

Diseño de programas en GRAFCET

5.1 Método de programación GRAFCET

Con la finalidad de desarrollar un método de programación para automatizar procesos secuenciales se desarrollo el GRAFCET (Grafico Funcional de Control de Etapas y Transiciones), este método de diseño se desarrolló en Francia a mediados de los años setenta.

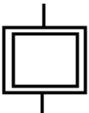
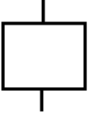



El GRAFCET es un diagrama lógico que describe las etapas que intervienen en un proceso de automatización secuencial, los principios en que se basa el funcionamiento de este método de programación son los siguientes:

- El proceso de automatización se descompone en n etapas.
- En cada etapa se realiza una acción.
- Una etapa tiene asociada una condición de transición, la cual condiciona la activación de la siguiente etapa.
- Cuando una condición de transición se hace verdadera se valida la activación de la siguiente etapa y se desactiva la etapa precedente.

5.2 Construcción de diagramas GRAFCET

Para realizar un diseño de un programa de automatización en GRAFCET se utilizan los símbolos que se muestran en la tabla 5.1, una etapa se representa mediante un cuadrado al cual se le asigna un número de identificación, a la derecha de este cuadrado se coloca un rectángulo en el cual se escriben las acciones involucradas en la etapa. La unión entre el cuadrado y rectángulo se lleva a cabo mediante una línea recta, en la figura 5.1 se presenta un ejemplo de un diagrama GRAFCET.

Tabla 5.1 Símbolos de programación en GRAFCET

Símbolo	Nombre	Descripción
	Etapa inicial	Indica el comienzo del esquema GRAFCET
	Etapa	Su activación permite realizar la acción asociada a la etapa.
	Unión	Se utiliza para enlazar etapas del GRAFCET
	Transición	Condición para activar la etapa siguiente y desactivar la precedente.
	Acción	Se utiliza para especificar las tareas que se deben realizar en una etapa

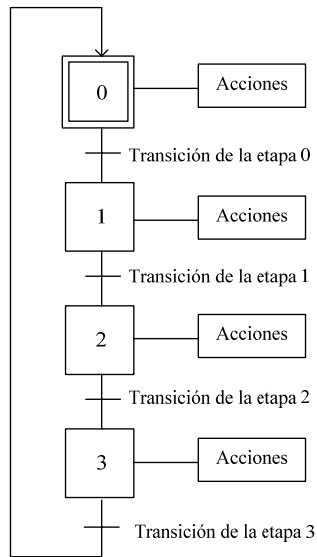


Figura 5.1 Diseño de un sistema Grafcet

5.3 Estructuración de un programa en GRAFCET

La programación en GRAFCET cuenta con varias opciones para estructurar el diseño de sus etapas y sus acciones.

5.3.1 Opciones de ejecución de las etapas

La ejecución de las etapas de un GRAFCET se pueden llevar a cabo de tres maneras:

- Lineales
- Bifurcación en OR
- Bifurcación en AND

Lineales

La ejecución de las etapas se llevan a cabo una a continuación de la otra, tal como se presenta en la figura 5.1.

Bifurcación en OR

Este tipo de estructura se utiliza para proponer caminos alternativos en la ejecución de las etapas de un GRAFCET. Una característica típica de las bifurcaciones (OR y AND) es que la estructura adquiere una forma divergente que posteriormente converge en las siguientes etapas del GRAFCET

Bifurcación en AND

La bifurcación en AND se utiliza para ejecutar de manera simultánea las acciones de varias etapas.

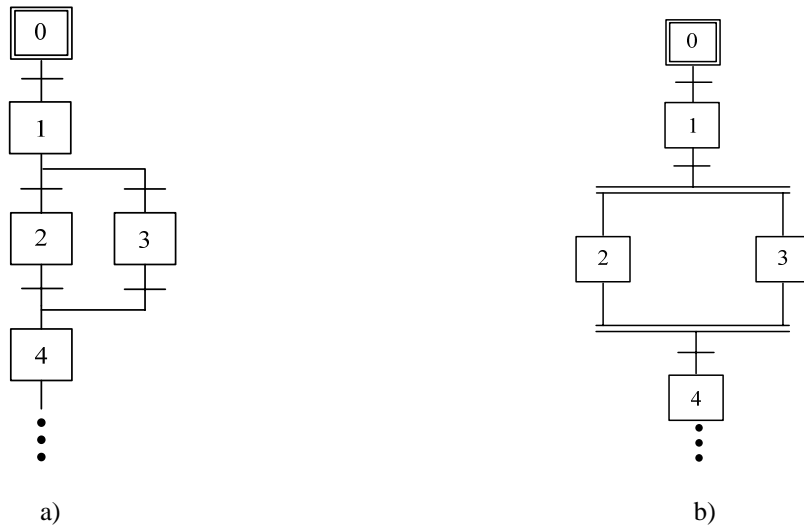


Figura 5.2 a) Bifurcación tipo Or b) Bifurcación tipo AND

5.3.2 Opciones de ejecución de las acciones

De acuerdo con la lógica de programación de un diseño de automatización se pueden dar varias formas de ejecutar una acción de un GRAFCET, en la siguiente figura se muestran algunos ejemplos

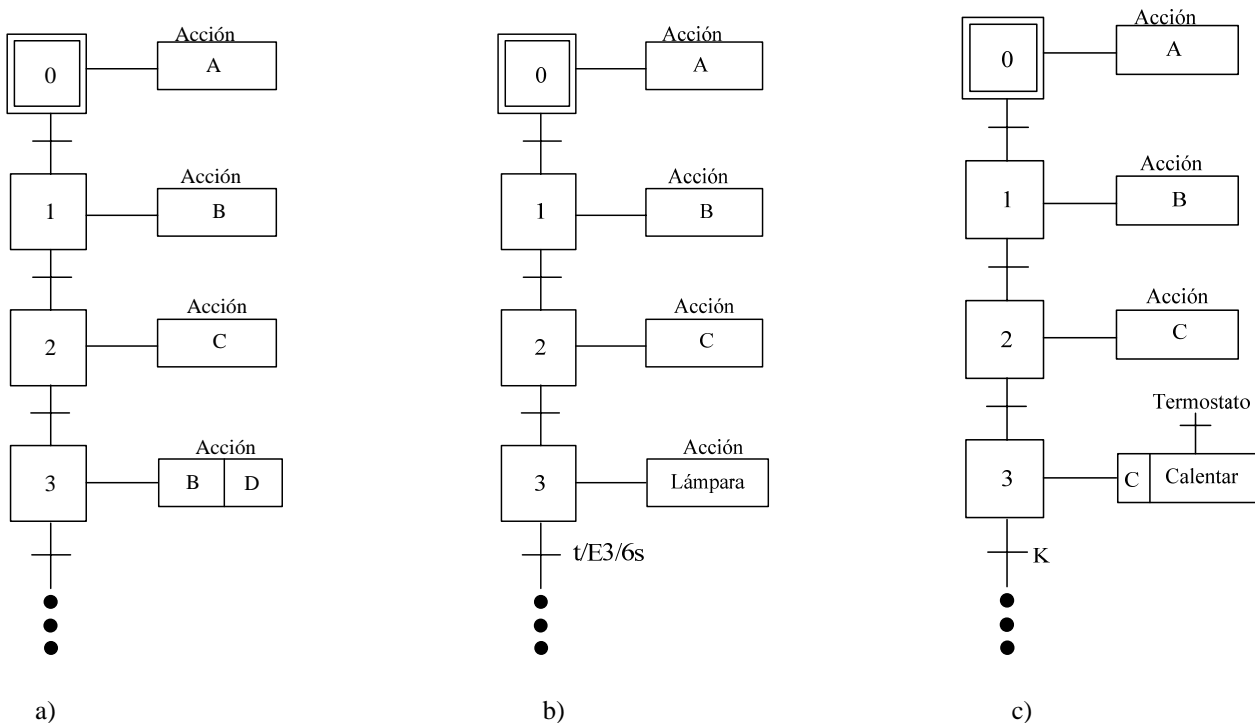


Figura 5.3 a) Acciones repetidas b) Acción temporizada c) Acción condicionada

En la primera opción de la figura 5.3, la acción B se repite en la etapa 3, en el segundo diagrama, figura 5.3 b, la transición de la etapa tres depende del resultado de un timer y en la última opción, figura 5.3 c, la ejecución de la acción de la etapa 3 depende de la validación de un termostato (acción

condicionada).

5.3.3 Macroetapas

Cuando se desarrolla un GRAFCET se puede presentar el caso que una de sus etapas sea un subprograma, para dar mayor claridad en su escritura se recomienda escribir este subprograma aparte de la estructura principal del GRAFCET, a esta nueva estructura se le conoce como macroetapa. El símbolo para representar una macroetapa es un rectángulo que contiene la siguiente información:

- Un número que corresponde a la secuencia de etapa
- Una clave de identificación de la macroetapa, esta clave se forma con la letra M y un número de identificación de la macroetapa.
- Una etiqueta que describe la función que realiza la macroetapa

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una estructura GRAFCET con una macroetapa.

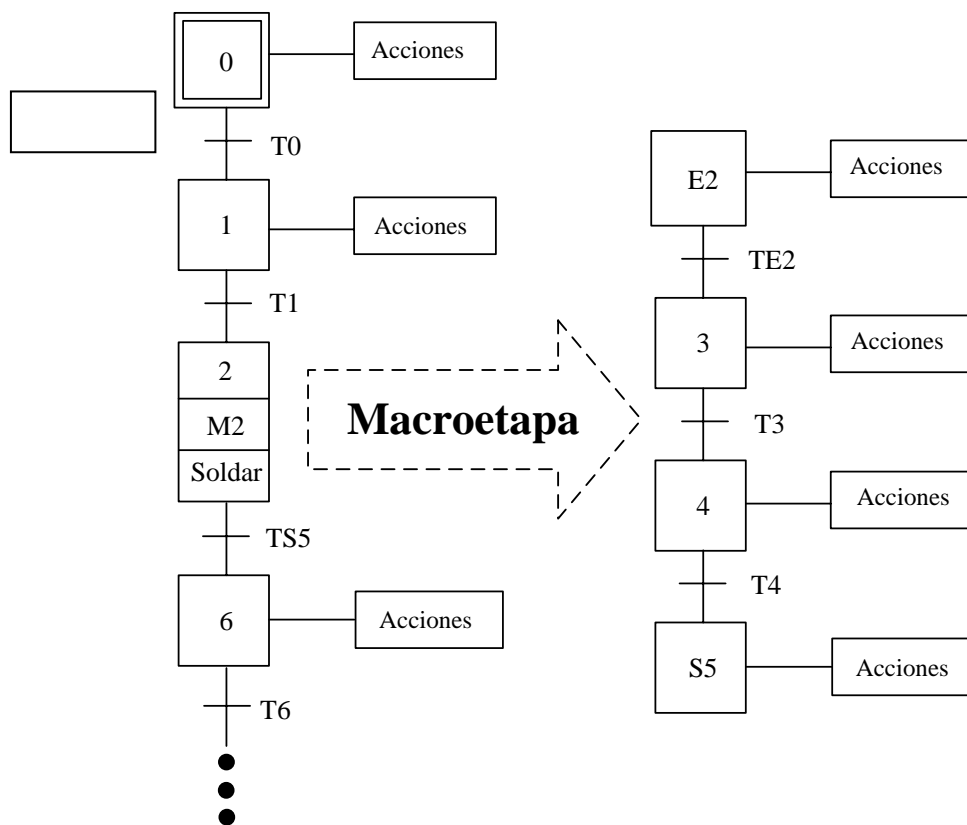


Figura 5.4 Estructura para implementar una Macroetapa de un GRAFCET

Una misma macroetapa puede ser solicitada en distintos momentos y puntos del GRAFCET principal, sin embargo, se debe evitar llamar a una macroetapa mientras está en operación.

5.4 Relé de control secuencial

El PLC S7-200 cuenta con la instrucción SCR, (relé de control secuencial) para la programación de aplicaciones que requieran la ejecución de varias etapas de forma secuencial, esta instrucción es una herramienta práctica para construir programas diseñados con la estructura GRAFCET.

La instrucción de relé de control secuencial se forma con los siguientes comandos.

SCR. Relé de control secuencial, esta instrucción indica el comienzo de una etapa secuencial. Se utilizan exclusivamente para esta operación el área de la memoria S, a cada etapa SCR se le asigna un bit de control, (S0.0, S0.1 ...)

SCRT. Transición del relé secuencial, esta instrucción activa el bit de control de la siguiente etapa y desactiva el bit de control su propia etapa.

SCRE. Fin del relé secuencial, señala la conclusión de una etapa SCR.

Ejemplo

Se requiere activar un foco de color verde durante 8 segundos concluido este tiempo se debe activar otro foco de color amarillo durante 5 segundos, este proceso debe comportarse de forma cíclica.

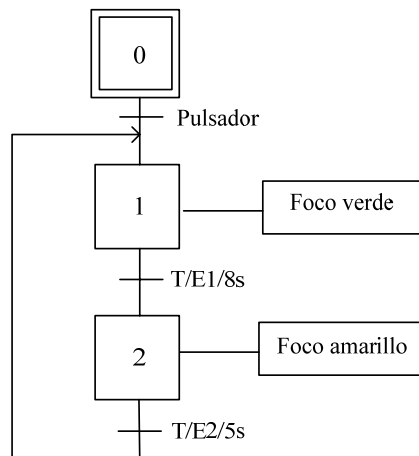


Figura 5.5 Diseño de un GRAFCET para la activación temporizada de focos en un proceso cíclico

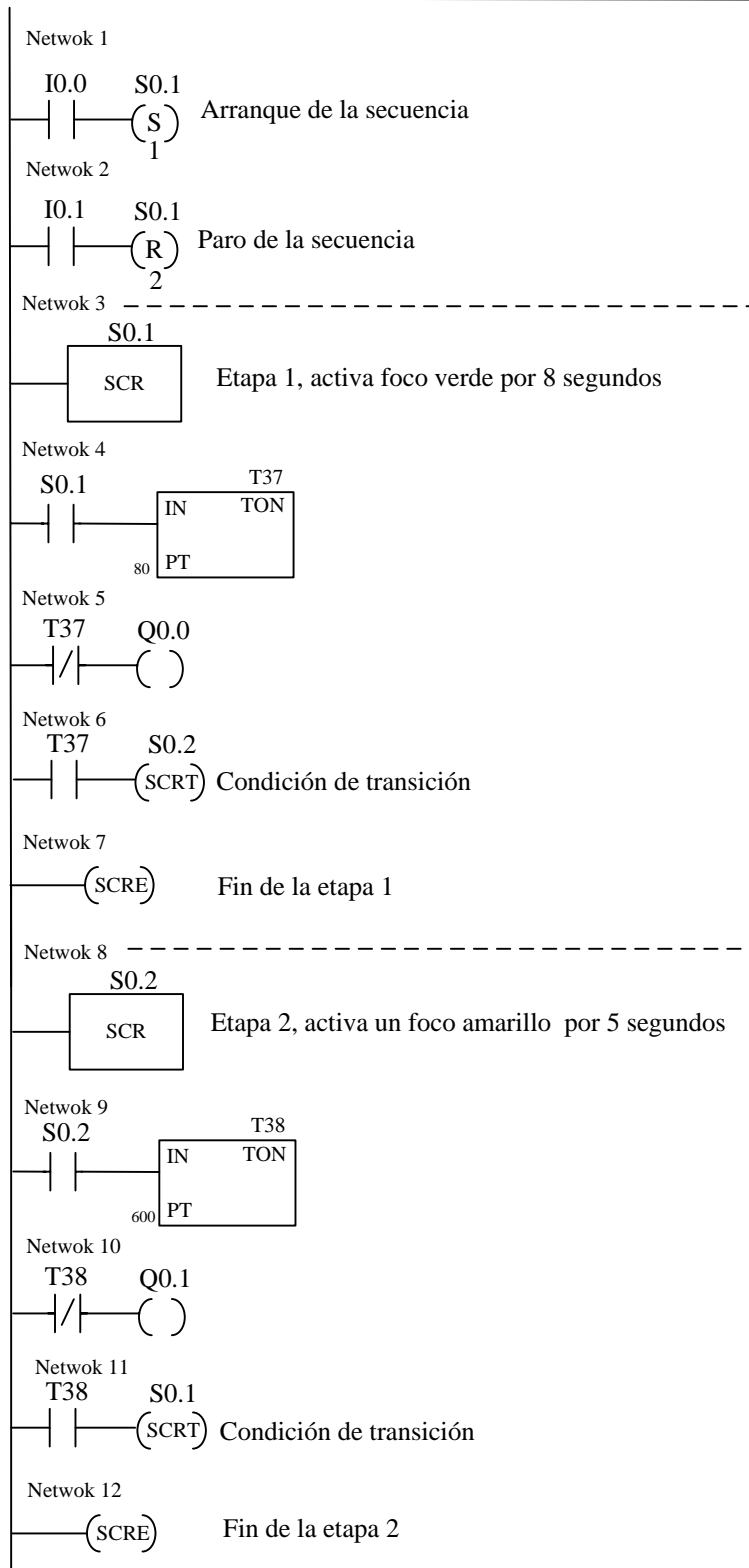


Figura 5.6 Programación con estructuras SCR

5.5 Ejercicios

5.5.1 GRAFCET para la operación de un elevador

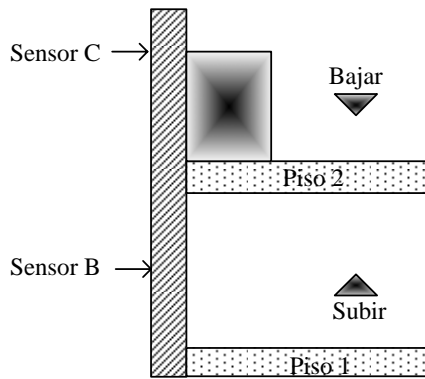


Figura 5.7 Esquema del problema

5.5.2 GRAFCET para la operación de un sistema de enfriamiento

Diseñar un GRAFCET para automatizar el sistema de enfriamiento de una máquina, este sistema está formado por un ventilador y una bomba que se encarga de inyectar un líquido refrigerante a través de un serpentín. Las condiciones de operación que se deben programar en el PLC son las siguientes:

- Si la temperatura de la máquina es inferior a los 70°C se debe prender un foco de color verde.
- Si la temperatura es mayor o igual a los 70°C, se debe apagar el foco verde y activar de forma simultánea, una lámpara roja (alarma), el ventilador y la bomba del sistema de enfriamiento.
- Cuando el sistema de enfriamiento logre mantener la temperatura igual o menor a los 60°C se debe apagar la bomba y mantener trabajando el ventilador durante 5 segundos. Concluido este tiempo, se debe apagar el foco rojo y prender el foco verde.