

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 Módulo didáctico de simulación de tanque
- 1 Cable Ethernet
- 1 Cable de alimentación de 120-240 VAC
- 11 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.

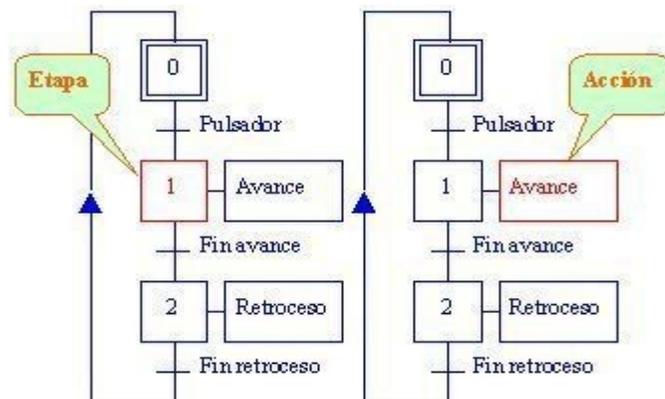


Figura 1. Ejemplos de GRAFCET (Etapas y acciones relacionadas).

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**.

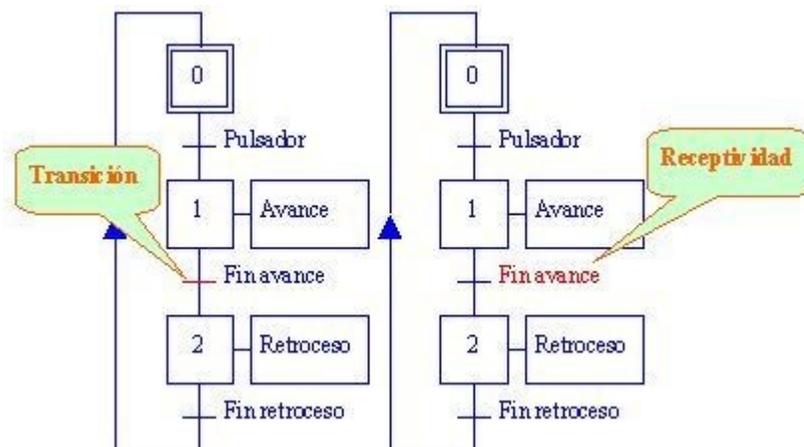


Figura 2. Ejemplos de GRAFCET (Transiciones).

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.

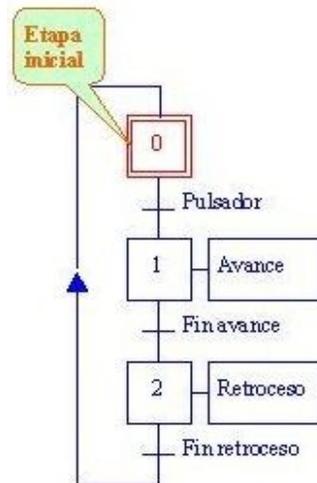


Figura 3. Ejemplo de GRAFCET (etapa inicial).

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.

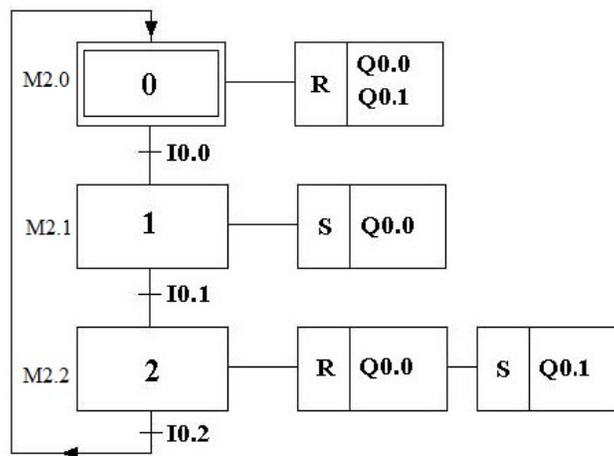


Figura 4. Ejemplo a codificar.

Codificación de GRAFCET en KOP con Step 7 (TIA PORTAL)

Nota1: Al activar las marcas de sistema y de ciclo en el TIA PORTAL la marca M1.0 queda como una marca especial que se activa únicamente en el primer ciclo de reloj de la CPU, se utilizará para arrancar el GRAFCET encendiendo la marca 2.0 que se eligió para la etapa inicial.

Nota2: Las bobinas S, R y RESET_BF se colocan siempre con la instrucción de bobina, ya puesta en la red se debe dar clic sobre esta y se mostrará un triángulo anaranjado, al presionarlo se despliega una lista de los tipos de bobina existentes (Ver Figura 5).

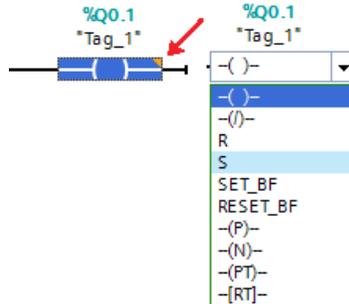
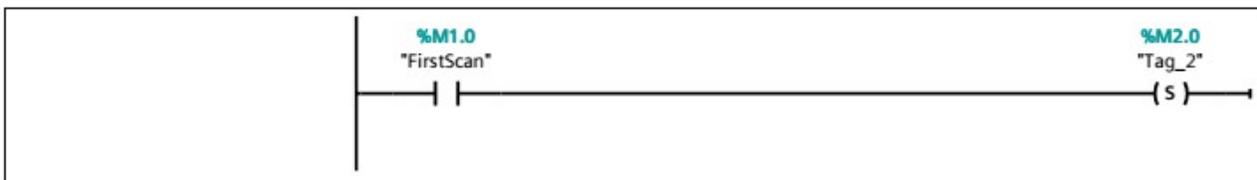


Figura 5. Selección de tipo de bobina.

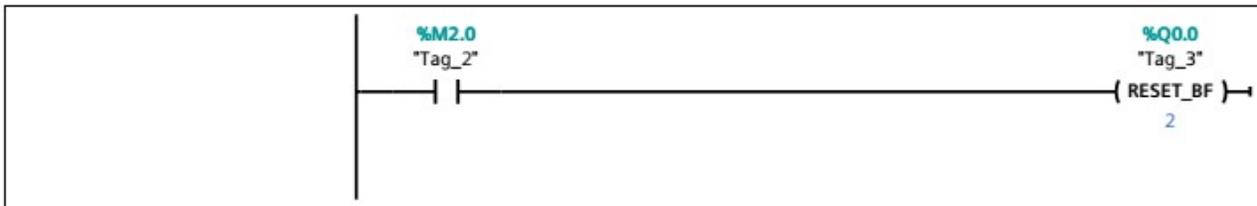
Segmento 1:

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



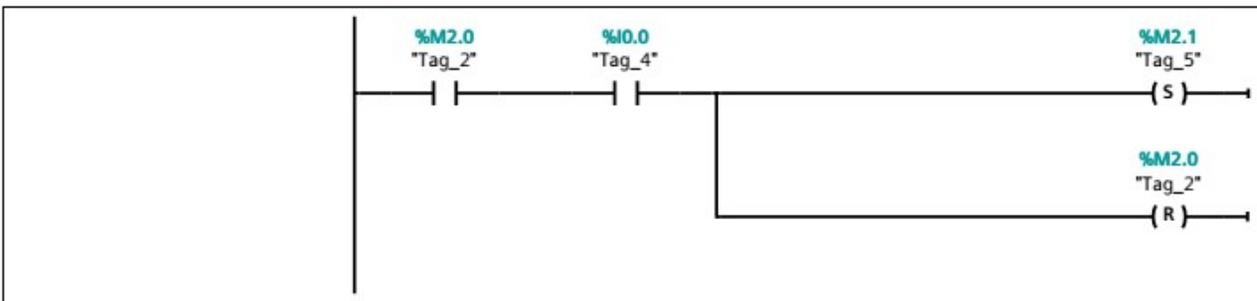
Segmento 2:

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



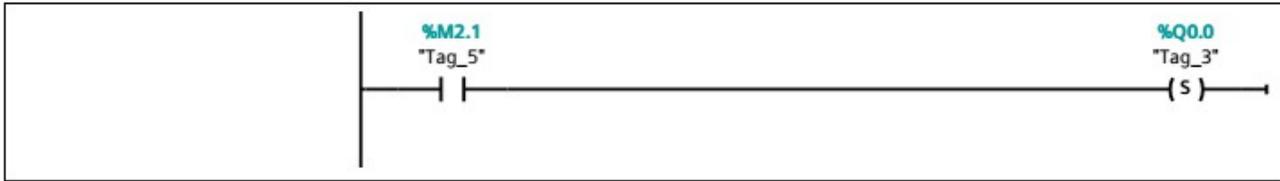
Segmento 3:

Condiciones de transición, hacia la siguiente etapa



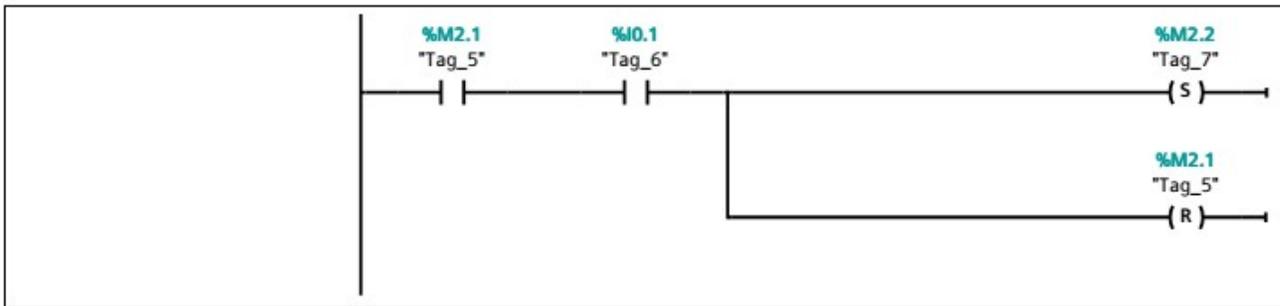
Segmento 4:

Etapa 1, Inicializada, acciones relacionadas



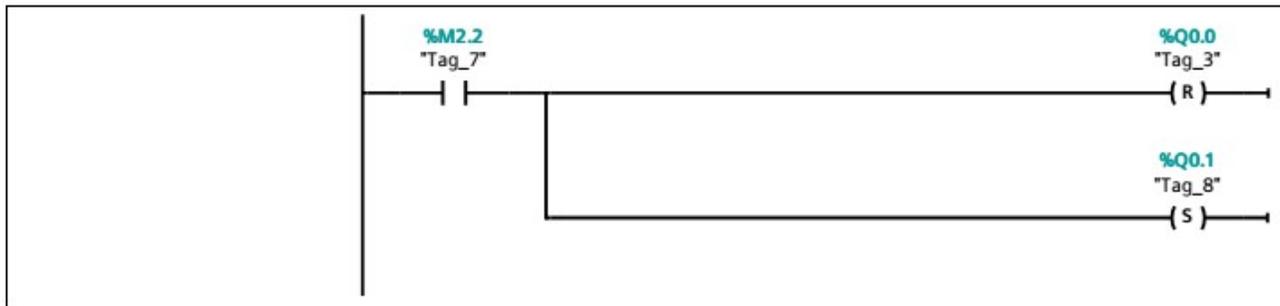
Segmento 5:

Condiciones de Transición



Segmento 6:

Etapa 2 inicializada, Acción Relacionada a la Etapa 2



Segmento 7:

Condiciones de Transición hacia la etapa 0

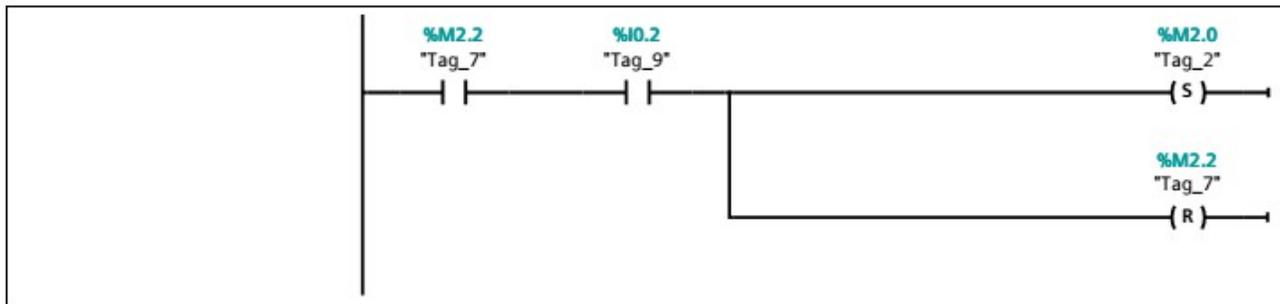


Figura 6. Programa creado a partir del GRAFCET de la Figura 4.

Procedimiento

1.  Sin energizar aún el PLC, realice las conexiones que se muestran en la Figura 7. Pida al docente de laboratorio que revise las conexiones antes de continuar.

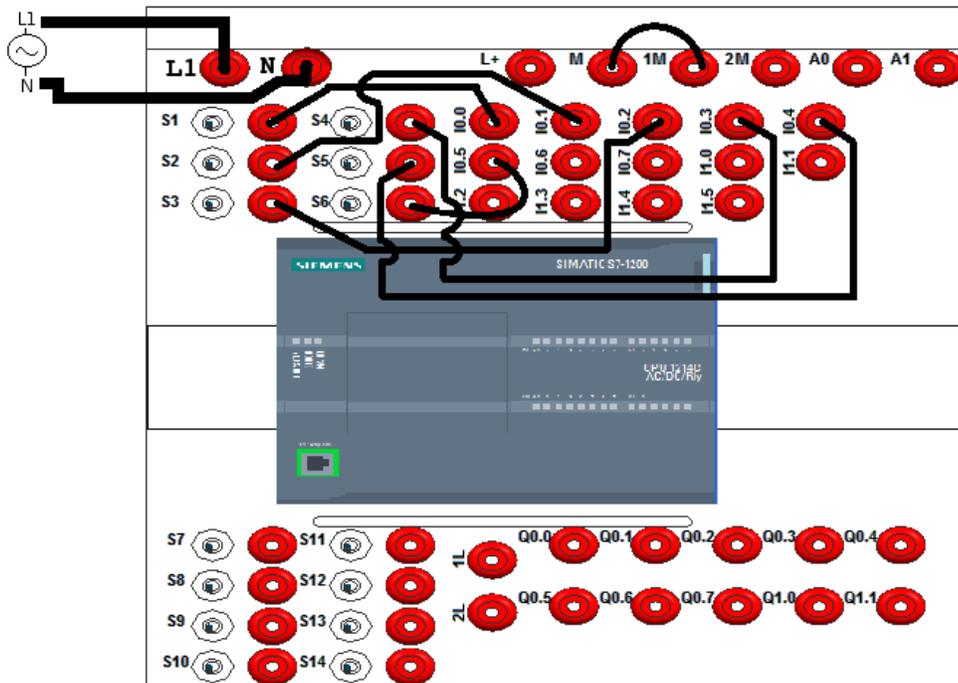


Figura 7. Conexión del PLC.

2. Cree un nuevo proyecto en el TIA PORTAL para el PLC S7-1200 que tenga asignado.
3. Coloque al PLC la dirección IP: **192.168.0.2** y a la computadora **192.168.0.10**, ambas con la máscara de subred: **255.255.255.0**
4. Ubíquese en el “Árbol del proyecto”, luego de clic derecho en la carpeta PLC_1, en el menú desplegable seleccione “Propiedades” y en la pestaña “General” de clic en la opción “Marcas de sistema y de ciclo”.

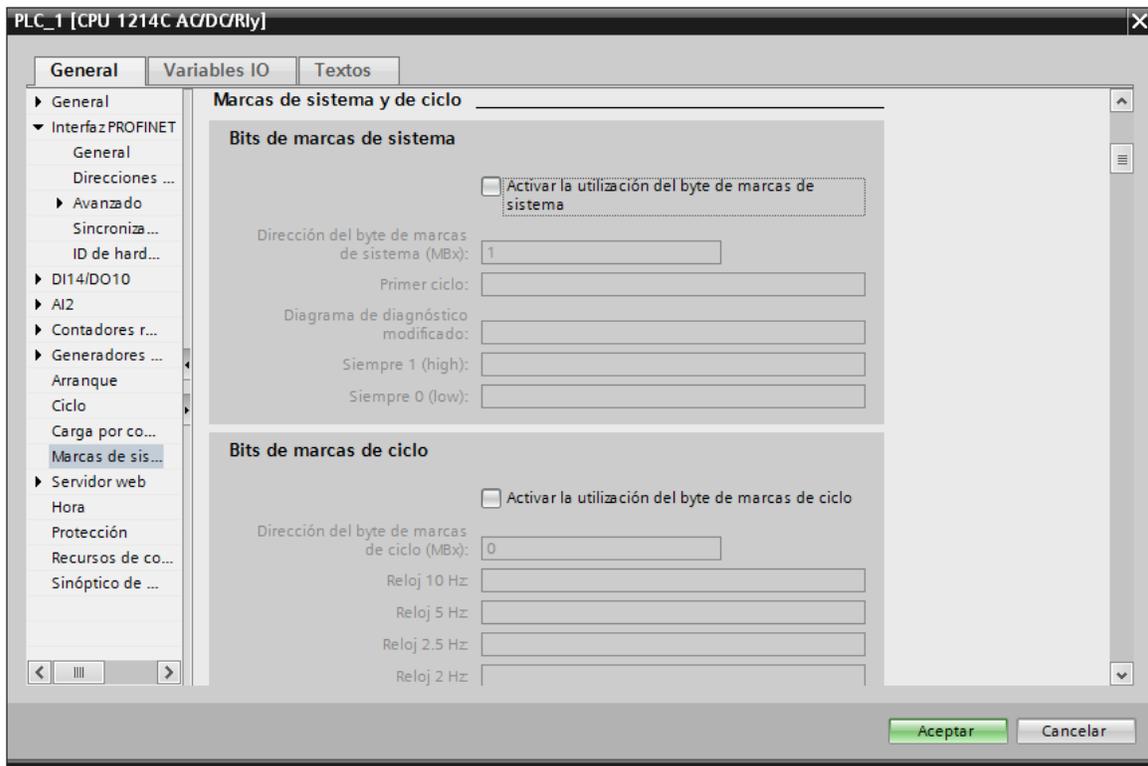


Figura 8. Marcas de sistema y de ciclo.

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

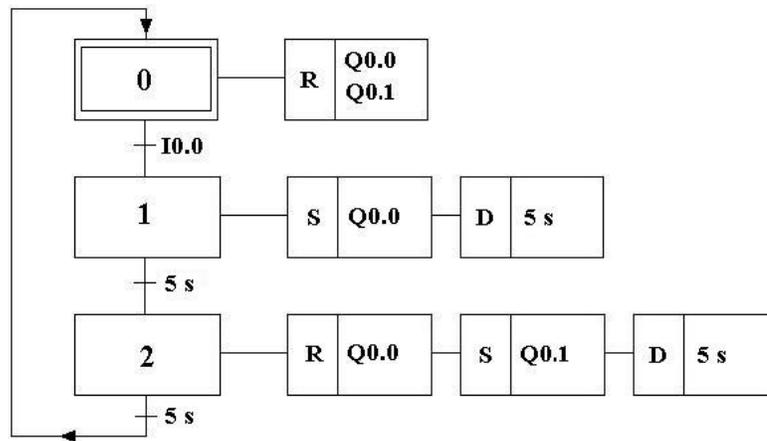
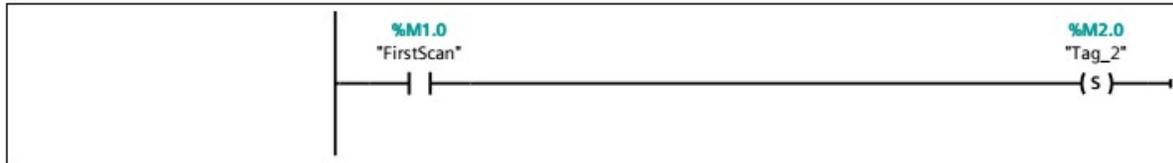


Figura 9. Ejemplo con retardos de 5 s como transición.

Codificación de GRAFCET en KOP con Step 7 (TIA PORTAL)

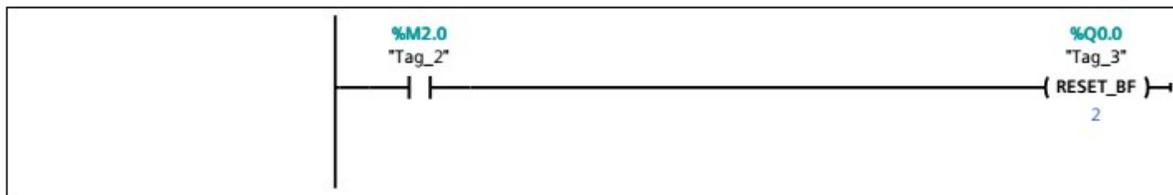
Segmento 1:

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



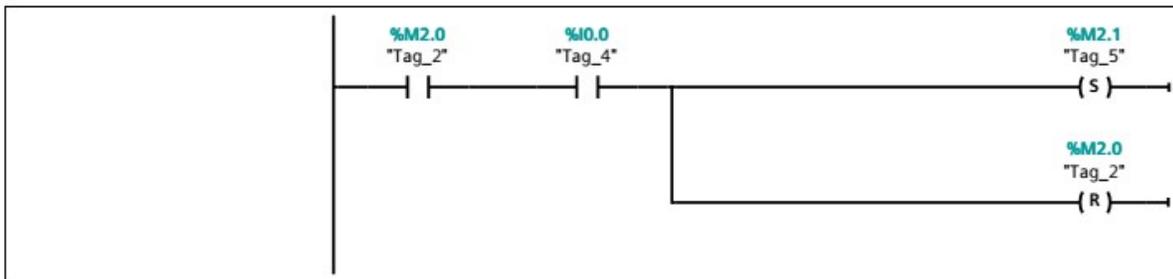
Segmento 2:

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



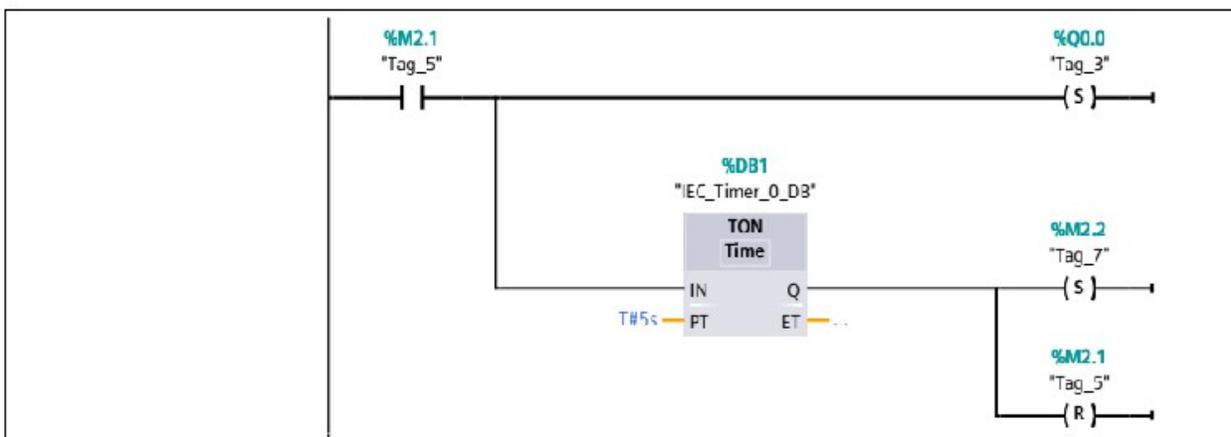
Segmento 3:

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

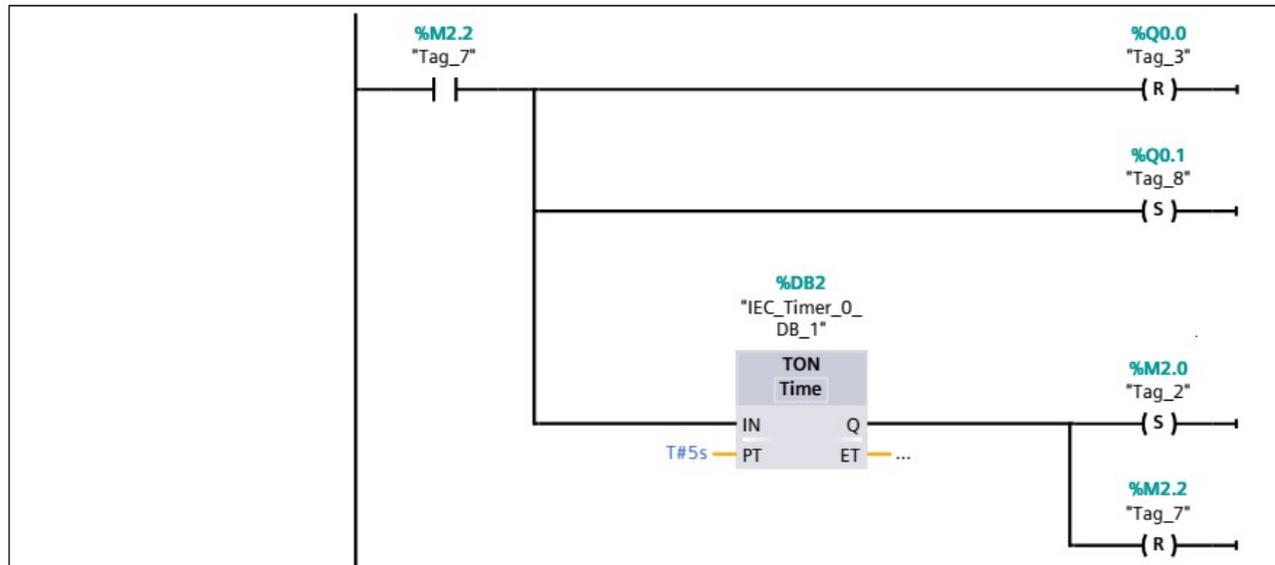


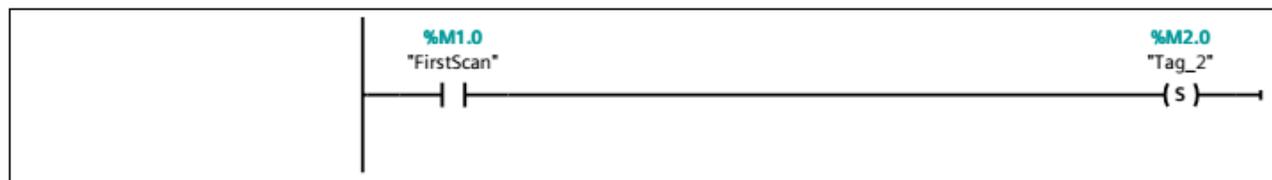
Figura 10. Programa creado a partir del GRAFCET de la Figura 8.

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)

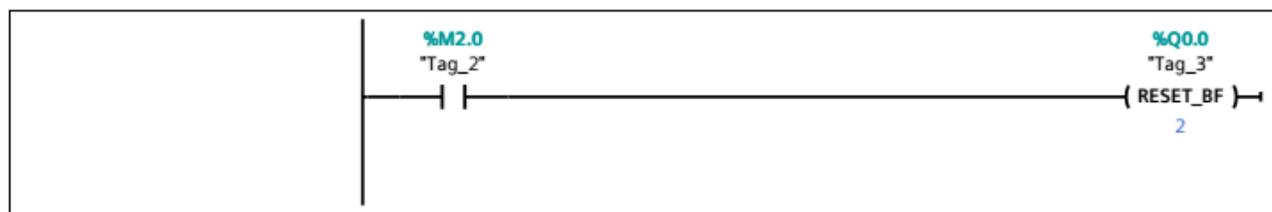
Segmento 1:

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



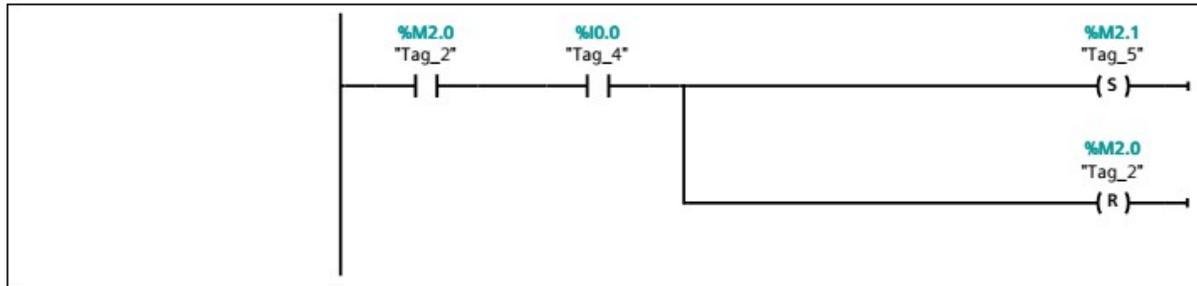
Segmento 2:

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



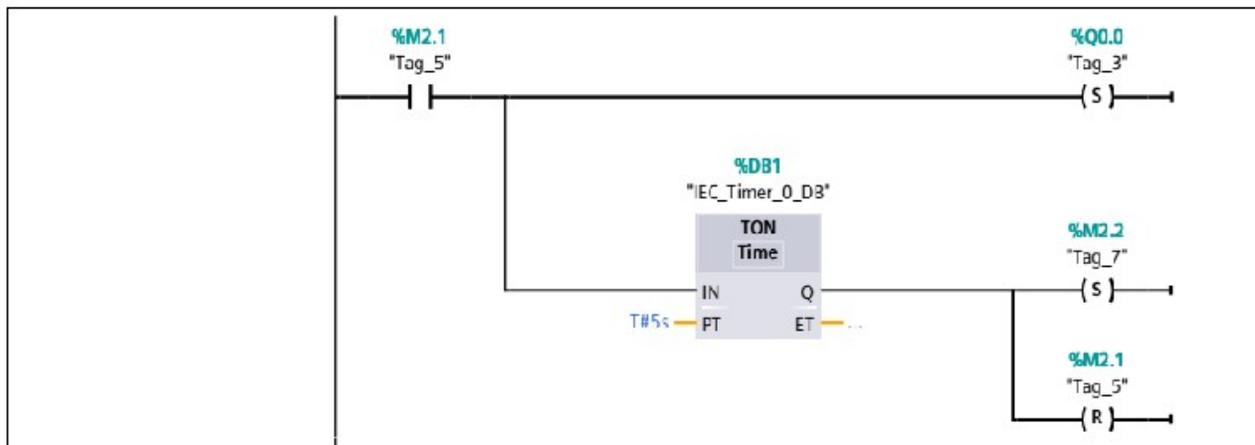
Segmento 3:

Condiciones de transición, hacia la siguiente etapa



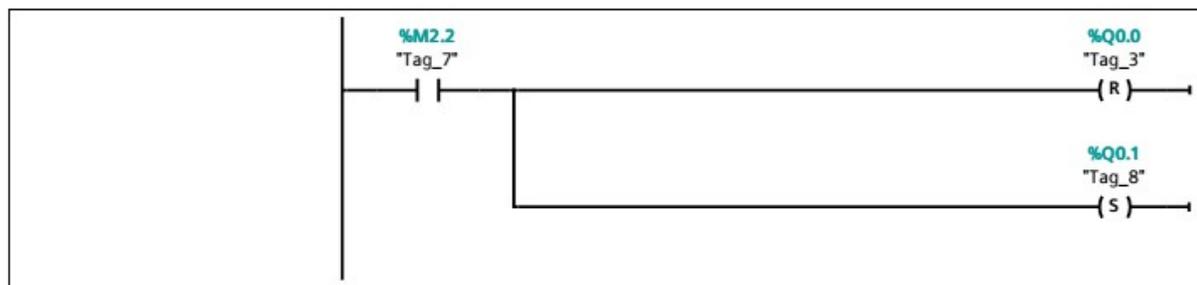
Segmento 4:

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

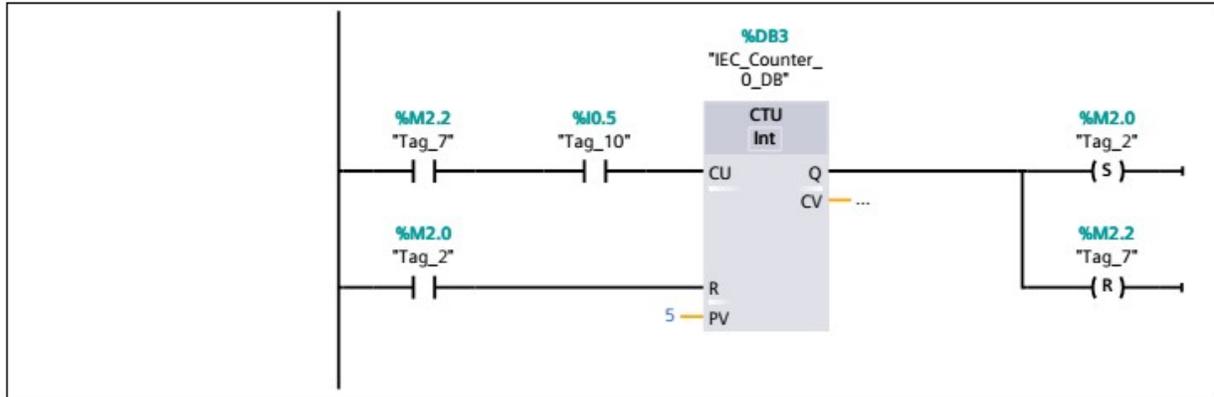


Figura 11. Programa creado a partir del GRAFCET de la Figura 4 modificado.

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.

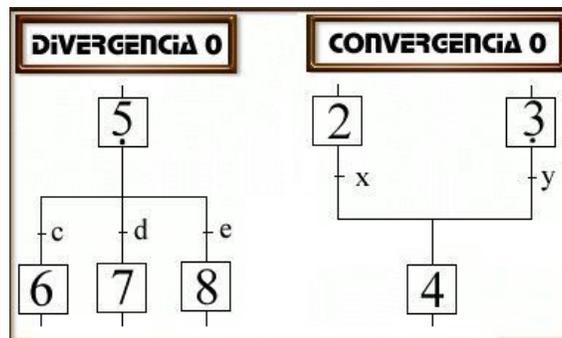


Figura 12. Divergencia en O y Convergencia en O.

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.

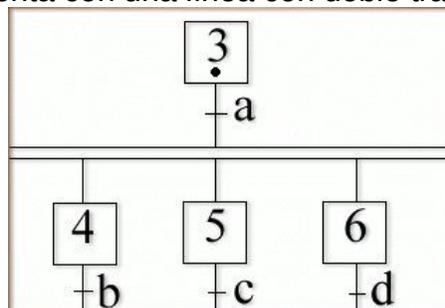


Figura 13. Divergencia Y.

8. En el siguiente ejemplo se tiene una bifurcación en Y, codifíquela en el STEP7(TIA PORTAL) y pruebe su funcionamiento.

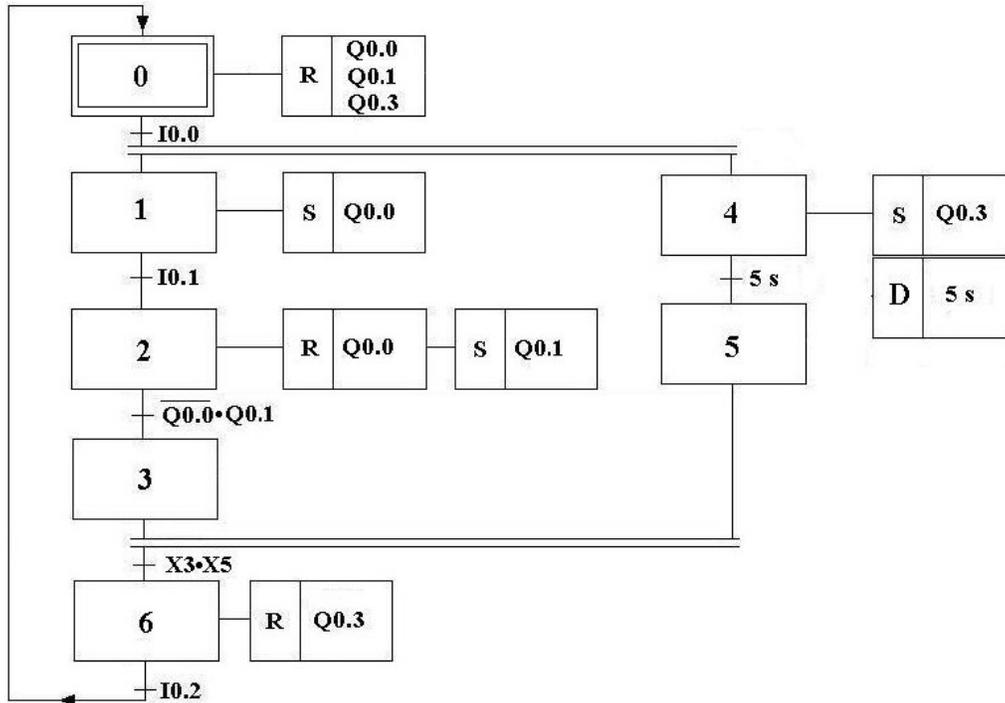


Figura 17. Bifurcación y convergencia en Y

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.

9. Realice el GRAFCET y el programa del siguiente sistema:

Control de llenado de un tanque de agua caliente.

Se desea mantener el nivel del tanque de agua caliente entre los límites inferior y máximo, para ello se cuenta con 4 sensores de nivel (normalmente cerrados), tres bombas, una de llenado rápido, otra de llenado lento y otra bomba de vaciado, además de un sensor para controlar la temperatura del agua.

Inicialmente el tanque se encuentra vacío, al presionar el pulsador de "Inicio" (normalmente abierto) se activa la bomba de llenado rápido inyectando agua al tanque, cuando el agua llega al nivel superior se desactiva la bomba de llenado rápido y activa la bomba de llenado lento, en este punto si la temperatura no ha llegado al valor máximo la bomba continuará llenando el tanque hasta llegar al nivel máximo donde se apagará, el proceso completo se repetirá cuando el agua

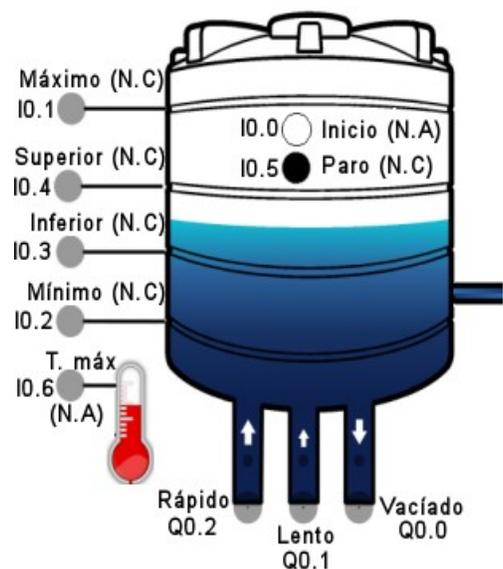


Figura 18. Tanque de agua caliente.

descienda al nivel inferior, pero si la temperatura máxima fue alcanzada la bomba de llenado lento se apaga y se activa la bomba de vaciado, la cual se apagará hasta que se llegue al nivel mínimo, ahí se esperará a que la temperatura haya descendido, cuando esto ocurra se reinicia el proceso de llenado quedando de manera cíclica hasta que se presione el botón de “paro” (normalmente cerrado), si el tanque está en el nivel mínimo apaga las tres bombas y va a esperar que se presione de nuevo “inicio”, sino apaga las bombas de llenado y se activa la de vaciado hasta que el agua alcanza el nivel mínimo donde esta también se apaga y se va a esperar que se presione “inicio”.

10. Para la prueba del programa se utilizará el módulo didáctico de simulación de tanque, para ello realice las conexiones mostradas en la Figura 19.

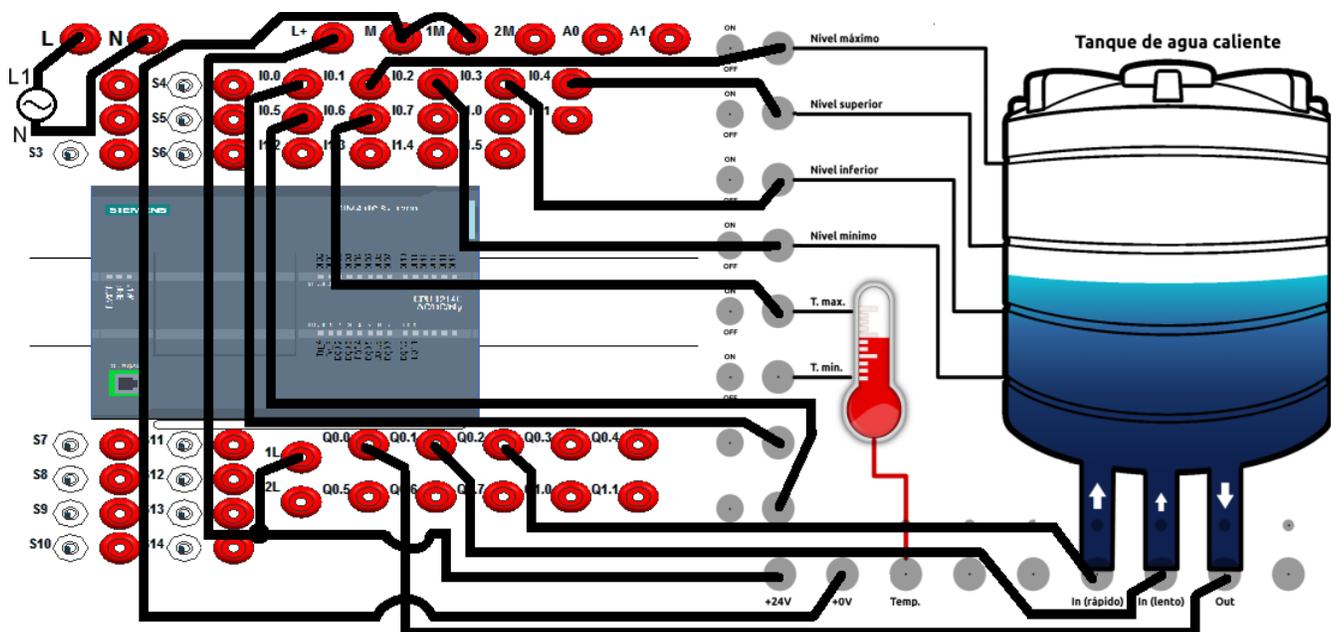


Figura 19. Conexión entre el PLC S7-1200 y el módulo didáctico de simulación de tanque.

Análisis de Resultados

- Muestre el funcionamiento de los programas generados a partir de los GRAFCET de las Figuras 16 y 17.
- Presente un documento con el GRAFCET que creó para el ejercicio de la Figura 18 y muestre el funcionamiento del programa al docente de laboratorio.

Investigación Complementaria

- Realice 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 accedió.

Bibliografía

- García, C., Gil, A., Llorens, F., Mañas, C., y Martín, J., (1999), *Autómatas Programables, Programación y Aplicación Industrial*, Cádiz, España: Universidad de Cádiz.
- *Curso de GRAFCET y GEMMA*. Disponible en: <http://recursos.citcea.upc.edu/grafcet/indice.html> .Consultado en enero de 2019.

Guía 4: GRAFCET y S7-1200

Alumno:

Máquina No:

Docente:

GL:

Fecha:

EVALUACIÓN					
	%	1-4	5-7	8-10	Nota
CONOCIMIENTO	25%	Conocimiento deficiente de los fundamentos teóricos	Conocimiento y explicación incompleta de los fundamentos teóricos	Conocimiento completo y explicación clara de los fundamentos teóricos	
APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	70%	Cumple con uno o ninguno de los siguientes criterios: -Codificación de programas a partir de un GRAFCET de solamente etapas secuenciales. -Codificación de programas a partir de un GRAFCET con convergencia y divergencia O e Y -Creación de un GRAFCET y su codificación a partir de un problema	Cumple con dos de los criterios	Cumple con los tres criterios	
ACTITUD	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.	
TOTAL	100%				