

Facultad: Ingeniería  
Escuela: Electrónica  
Asignatura: Autómatas Programables  
Lugar de ejecución: Instrumentación y Control  
(Edificio 3, 2da planta)

## Tema: GRAFCET y S7-1200

### Objetivo General

- Programar utilizando GRAFCET en lenguaje KOP en el PLC S7-1200.

### Objetivos Específicos

- Describir los elementos básicos del GRAFCET.
- Aplicar el GRAFCET en sus diversas configuraciones.

### Material y Equipo

- 1 Computadora con tarjeta de red ethernet y el programa STEP7 (TIA PORTAL V12) instalado
- 1 PLC S7-1200 con simulador de entradas
- 1 Cable cruzado Ethernet
- 1 Cable de alimentación de 120-240 VAC
- 9 Cables de conexión

### Introducción Teórica

El GRAFCET nació en el año 1977 en un grupo de trabajo de la AFCET (*Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique*, Asociación Francesa para la Cibernética Económica y Técnica) creado en el año 1975. En el mes de Junio del año 1982 se crea la norma francesa **UTE NFC 03-190** (*Diagramme fonctionnel "GRAFCET" pour la description des systèmes logiques de commande*).

La creación del GRAFCET fue necesaria, entre otros motivos, por las dificultades que comportaba la descripción de automatismos con varias etapas simultáneas utilizando el lenguaje normal. Dificultades similares aparecen al intentar hacer esta descripción con diagramas de flujo o usando los lenguajes informáticos de uso habitual.

En el año 1988, el GRAFCET es reconocido por una norma internacional, la IEC-848 (*Preparation of function charts for control systems*, Preparación de diagramas funcionales para sistemas de control) con los nombres *Function Chart*, *Diagramme fonctionnel* o Diagrama funcional. La norma IEC no reconoce el nombre GRAFCET porque las traducciones pueden dar lugar a ambigüedades.

Un sistema combinacional es aquel en que las salidas en un instante sólo dependen de las entradas en aquel instante. En cambio, un automatismo secuencial es aquel en el que las salidas en cada instante no dependen sólo de las entradas en aquel instante sino que también dependen de los estados anteriores y de su evolución.

El **GRAF CET** (*Graphe de commande etape-transition*) es un método gráfico, evolucionado a partir de las redes de Petri que permite representar los sistemas secuenciales.

## PRINCIPIOS DEL GRAFCET

Un GRAFCET es una sucesión de **etapas**. Cada etapa tiene sus **acciones** asociadas de forma que cuando aquella etapa está activa se realizan las correspondientes acciones; pero estas acciones no podrán ejecutarse nunca si la etapa no está activa.

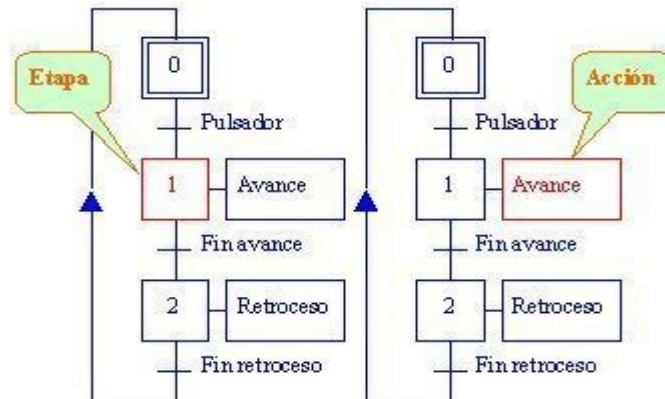


Figura 1. Ejemplos de GRAFCET (Etapas y acciones relacionadas).

Entre dos etapas hay una **transición**. A cada transición le corresponde una **receptividad**, es decir una condición que se ha de cumplir para poder pasar la transición. Una transición es **válida** cuando la etapa inmediatamente anterior a ella está activa. Cuando una transición es válida y su receptividad asociada se cumple se dice que la transición es **franqueable**.

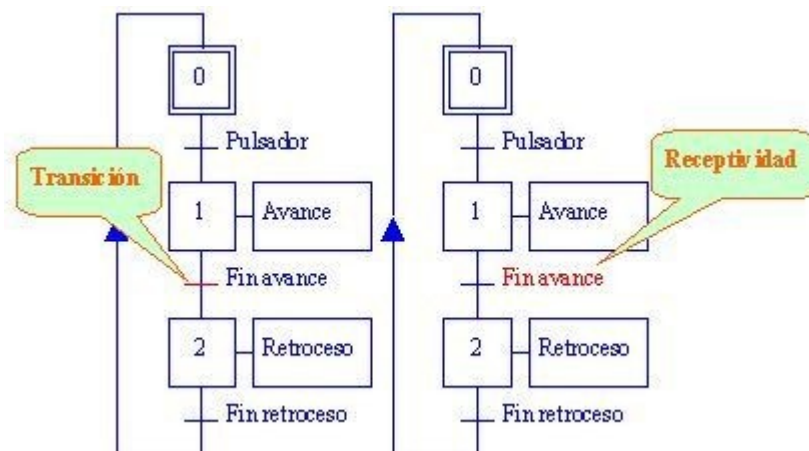


Figura 2. Ejemplos de GRAFCET (Transiciones).

Al franquear una transición se desactivan sus etapas anteriores y se activan las posteriores.

Las etapas iniciales, que se representan con línea doble, se activan en la puesta en marcha.

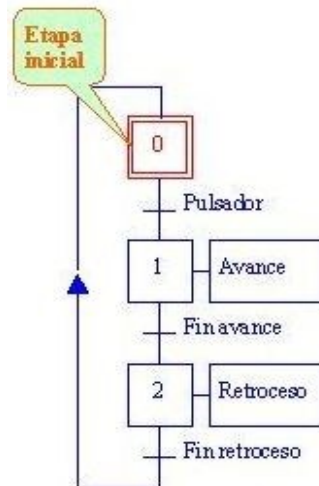


Figura 3. Ejemplo de GRAFCET (etapa inicial).

En la presente guía se estudiará acerca de cómo codificar cada elemento del GRAFCET con ejemplos sencillos que empleen marcas, entradas, salidas, temporizadores y contadores.

### Ejemplo 1 Etapas Secuenciales.

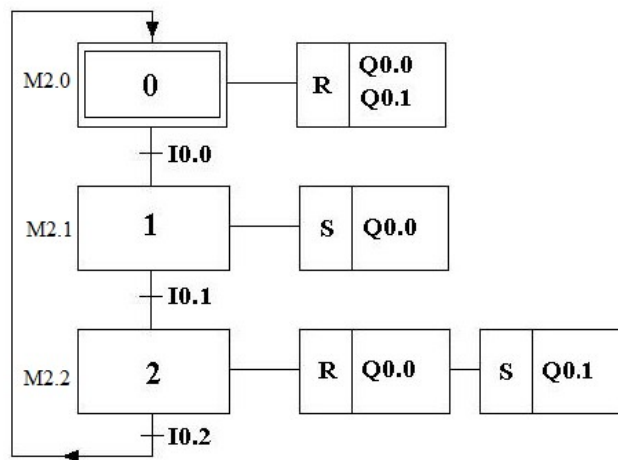


Figura 4. Ejemplo a codificar.

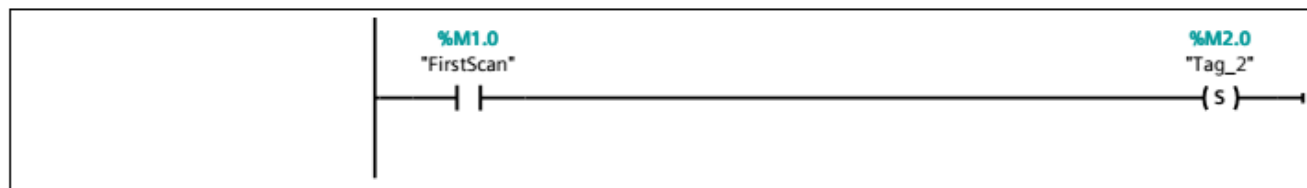
### Codificación de Grafcet en KOP con Step 7 (Tia Portal)

*Nota1: La Marca especial M1.0 está activa únicamente en el primer ciclo de reloj de la CPU y es la usada para arrancar la marca M2.0 de la etapa inicial.*

*Nota2: Las bobinas S y R se colocan con instrucción "cuadro vacío" y luego se selecciona S o R.*

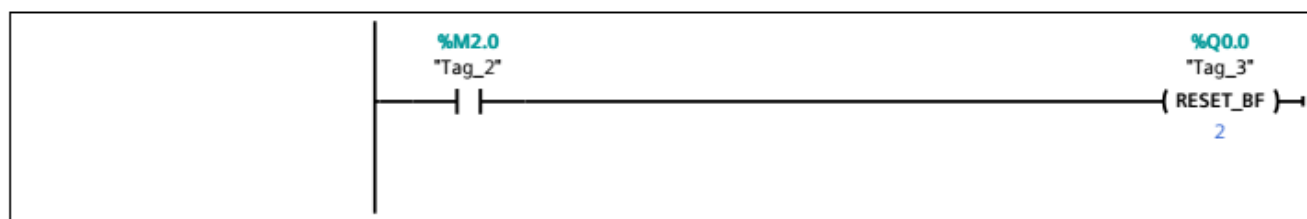
### Segmento 1:

Inicialización Etapa 0, la marca 2.0 (M2.0) es la correspondiente a esta etapa



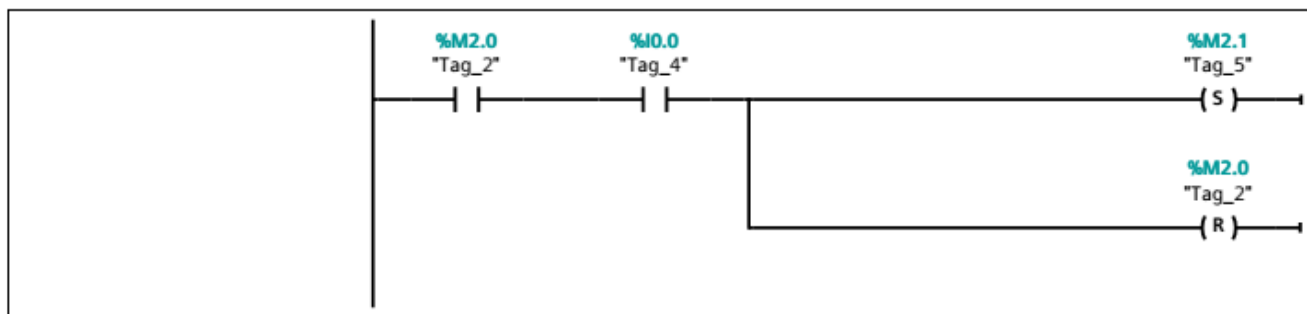
### Segmento 2:

Acciones relacionadas a la etapa 0, se ponen a cero las dos salidas



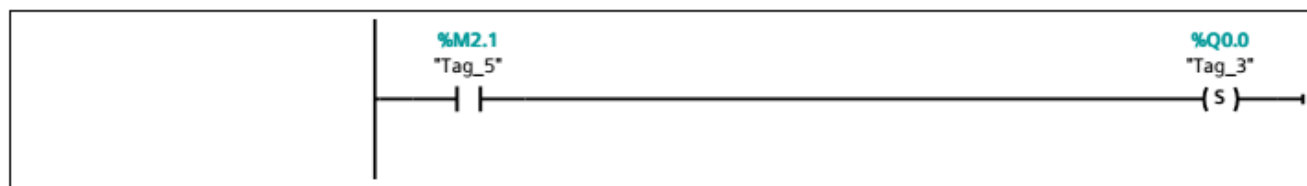
### Segmento 3:

Condiciones de transición, hacia la siguiente etapa



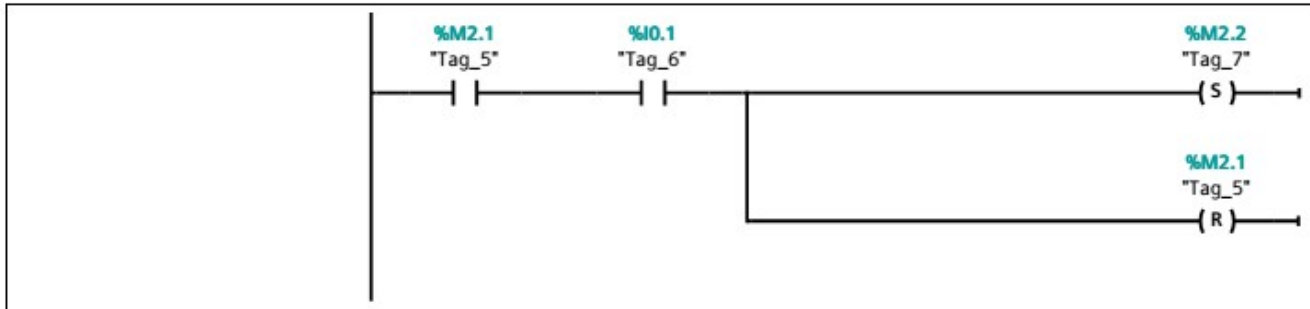
### Segmento 4:

Etapa 1, Inicializada, acciones relacionadas

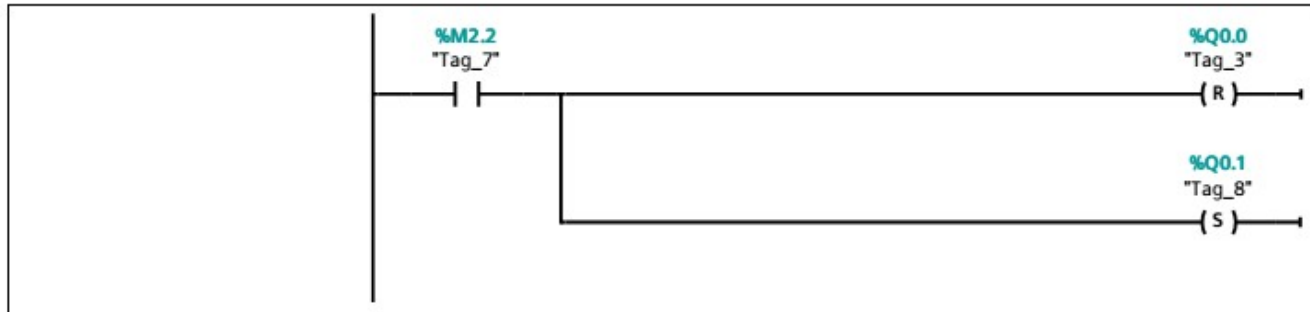


**Segmento 5:**

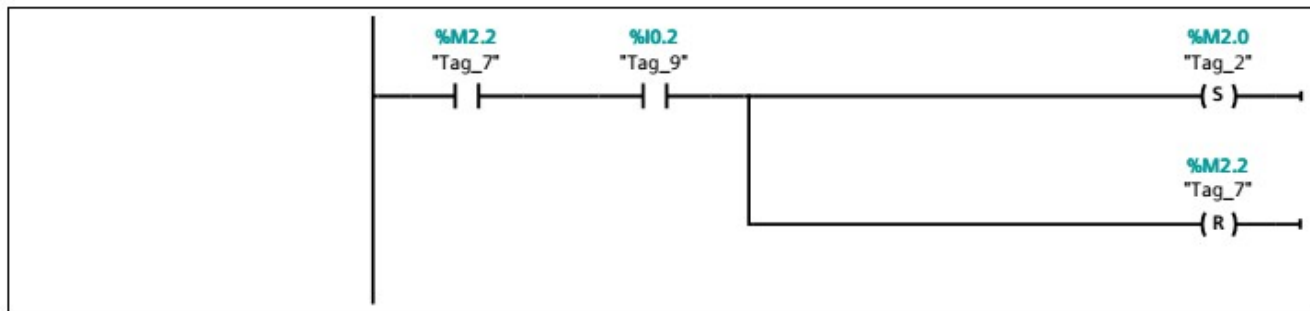
Condiciones de Transición

**Segmento 6:**


Etapa 2 inicializada, Acción Relacionada a la Etapa 2

**Segmento 7:**

Condiciones de Transición hacia la etapa 0



## Procedimiento

1.  Sin energizar aún el PLC, realice las conexiones que se muestran en la Figura 5. Pida al docente de laboratorio que revise las conexiones antes de continuar.

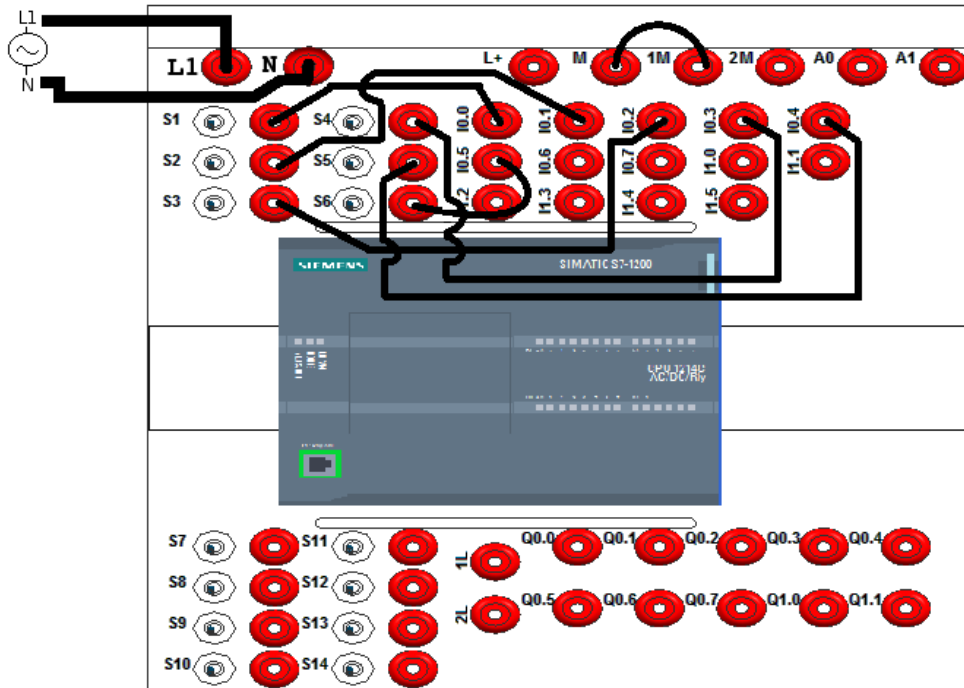


Figura 5. Conexión del PLC.

2. Cree un nuevo proyecto en el TIA PORTAL para un PLC S7-1200 CPU 1214C 6ES7 214-1BG31-0XB0.
3. Coloque al PLC la dirección IP: **192.168.1.4** y a la computadora **192.168.1.2**, ambas con la máscara de subred: **255.255.255.0**
4. Ubíquese en el “Árbol del proyecto” y luego de clic derecho en la carpeta PLC\_1 y en el menú desplegable seleccione “Propiedades” y en la pestaña “General” de clic en la opción “Marcas de sistema y de ciclo”.

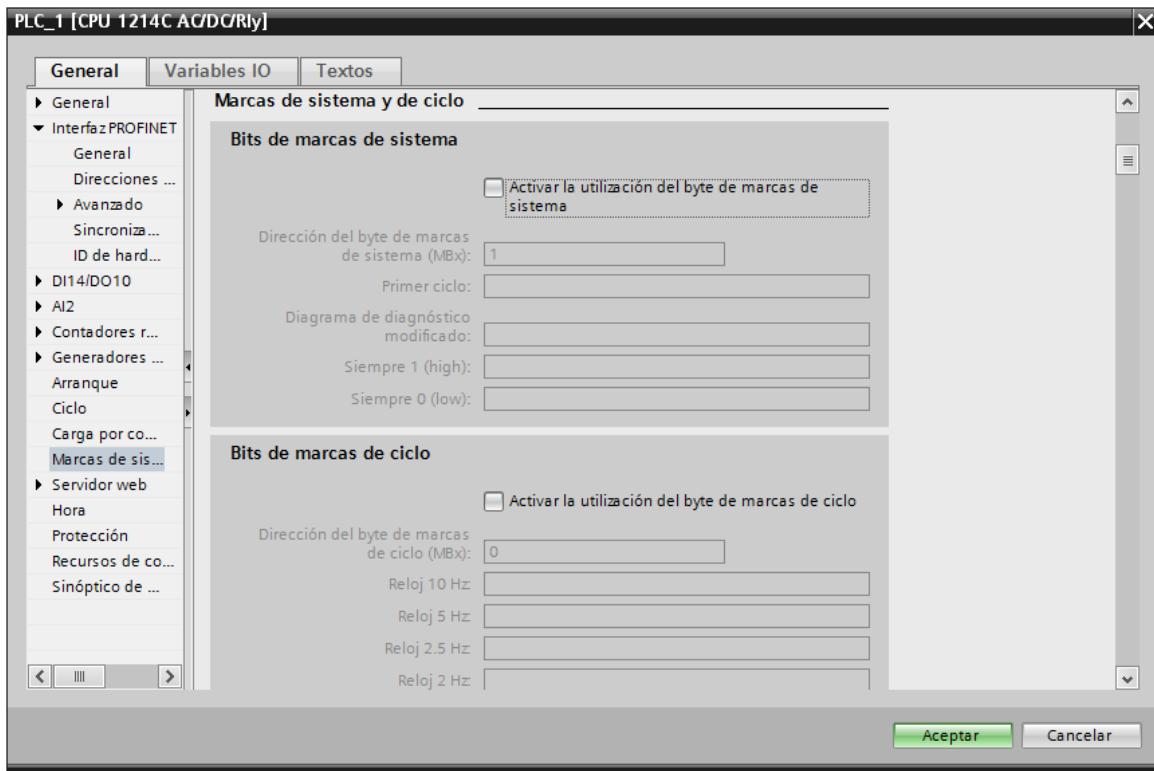


Figura 6. Marcas de sistema y de ciclo.

5. Seleccione las casillas “Activar la utilización del byte de marcas de sistema” y “Activar la utilización del byte de marcas de ciclo” y luego presione el botón “Aceptar”.
6. Introduzca este ejemplo en el STEP 7 (Tia Portal) y compruebe la secuencia

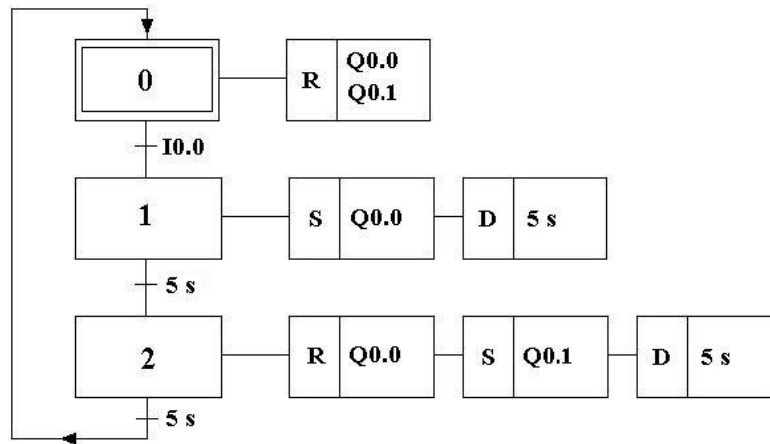
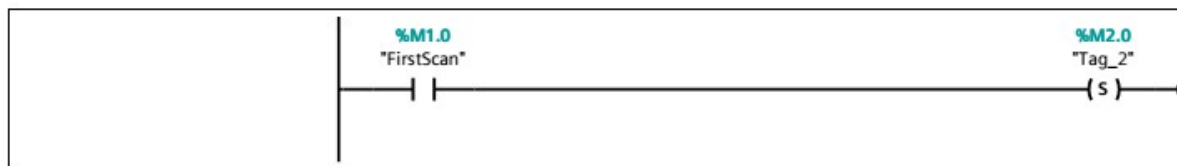


Figura 7. Ejemplo con retardos de 5 s como transición.

## Codificación de Grafcet en KOP con Step 7 (Tia Portal)

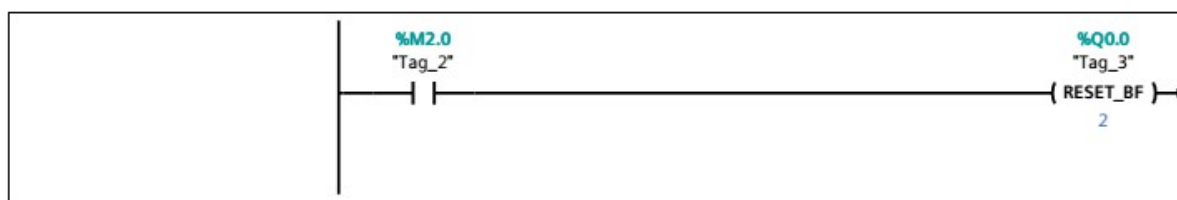
### Segmento 1:

Inicialización Etapa 0, la marca 2.0 (M2.0) es la correspondiente a esta etapa



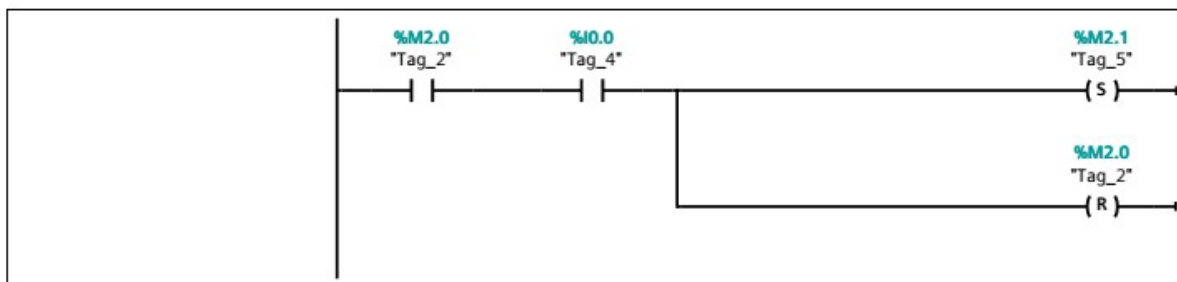
### Segmento 2:

Acciones relacionadas a la etapa 0, se ponen a cero las dos salidas



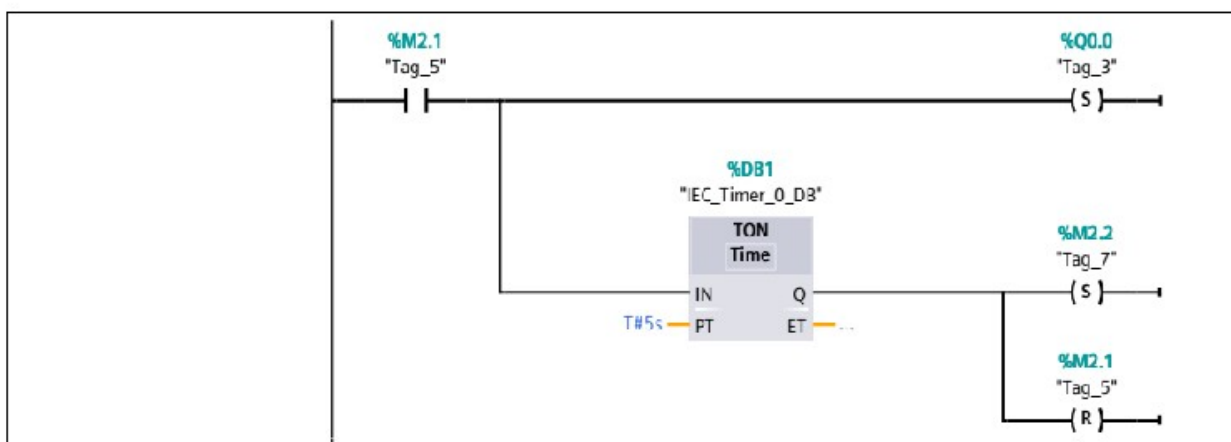
### Segmento 3:

Condiciones de transición, hacia la siguiente etapa



### Segmento 4:

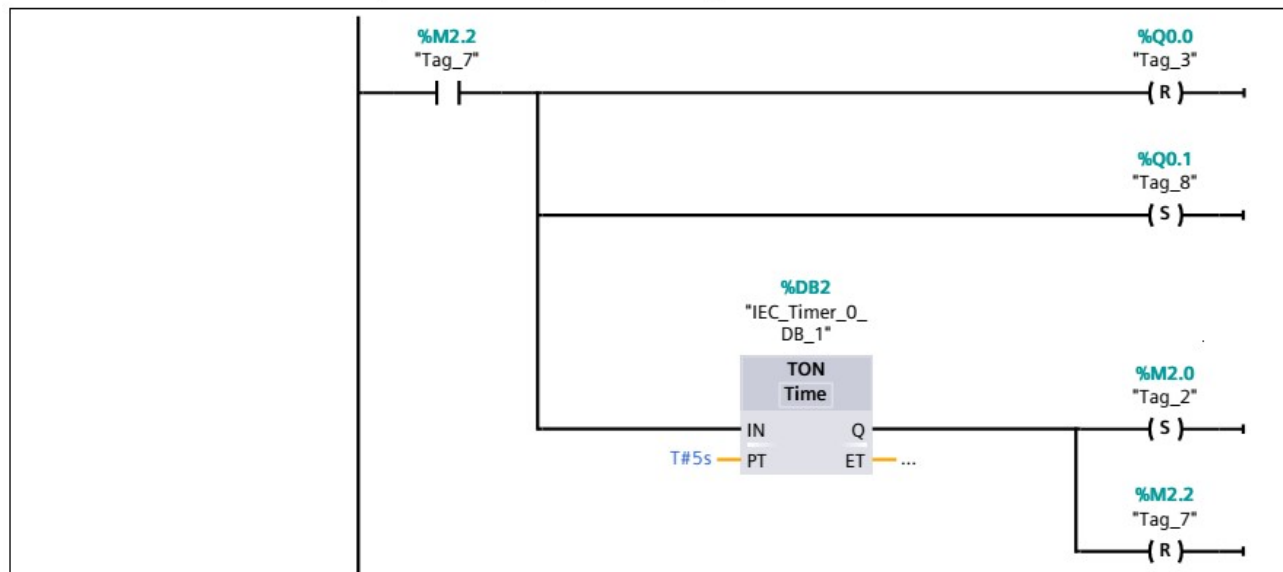
Etapa 1, Inicializada, acciones relacionadas y retardo 5s, al cumplirse el tiempo se hace la transición





### Segmento 5:

Acción Relacionada a la Etapa 2, al cumplirse el tiempo se hace la transición

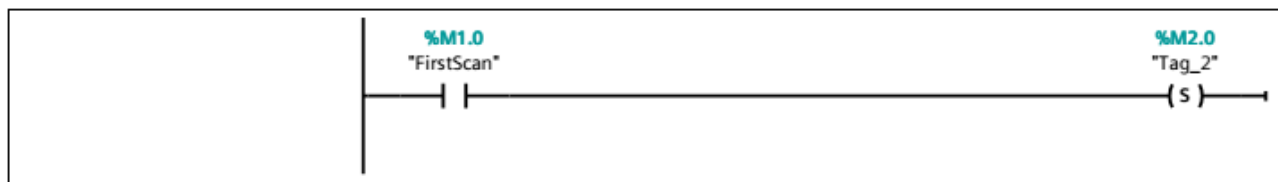


También pueden realizarse transiciones con contadores, se modificará la transición que va de la etapa 2 a la etapa 0 con un contador que esté registrando las veces que se activa la entrada I0.5, cuando se active 5 veces hará la transición hacia la etapa 0 al activarse C1

### Codificación de Grafcet en KOP con Step 7 (Tia Portal)

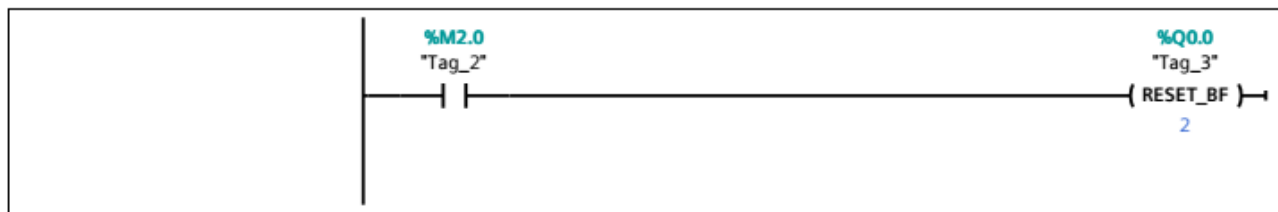
#### Segmento 1:

Inicialización Etapa 0, la marca 2.0 (M2.0) es la correspondiente a esta etapa



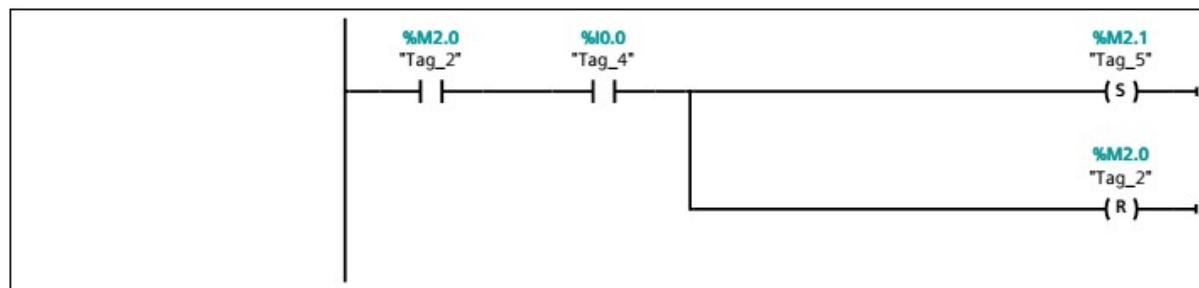
#### Segmento 2:

Acciones relacionadas a la etapa 0, se ponen a cero las dos salidas



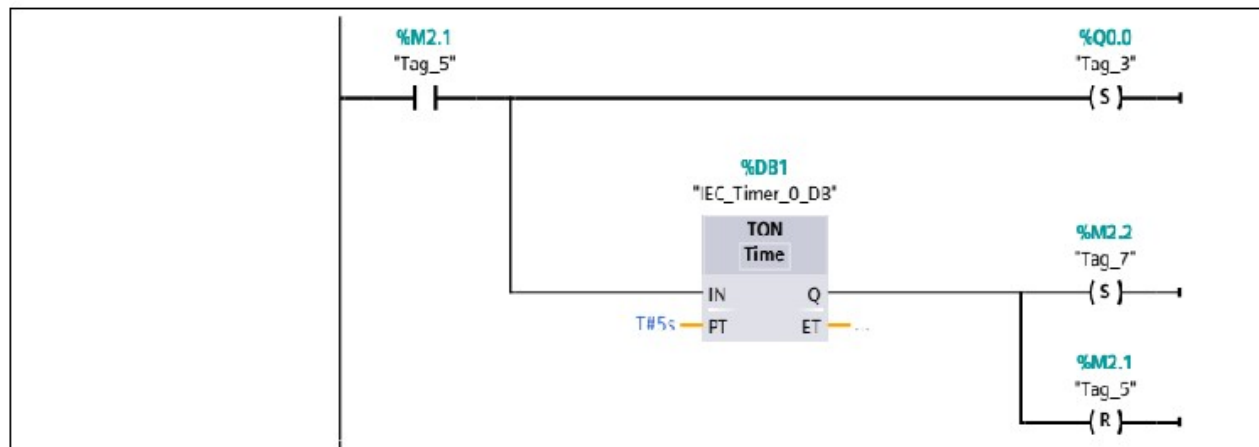
### Segmento 3:

Condiciones de transición, hacia la siguiente etapa



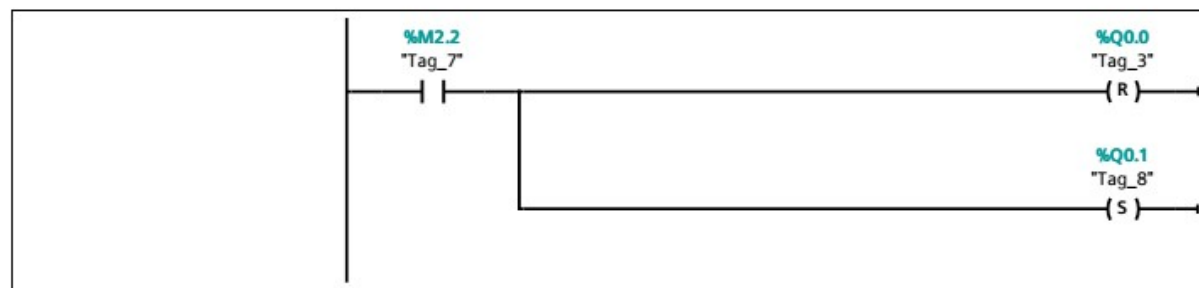
### Segmento 4:

Etapa 1, Inicializada, acciones relacionadas y retardo 5s, al cumplirse el tiempo se hace la transición



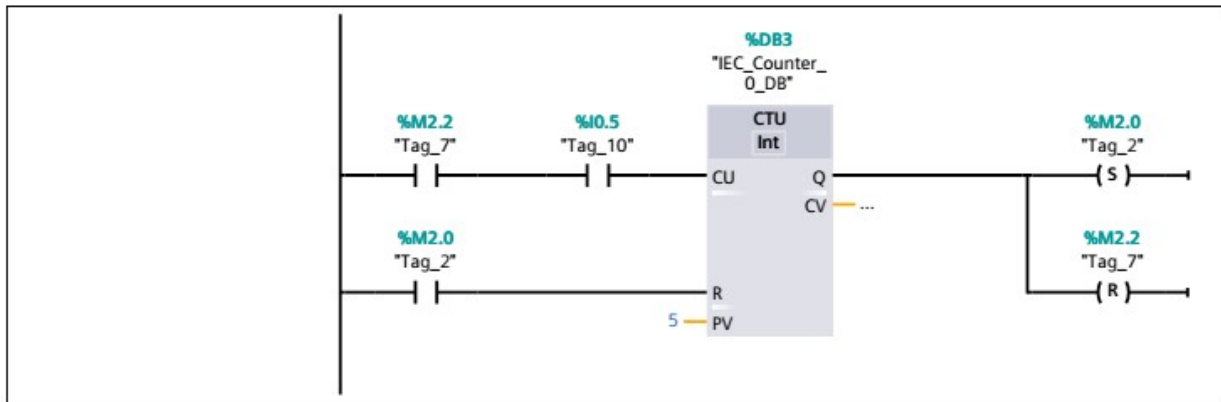
### Segmento 5:

Acción Relacionada a la Etapa 2



**Segmento 6:**

Contador para condición de transición, al llegar a la cuenta hace transición a la etapa 0



Las siguientes configuraciones son básicas en la programación con GRAFCET se presenta una divergencia en O cuando en la evolución de un automatismo, se llega a un punto en el que sólo uno de los posibles caminos puede ser seguido. La convergencia en O tiene lugar cuando varias ramificaciones convergen en una sola etapa.

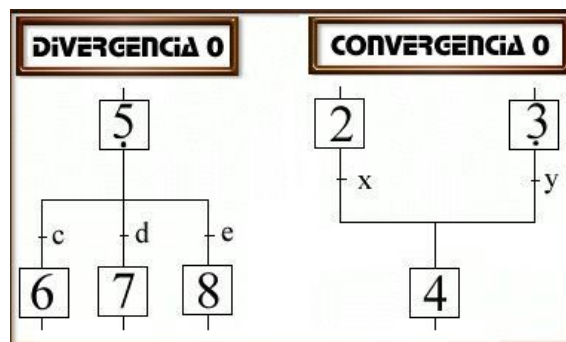


Figura 8. Divergencia en O y Convergencia en O.

**Divergencia Y**

La divergencia en Y se utiliza cuando necesitamos que el automatismo realice varias tareas simultáneas.

La divergencia en Y se representa con una línea con doble trazo.

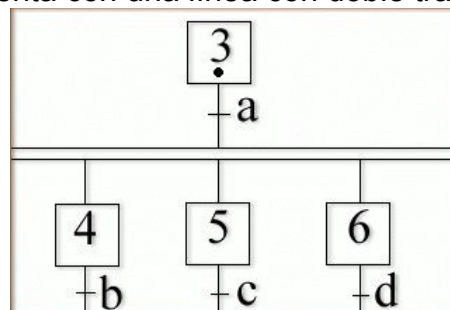


Figura 9. Divergencia Y.

**Convergencia Y**

Esta estructura tiene lugar cuando, después de un ciclo en el que se han desarrollado varias

secuencias simultáneas, todas convergen en una sola activándose la siguiente etapa con una sola transición.

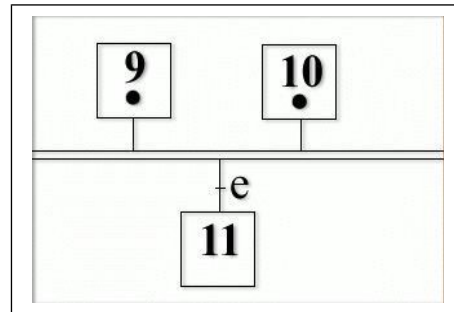


Figura 10. Convergencia Y.

Es recomendable tener etapas de espera en cada rama, hasta que todas ellas estén activas podrá ser habilitada la transición correspondiente a la siguiente etapa.

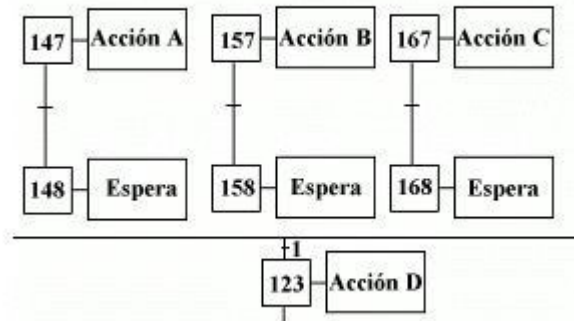


Figura 11. Etapas de espera.

- En el siguiente ejemplo se tiene una bifurcación en O, codifícala en el STEP7 (Tia Portal) y pruebe su funcionamiento.

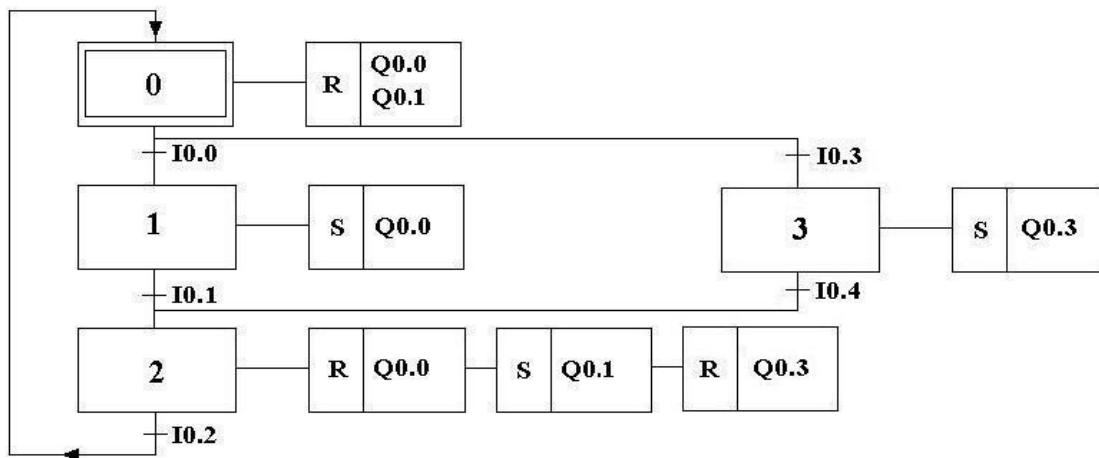


Figura 12. Bifurcación y convergencia en O

4. En el siguiente ejemplo se tiene una bifurcación en Y, codifíquela en el STEP7(Tia Portal) y pruebe su funcionamiento.

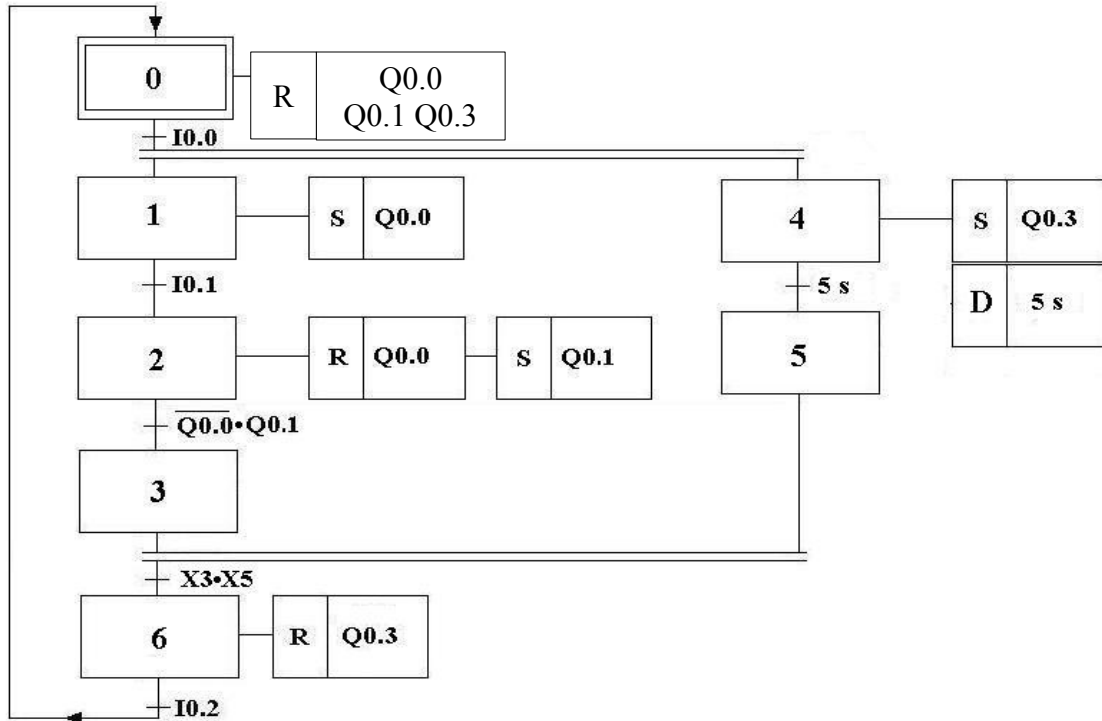
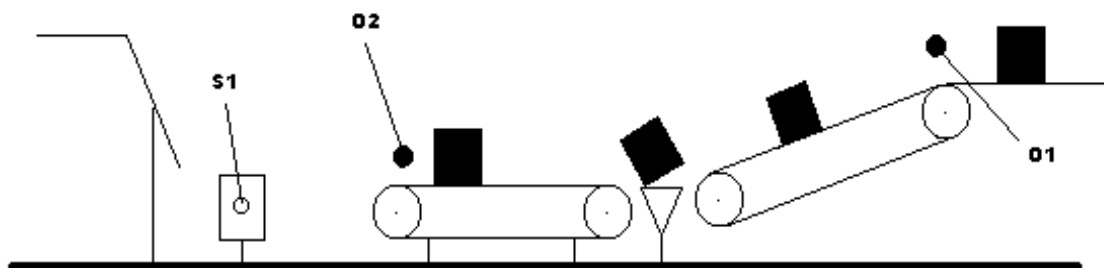


Figura 13. Bifurcación y convergencia en Y

Observe que las etapas 3, 5 y 6 no tienen acciones relacionadas, son sólo etapas de espera, la transición X3 y X5 indican que las marcas de ambas etapas estén activas.

### Análisis de Resultados

- Realice los programas de muestra y los que se piden y muestre su funcionamiento al docente de laboratorio
- Haga el GRAFCET y el programa del siguiente proceso secuencial:



El interruptor S1 se utiliza como paro de emergencia del sistema por lo tanto al

presionarlo se deben detener todas las actividades que se estén realizando. Cuando se enciende el equipo debe haber una persona encargada de colocar la caja deslizándola en la parte de arriba haciéndola pasar por O1 que es un sensor óptico hasta hacerla llegar a la banda transportadora de bajada, que al sólo encender el equipo debe comenzar a funcionar, el sensor óptico se utiliza para controlar un contador ascendente con el objetivo de llevar un conteo del número de cajas procesadas, debe tener un RESET activado dentro del tablero donde está el autómata para poner la cuenta en cero. Cuando la caja llega a la báscula, activa un microinterruptor el cual debe detener la banda transportadora de bajada, para evitar que caiga otra caja y debe activar un temporizador para mantener la caja en la báscula por 2 segundos. Después de 2 segundos, se debe activar un pistón que se encarga de empujar la caja hacia la banda transportadora final, además debe encender ambas bandas transportadoras para llevar la caja recién pesada hacia el final del proceso y además para permitir que la siguiente caja llegue a la báscula. Cuando la caja ya pesada llega al final de la banda transportadora final activa el sensor O2 el cual debe detener la banda transportadora. Al final del proceso existe una persona encargada de tomar las cajas ya pesadas y enviarlas al almacén.

### Investigación Complementaria

- Investigue las directivas que son similares a los programas antes vistos en un PLC OMRON
- Realice el GRAFCET y el programa que haga el control de un portón automático, con una botonera de abrir (N.A.), cerrar (N.A.), paro (N.C.) y finales de carrera a sus dos extremos (N.C.).
- Realizar el GRAFCET de nivel 3 del siguiente sistema: para un elevador de cuatro niveles N1, N2, N3, N4 se cuenta con finales de carrera en cada nivel para detectar la posición del ascensor, en cada nivel existen dos pulsadores de llamada uno para ir hacia arriba y otro para ir abajo, en el primero y último nivel solo hay un pulsador de llamada ya que solo hay opción de ir abajo o arriba según corresponda. Dentro del ascensor existen pulsadores para elegir hacia que nivel se debe dirigir el ascensor. Estando en marcha el ascensor es posible elegir un nivel y se irá al nivel elegido al haber finalizado el recorrido programado previamente por otros usuarios en caso de que no esté en la ruta actual hacia abajo o arriba "O" si está en ruta se detendrá en el nivel solicitado tomando en cuenta que se podrá hacer solo si no se ha excedido una temporización después de haberse cerrado la puerta del ascensor en el nivel anterior al de destino. La puerta del ascensor debe estar cerrada para que el motor elevador funcione La puerta del ascensor se abre si alguna persona interrumpe el cierre de las puertas. Si no hay llamadas el elevador permanece en el último nivel que se accesor.

### Bibliografía

- García, C., Gil, A., Llorens, F., Mañas, C., Martín, J., Autómatas Programables, Programación y Aplicación Industrial, Universidad de Cádiz.
- <http://edison.upc.edu/curs/grafcet/intro/historia.html>

Hoja de cotejo: 3

## Guía 3: GRAFCET y S7-1200

Alumno:

Máquina No:

Docente:

GL:

Fecha:

EVALUACION					
	%	1-4	5-7	8-10	Nota
<b>CONOCIMIENTO</b>	25%	Conocimiento deficiente de los fundamentos teóricos	Conocimiento y explicación incompleta de los fundamentos teóricos	Conocimiento completo y explicación clara de los fundamentos teóricos	
<b>APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>	70%	Realiza correctamente los ejercicios resueltos mecánicamente y no logra realizar los ejercicios de evaluación (bifurcación y convergencia en O e Y)	Realiza los ejercicios resueltos comprendiendo la idea de la codificación del GRAFCET, aunque tiene mucha dificultad en los ejercicios de aplicación.	Comprende correctamente la secuencia de codificación de grafcet y la aplica con poca o ninguna dificultad en los ejercicios de aplicación.	
<b>ACTITUD</b>	2.5%	Es un observador pasivo	Participa ocasionalmente o lo hace constantemente pero sin coordinarse con su compañero.	Participa propositiva e integralmente en toda la práctica.	
	2.5%	Es ordenado; pero no hace un uso adecuado de los recursos	Hace un uso adecuado de los recursos, respeta las pautas de seguridad; pero es desordenado.	Hace un manejo responsable y adecuado de los recursos conforme a pautas de seguridad e higiene.	
<b>TOTAL</b>	100%				