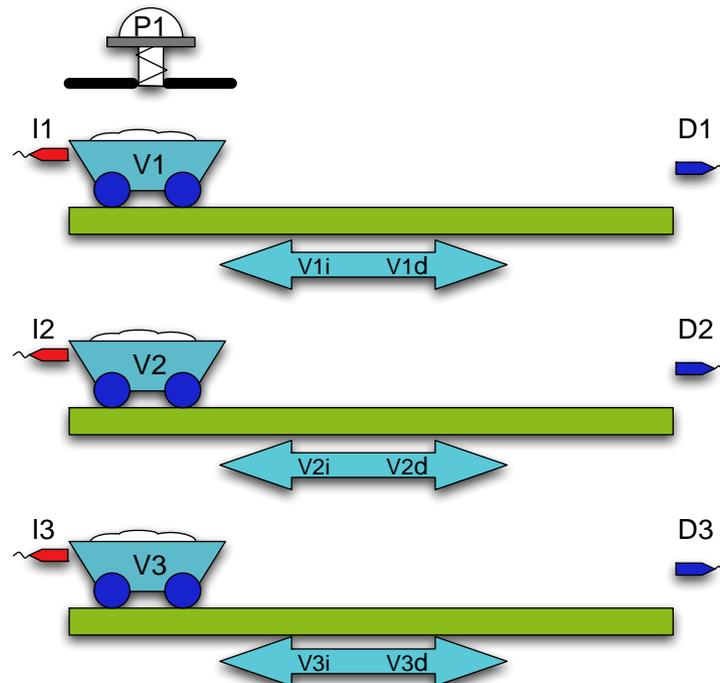
Ejercicio 10: Vagonetas (recurso compartido)

- ▶ Realizar un graficet que modele el siguiente sistema de transporte con 2 vagonetas iguales que se mueven de izquierda a derecha.
- ▶ Las vagonetas deben pararse en C1 / C2 si el tramo de vía común está ocupado.
- ▶ I1 e I2 detectan vagoneta en izda.
- ▶ M1 y M2 pulsadores para activación de V1d o V2d.
- ▶ D detecta límite dcho. (debe invertirse el movimiento desactivando V1d o V2d y activando V1i o V2i hasta llegar a límite izdo).
- ▶ Vía común: detección con C1 y C2.



Ejercicio 11: Transporte vagonetas sincronizado

- ▶ Se debe implementar un sistema de control para las vagonetas de la figura. Al pulsar P1 las vagonetas irán hacia la derecha y volverán. El movimiento debe estar sincronizado, de manera que:
- ▶ Para iniciar el movimiento todas las vagonetas deberán estar sobre su posición izquierda.
- ▶ Al pulsar P1 todas las vagonetas comenzarán su movimiento hacia la derecha. El instante de llegada a la derecha de cada vagoneta será en general diferente al de las demás.
- ▶ El movimiento a la izquierda se iniciará cuando todas las vagonetas hayan llegado a la derecha.





Fin del tema