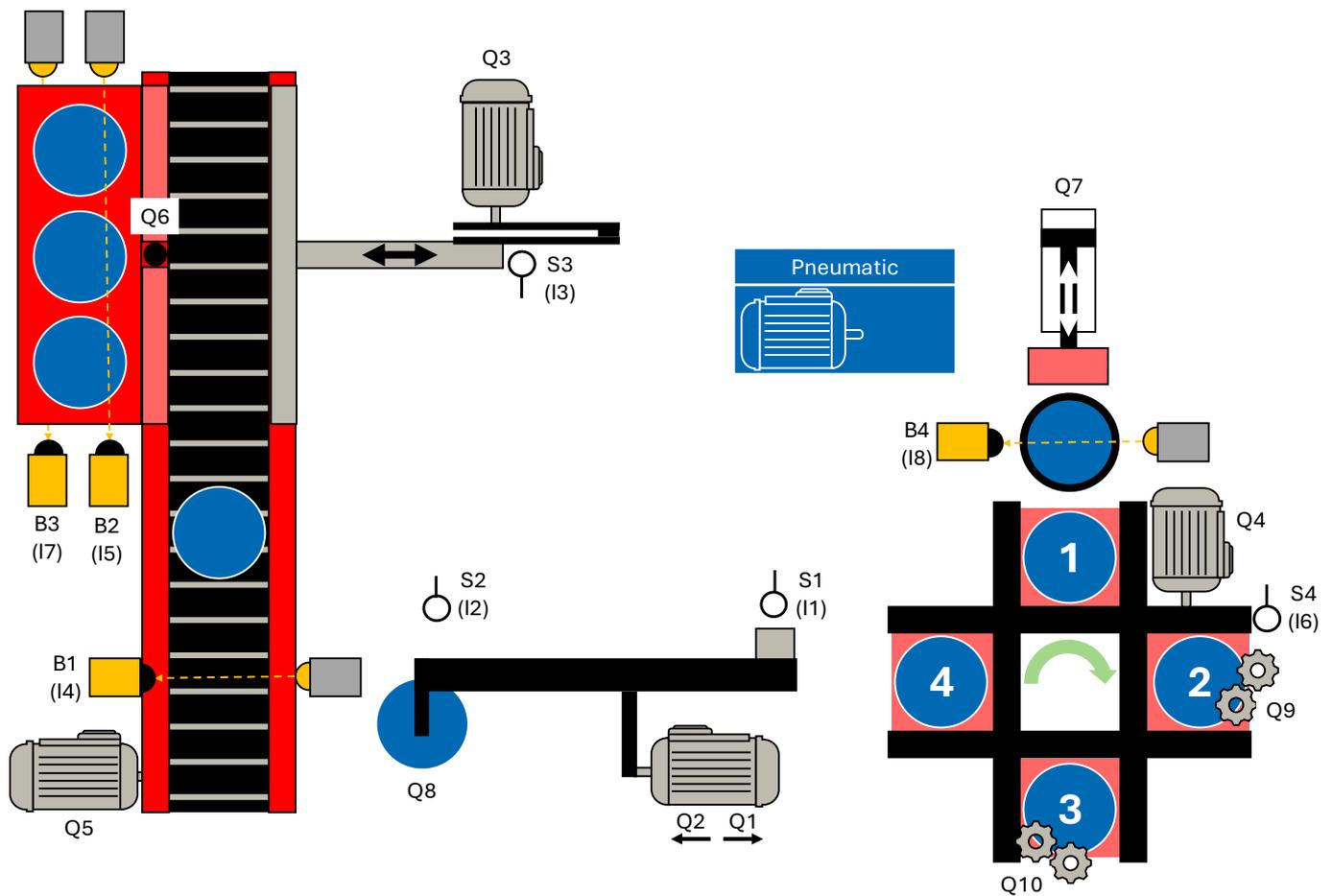


# Línea de producción de 24 V

GRAF CET



**Índice**

4	GRAFCET .....	1
4.1	Introducción.....	1
4.2	Normas de creación.....	2
4.2.1	Paso inicial.....	2
4.2.2	Transición .....	2
4.2.3	Acciones .....	5
4.2.4	Bifurcación alternativa .....	10
4.2.5	Bifurcación simultánea.....	11
4.3	Ejercicio: Planificación de la cadena de secuencias con GRAFCET .....	12

## 4 GRAFCET

### 4.1 Introducción

GRAFCET, también conocido como "Graphe Fonctionnel de Commande **Étape-Transition**" o "Sequential Function Chart" (SFC), es una herramienta estandarizada de modelado gráfico para la descripción y especificación de tareas de control y regulación en la tecnología de automatización. Se definió en la norma IEC 60848 y es una herramienta esencial para programar y documentar controladores lógicos programables (PLC).

En la automatización industrial moderna, es crucial planificar y ejecutar tareas de control complejas de forma clara y estructurada. GRAFCET ofrece un método estandarizado que permite a los ingenieros modelar procesos de control de forma fácilmente comprensible y verificable. La función de un sistema se representa con pasos y condiciones de conmutación (= transiciones).

En el desarrollo de una máquina o un sistema intervienen muchas personas de disciplinas muy diversas. GRAFCET sirve como una especie de lenguaje comprensible para todos, independientemente de su área de especialización. El objetivo es que todos los empleados puedan comprender muy rápidamente el funcionamiento y el comportamiento de control del sistema. No importa qué tipo de sistema de control se utilice posteriormente en el área de producción.

## 4.2 Normas de creación

### 4.2.1 Paso inicial

Cada cadena de pasos debe comenzar en un punto específico, y para ello se utiliza el paso inicial. Esto se reconoce por el doble marco. Tras el encendido, el regulador se encuentra automáticamente en el paso inicial, pero antes de la orden START. La norma se refiere a este estado como "situación inicial". En la siguiente ilustración, el paso 1 se muestra como el paso inicial, pero al paso inicial también se le puede dar un cero u otro número. Sólo es importante la doble trama. Sin embargo, al crear un GRAFCET, cada desarrollador debe asignar la numeración del paso inicial y de todos los pasos posteriores no de forma arbitraria, sino de acuerdo con la lógica del sistema.

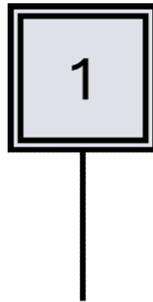


Imagen 1 Paso inicial

### 4.2.2 Transición

Para pasar del paso actual al siguiente, debe cumplirse una condición, que se denomina condición de transición. Si el paso actual está activado y se cumple la condición de transición al paso siguiente, el paso actual se desactiva y se activa el paso siguiente. Las transiciones se representan mediante una barra horizontal en una línea de arriba abajo (conexión entre dos pasos). El nombre de la transición puede aparecer a la izquierda de la barra, pero no es necesario asignarlo. La condición de transición propiamente dicha aparece a la derecha del guión y puede mostrarse en forma de texto, como expresión booleana o incluso gráficamente. Sin embargo, la condición de transición suele mostrarse como una expresión booleana.

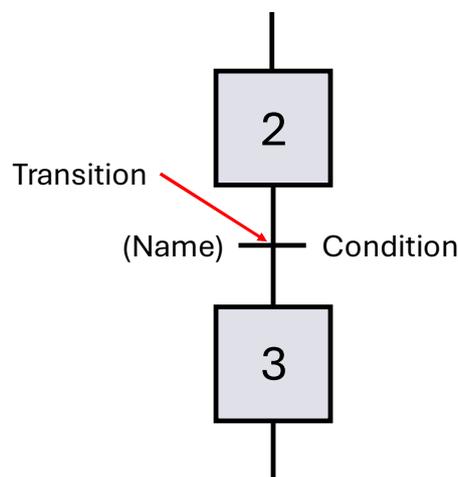


Imagen 2 Transición

Las operaciones lógicas AND, OR y NOT son completamente suficientes para representar cualquier operación booleana. La operación AND se representa en

GRAFCET mediante " - ". Como este carácter no está contenido en el conjunto de caracteres ASCII, también puede utilizarse " \* ". La operación OR se representa mediante " + " y la operación NOT se representa mediante una barra encima de la variable binaria.

Para consultar un cambio de estado (flanco) de una condición de conmutación, basta con colocar delante de ella una flecha apuntando verticalmente hacia arriba o hacia abajo.

Mediante el uso de paréntesis, los símbolos pueden combinarse entre sí según sea necesario.

Representación	Significado
$S1 \bullet S2$	S1 Y S2
$S1 + S2$	S1 O S2
$\overline{S1} \bullet \overline{S2}$	no S1 y no S2
$\uparrow S1$	Flanco ascendente de S1
$\downarrow S2$	Flanco descendente de S2
$(S1 \bullet S2) + (S3 \bullet S4)$	S1 Y S2, O S3 Y S4
$(S1 + S2) \bullet (S3 + S4)$	ya sea S1 O S2, Y además S3 O S4
$(\overline{S1} \bullet S2) + (S3 \bullet \overline{S4})$	S1 no AND S2, OR pero S3 AND S4 no
$\uparrow(S1 \bullet S2) + \downarrow(S3 \bullet S4)$	flanco ascendente de la operación lógica (S1 AND S2), O pero sin flanco de bajada (S3 Y S4)

Tabla 1 Enlaces de bits

### Tiempos de transición

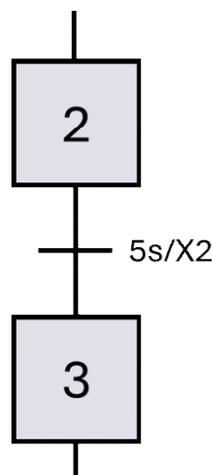


Imagen 3 Transición en función del tiempo

Un paso se representa mediante una "X" con el número correspondiente.

La X está prescrita por la norma, el número es de libre elección, pero siempre debe asignarse con sensatez.

Significado de la transición: 5s después del inicio del paso 2, el sistema pasa al paso 3.

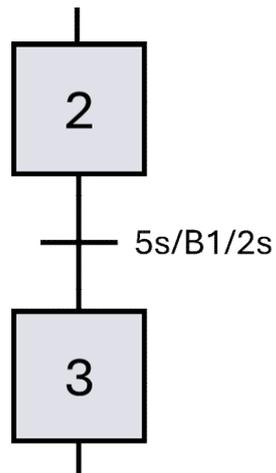


Imagen 4 Transición con 2 especificaciones de tiempo

Las especificaciones de tiempo a la izquierda de la condición de transición actúan como retardo de conexión, las especificaciones de tiempo a la derecha de la condición actúan como retardo de desconexión.

Esto da como resultado el siguiente significado de la transición: B1 debe suministrar una señal 1 durante al menos 5 segundos (retardo a la conexión) para que se cumpla la condición de conexión; si B1 deja de estar accionado, la transición sigue cumpliéndose durante 2 segundos más (retardo a la desconexión).

### 4.2.3 Acciones

Si un paso está activo, se ejecuta la acción que tiene asignada (siempre que no haya que cumplir ninguna condición adicional). Sin embargo, se pueden asignar varias acciones a un paso, todas las cuales se ejecutan simultáneamente.

Cuál de las variantes descritas se utilice es básicamente irrelevante.

A veces, sin embargo, la elección de la variante GRAFCET depende simplemente del espacio disponible.

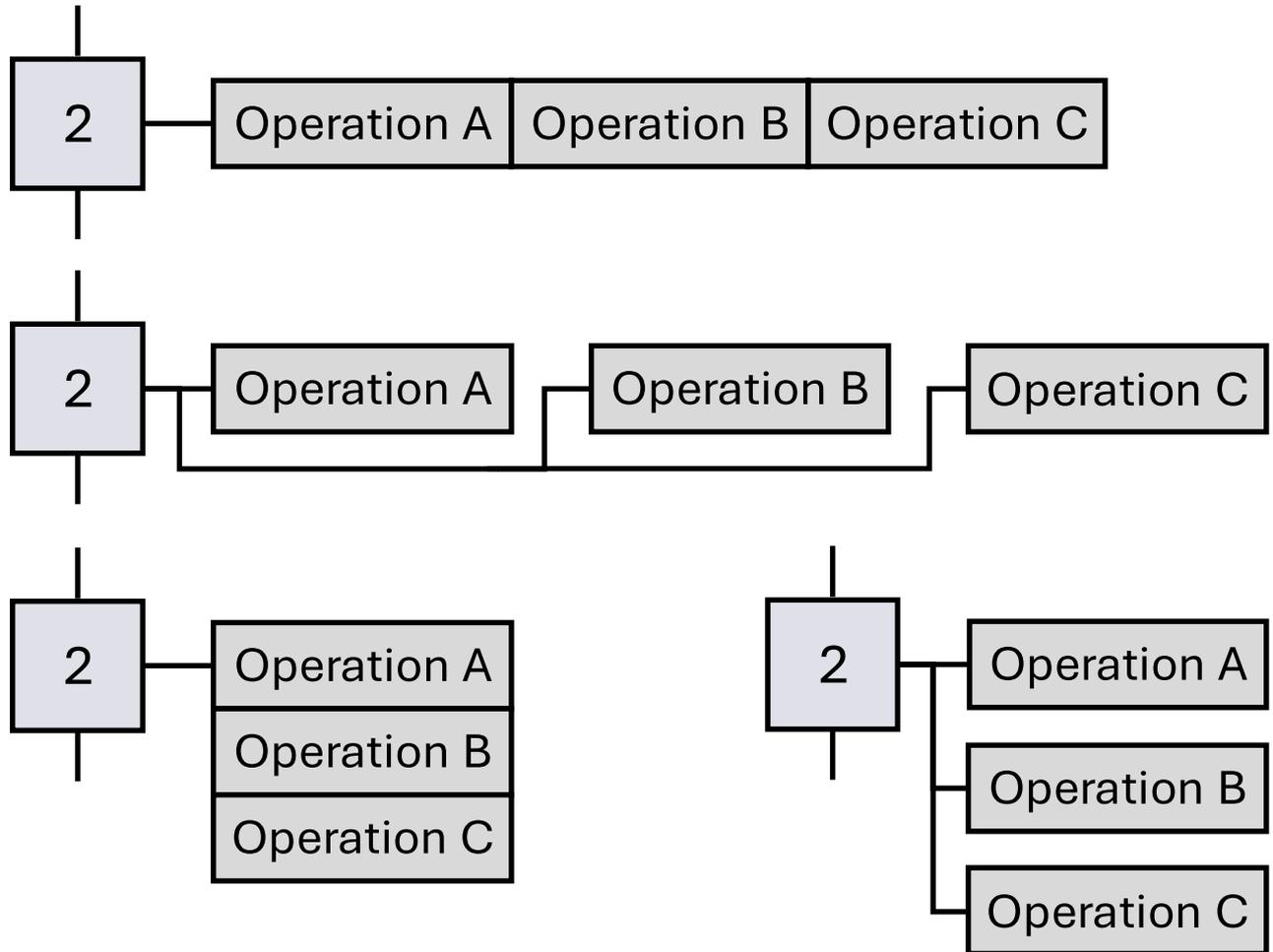


Imagen 5 Opciones de visualización de las acciones



Las acciones A - C tienen lugar simultáneamente, por lo que no hay orden cronológico.

### Acción continua

La "acción de acción continua" debe distinguirse de la "acción de acción continua con asignación". Con la acción continua, a la variable descrita en la casilla de acción se le asigna el valor 1 mientras el propio paso asociado esté activo; un paso inactivo asigna el valor cero a una variable de una acción continua.

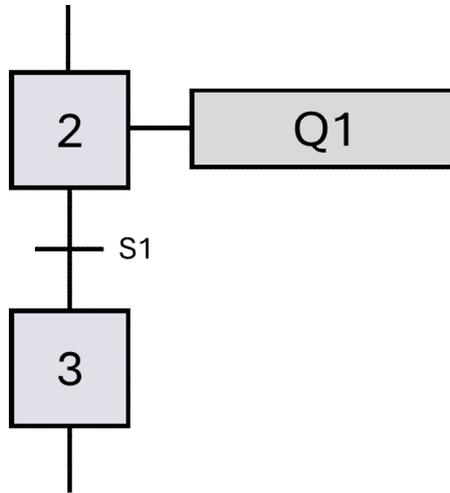


Imagen 6 Acción continua

Mientras el paso 2 esté activo, la bobina del contactor permanecerá activada. En el paso 3, a la bobina del contactor se le asigna el valor 0, ya que el paso 2 está inactivo.

- i** Si una variable se describe mediante una acción de acción continua, ¡ya no podrá describirse en otro lugar con una acción de almacenamiento!

### Acciones continuas con condición

Las acciones continuas siempre se ejecutan cuando el paso asociado está activo. También se puede especificar una condición adicional.

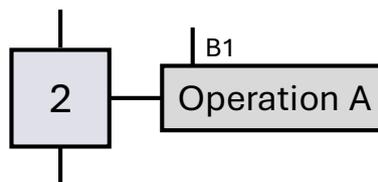


Imagen 7 Acción continua con condición

La variable de la acción recibe el valor 1 si el paso correspondiente está activo y se cumple la condición de asignación. En todos los demás casos, la variable recibe el valor 0.

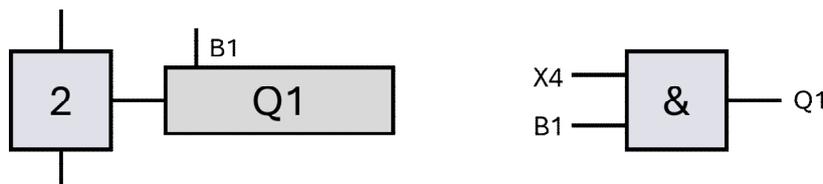


Imagen 8 Comparación de GRAFCET y FUP

### Acción de almacenamiento

A diferencia de una acción continua, que sólo está activa mientras lo esté el paso asociado, una acción de guardado conserva su valor hasta que se sobrescribe o se restablece (normalmente en otro paso).

":= " indica que se trata de una acción de ahorro.

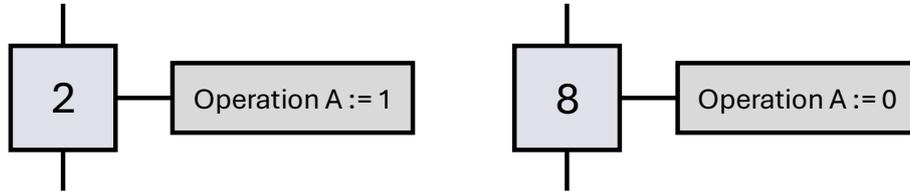


Imagen 9 Acción de almacenamiento

### Acción al activar/desactivar un paso

Si el valor se asigna cuando se activa el paso, es decir, cuando hay un flanco de subida de la señal de la variable de paso, la acción se indica con una flecha apuntando hacia arriba.

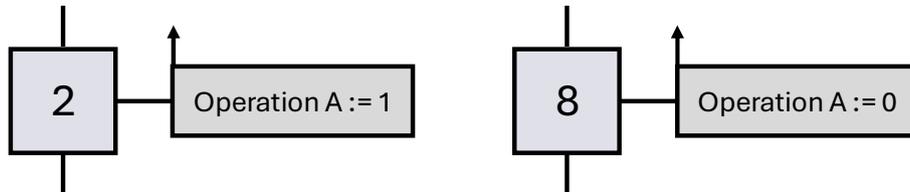


Imagen 10 Acción de almacenamiento al activar el paso

En cuanto se activa el paso 2, a "Acción A" se le asigna el valor 1 y se guarda. La "Acción A" conserva este valor aunque el paso 2 ya no esté activo. Si se activa el paso 8, se asigna el valor 0 a la "Acción A". La variable conserva este valor hasta que otra acción sobrescriba el valor.

Si el valor se asigna cuando el paso está desactivado, es decir, cuando hay un flanco de señal descendente de la variable de paso, la acción se indica con una flecha hacia abajo.

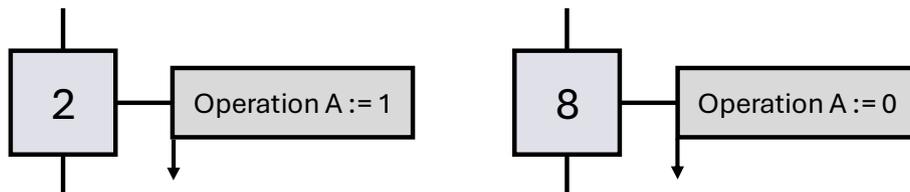


Imagen 11 Acción de guardar al desactivar el paso

En cuanto se desactiva el paso 2, a "Acción A" se le asigna el valor 1 y se guarda. "Acción A" conserva este valor. Si se sale del paso 8, se asigna el valor 0 a "Acción A". La variable conserva este valor hasta que el valor es sobrescrito por otra acción.

### Guardar acción para un evento

Una bandera apuntando hacia un lado indica que la acción se guardará en cuanto se produzca un determinado evento.

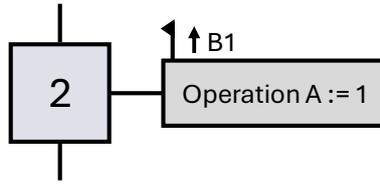
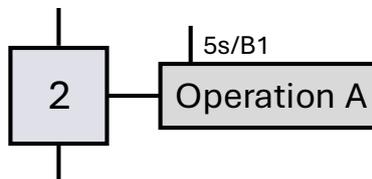


Imagen 12 Acción de almacenamiento para un evento

La variable "Acción A" descrita en la acción sólo recibe el valor especificado si el evento (B1) tiene un flanco ascendente y el paso está activo.

### Acciones y horarios

Acción continua con condición de asignación dependiente del tiempo



Fotografía 13 Acción con condición dependiente del tiempo (retardo a la conexión)

El tiempo especificado a la izquierda de la condición (5 segundos) se inicia en cuanto la condición devuelve un flanco ascendente. (Aquí no es necesaria una flecha).

La acción sólo se ejecuta una vez transcurrido el tiempo.

Este comportamiento corresponde, por tanto, a un retardo de conexión.

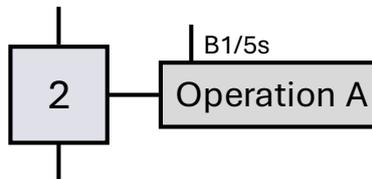


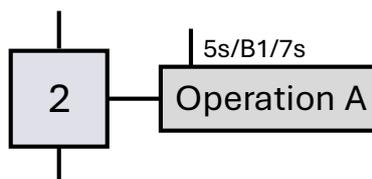
Imagen 14 Acción con condición dependiente del tiempo (retardo de desconexión)

El tiempo especificado a la derecha de la condición (5 segundos) se inicia en cuanto la condición devuelve un flanco descendente. (Aquí no es necesaria una flecha).

La acción se prolonga así 5 segundos.

Este comportamiento corresponde a un retardo de desconexión.

El retardo de conexión y desconexión también puede combinarse:



Fotografía 15 Acción con condición combinada dependiente del tiempo

B1 debe suministrar una señal 1 durante al menos 5 segundos. A continuación, se ejecuta la acción A. Si B1 abandona, la acción permanece activa durante otros 7 segundos.

Las acciones limitadas en el tiempo se indican con una barra de negación sobre la condición.

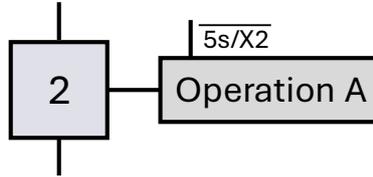


Imagen 16 Acción limitada en el tiempo

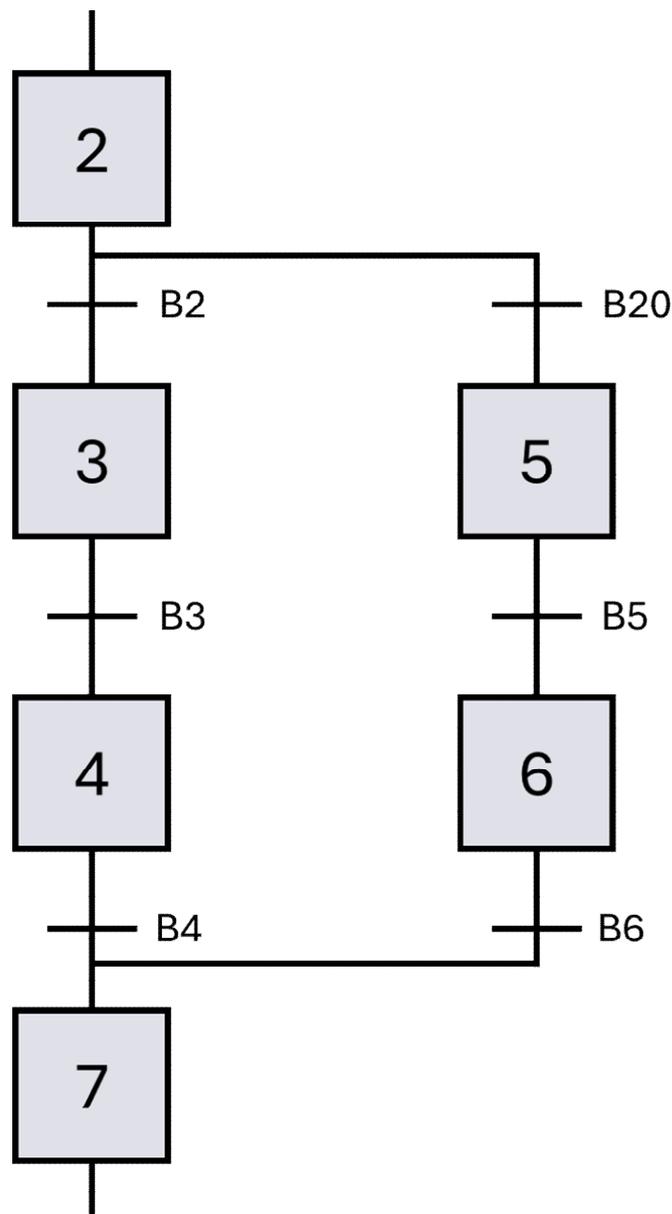
Tras activar el paso 2, a la "Acción A" se le asigna el valor 1 durante 5 segundos.

#### 4.2.4 Ramificación alternativa

Con una selección de secuencia (también llamada ramificación alternativa), se dispone de varias ramas alternativas que se pueden activar. Es importante que las distintas condiciones de transición se formulen de forma que nunca puedan iniciarse dos (o más) ramas alternativas al mismo tiempo. Las distintas ramas se excluyen mutuamente. Si un paso de una rama secuencial está activo, ningún otro paso de otra rama puede estarlo.

Al final de las ramas de selección de secuencias, se produce una fusión de secuencias, tras la cual se vuelve a dar un paso común, independientemente de la rama de secuencia que se haya ejecutado.

Una rama alternativa siempre empieza y termina con una transición.

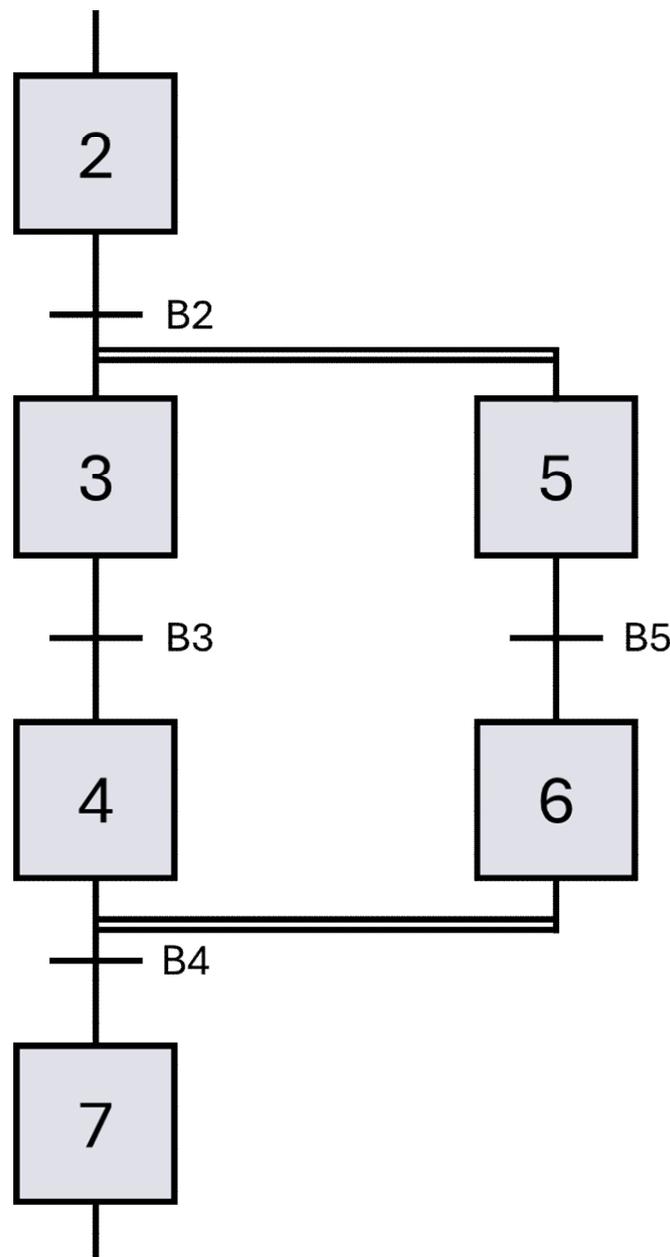


Fotografía 17 Ramificación alternativa

#### 4.2.5 Ramificación simultánea

Durante la sincronización, varias ramas paralelas se ejecutan simultáneamente. Para ello, por supuesto, una rama debe dividirse primero en varias ramas paralelas. Los primeros pasos de todas las ramas paralelas se inician simultáneamente, por lo que sólo hay una condición de transición antes de la división de la secuencia, tras la cual todos los pasos paralelos se inician simultáneamente. Sin embargo, las cadenas paralelas se ejecutan independientemente unas de otras.

Al final de las cadenas de secuencias paralelas, éstas deben fusionarse de nuevo. Para que se produzca la transición al paso común tras la fusión, los últimos pasos de las cadenas de secuencias paralelas deben estar activos y debe cumplirse la condición de transición común.



Fotografía 18 Ramificación simultánea



### 4.3 Ejercicio: Planificación de la cadena de procesos con GRAFCET

Objetivo:

Puedo crear una cadena de secuencias GRAFCET basada en una descripción funcional.

Tarea:

Cree una cadena de secuencias para el tanque agitador en GRAFCET de forma que se implemente la función que se muestra a continuación.

Función:

Se mezclan dos líquidos y se calientan en un recipiente.

Los líquidos pueden introducirse en el depósito a través de las válvulas Q1 y Q2 y vaciarse a través de la válvula Q3.

Los niveles de llenado se registran a través de los sensores de nivel B1 a B3. B1 proporciona una señal de 1 cuando no se acciona. B2 y B3 proporcionan una señal de 1 cuando están activados.

El motor M1 acciona el agitador.

El líquido puede calentarse con el calentador E1.

El botón de arranque y las luces indicadoras P1 a P3 están disponibles para el funcionamiento y la supervisión.

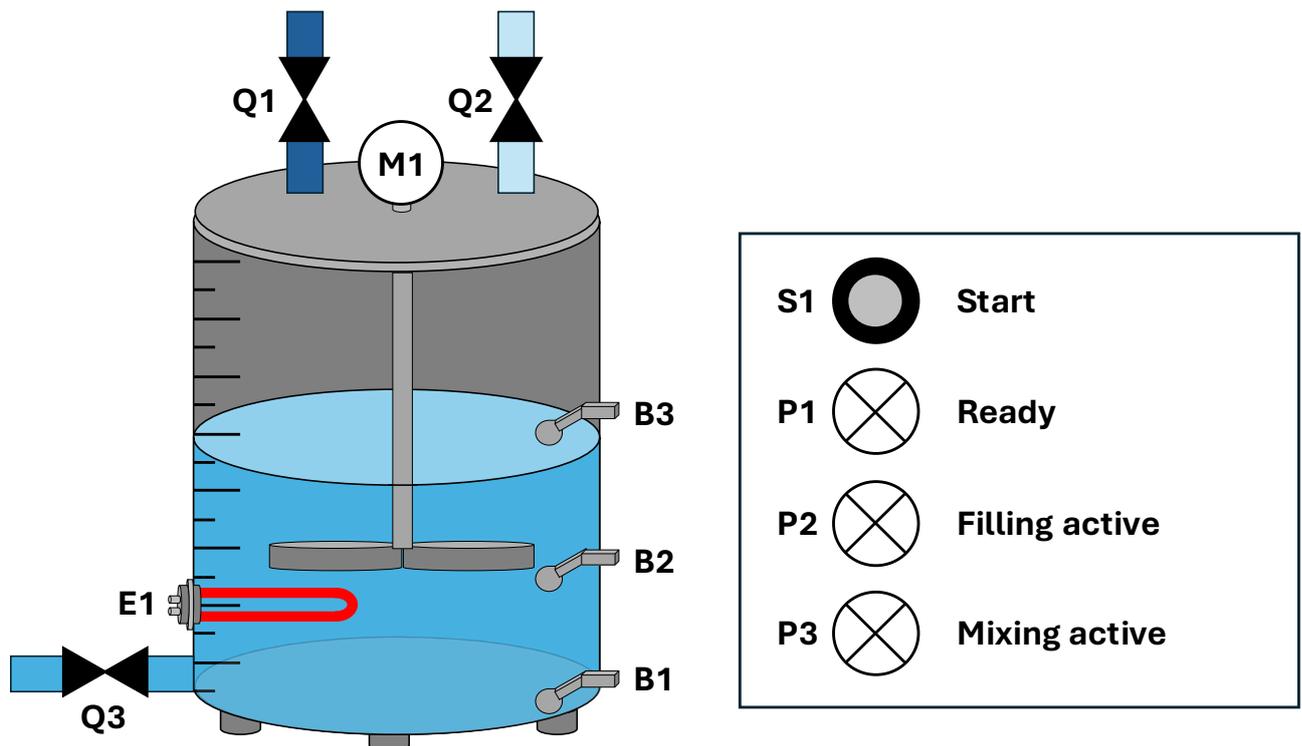


Imagen 19 Tanque agitador

### 1. paso inicial

El proceso puede iniciarse con el botón de inicio (S1) cuando el sistema está listo para funcionar.

Se considera que el sistema está listo para funcionar cuando el depósito agitador está vacío (B1 suministra 1 señal).

La disponibilidad de funcionamiento se indica mediante el indicador luminoso P1.

### 2. rellenar líquido 1

Tras accionar S1, se abre la válvula Q1 para introducir líquido 1 en el depósito. Cuando se alcanza el nivel de llenado requerido (B2 suministra 1 señal), la válvula se cierra de nuevo.

El indicador luminoso P2 se enciende cuando se abre la válvula.

### 3. rellenar el líquido 2

Una vez que el nivel de llenado ha alcanzado el nivel requerido, se introduce el segundo líquido abriendo la válvula Q2. Cuando se alcanza el nivel de B3, se vuelve a cerrar la válvula.

Cuando la válvula está cerrada (saliendo del escalón), el indicador luminoso P2 se apaga.

### 4. calentar y remover

Para obtener una mezcla homogénea, los dos líquidos deben mezclarse durante 25 segundos mientras se aplica calor. El motor de la mezcladora está controlado por M1 y el calentador por E1.

El proceso de mezcla se indica con P3.

### 5. vaciar el contenedor

A continuación, se vacía la mezcla del depósito. Para ello, se abre la válvula de vaciado (Q3) hasta que el depósito esté completamente vacío (B1 suministra 1 señal).

El proceso puede reiniciarse cerrando Q3.



Solución

Solución:

