

Procesos de automatización industrial (Ejemplos clase 4)

Ejemplo 1: Movimiento Carrito de un lado al otro.

En este ejemplo podemos ver el movimiento de izquierda a derecha de un carrito en una plataforma desde el punto A al punto B. En su etapa inicial (Etapa 0), el carrito está en reposo y para que este salga de este estado, se debe presionar el pulsador que manda una señal A de salida o de transición a través del cable de conexión para que este se mueva a la derecha y se active así la etapa 1, desactivándose la etapa 0 o de reposo. Luego de eso, el carrito se desplaza hasta el final de la plataforma y al llegar allí, comprueba la salida B, que es la transición o señal a mandar para poder activar la etapa 2, que es el movimiento hacia la izquierda, y desactivar su etapa anterior (etapa 1), continuando su desplazamiento hacia el final de la plataforma, donde activa la señal A, que indica que está en ese punto y al llegar allí, activa la etapa inicial y desactiva la etapa 2, manteniéndose así en reposo hasta que se vuelva a presionar el pulsador otra vez.

En este ejemplo, se puede ver 3 etapas, las cuales están vinculadas con conexiones de cables donde se desarrolla una acción mientras la etapa asociada está activa. Además, su GRAFCET está estructurado en una secuencia única en forma cíclica, activándose sólo cuando el pulsador es presionado. De lo contrario, no se ejecutará la secuencia o el proceso.

El proceso se basa simplemente en identificar los procesos de activación y desactivación de cada etapa para que este funcione correctamente. Este se halla a través de la siguiente ecuación:

$E_N = S + \bar{R} * E_N$, donde S es la condición de activación y R es la de desactivación

Por ello, las ecuaciones del proceso por cada etapa son:

$$E_0 = E_2 * A + \bar{E}_1 * E_0$$

$$E_1 = E_0 * Puls + \bar{E}_2 * E_1$$

$$E_2 = E_1 * B + \bar{E}_0 * E_2$$

Ejemplo 2: Desplazamiento simultaneo de dos carritos.

Al igual que el ejemplo anterior, se basa en el movimiento de un carrito de izquierda a derecha sobre una plataforma y sólo cambia de dirección cuando este llega al final de la plataforma.

Para este caso, tenemos dos carritos que hacen el mismo movimiento, pero se mueven de forma simultánea. Para lograr esto, se hace una secuencia en paralelo al presionar el pulsador, donde la señal o transición se divide en dos señales: una pasa a la etapa 1 (opera el carrito 1) y la otra a la etapa 2 (opera carrito 2). Al llegar a esas etapas, cada carrito se desplaza hacia la derecha hasta llegar al final del camino, donde se activa la acción asociada que es detenerse y cambiar de dirección cuando ambos carritos lleguen al final, por lo que la acción se condiciona a que el carrito 1 debe esperar mientras el 2 llega y ahí si se ejecuta la transición a las etapas posteriores (3 y 4), por medio de la salida TRUE, que es la bandera de activación. De allí, se divide nuevamente la señal y cada carrito se desplaza a la izquierda en las etapas 5 y 6 a velocidades diferentes, donde al llegar al final del camino en las etapas 7 y 8, esperan a que se cumpla la condición de salida y se ejecute así la salida TRUE, para hacer la transición a la etapa inicial y mantenerse en reposo hasta que se presione el pulsador.

Aquí se evidencia un circuito o GRAFCET con secuencias paralelas, condiciones y acciones asociadas a cada etapa, las cuales circulan en un bucle ciclo a ciclo activándose en cada pulso.

Las ecuaciones de este ejemplo son:

$$E_0 = E_7 * E_8 * TRUE + (\overline{E_1} + \overline{E_2}) * E_0$$

$$E_1 = E_0 * Puls + \overline{E_3} * E_1$$

$$E_2 = E_0 * Puls + \overline{E_4} * E_2$$

$$E_3 = E_1 * B + \overline{E_5} * E_3$$

$$E_4 = E_2 * D + \overline{E_6} * E_4$$

$$E_5 = E_3 * E_4 * TRUE + \overline{E_7} * E_5$$

$$E_6 = E_3 * E_4 * TRUE + \overline{E_8} * E_6$$

$$E_7 = E_5 * A + \overline{E_0} * E_7$$

$$E_8 = E_6 * C + \overline{E_0} * E_8$$

Ejemplo 3: Grúa mecánica para levantamiento de objetos

Este ejemplo se basa en el movimiento de una grúa hacia todas las direcciones (arriba, abajo, derecha, izquierda) de acuerdo a la etapa en la que esté. Consta de 16 etapas en la que en cada una realiza una acción asociada a ella para avanzar a la siguiente. Se inicia el proceso a través de un pulsador, donde al accionarlo se pasa a la etapa 1, donde la grúa baja y recoge la jaula a procesar hasta que se ejecuta la acción F2, donde se desactiva la etapa 1 y se activa la etapa 2, allí sube la grúa hasta realizar la acción F3, en el que ésta se desplaza hacia la derecha hasta llegar a la primera fase F4, que es la de desengrase de la jaula. (El proceso de desactivación de las etapas ocurre cuando la etapa siguiente se activa).

Seguidamente, se activa la etapa 4 donde la grúa baja y desempeña la acción F2, la cual mantiene la jaula en el fondo del estanque en el que se lleva a cabo el proceso desengrasante y luego pasa a la acción F3 que sube la grúa hasta ese sector y activa la 5. Aquí la grúa llega al sector F3 y se activa la etapa 6 desactivando la anterior, en donde la grúa se desplaza hasta la segunda fase de aclarado F5, y se activa la etapa 7 desactivándose la anterior, que baja la grúa al fondo hasta llegar al fondo en la que se realiza la acción F2 y después se activa la etapa 8 que sube la grúa a lo más alto en F3 ejecutándose esta hasta que se activa la etapa 9. En ese instante, la grúa se desplaza a la derecha hasta llegar al sector F6 de electrólisis para activar la siguiente etapa 10, donde se baja la jaula al fondo y se activa la etapa 11 en el que se le aplica un baño durante 3 segundos que es la acción en esa etapa y pasado ese tiempo se ejecuta la etapa 12, el cual lleva la grúa arriba y se activa la etapa 13 que mueve la grúa a la izquierda hasta el sector F7 para así activar la etapa 14, en el que se baja la jaula al sector F2 y se activa la etapa 15 que sube la grúa hasta F3 donde permanece en reposo activándose la etapa 0 o inicial, manteniéndose allí hasta que se vuelva a activar el pulsador.

Por tal motivo, se puede ver que en este ejemplo se sigue una secuencia única o lineal a través del proceso ciclo por ciclo en el que se va desplazando por cada una de las etapas ejecutándose las acciones asociadas a ella hasta llegar a su estado de reposo, volviéndose a ejecutar hasta haber otro pulso.

Las ecuaciones de cada etapa de este ejemplo son:

$$\begin{aligned}
E_0 &= E_{15} * F_3 + \overline{E_1} * E_0 \\
E_1 &= E_0 * Puls + \overline{E_2} * E_1 \\
E_2 &= E_1 * F_2 + \overline{E_3} * E_2 \\
E_3 &= E_2 * F_3 + \overline{E_4} * E_3 \\
E_4 &= E_3 * F_4 + \overline{E_5} * E_4 \\
E_5 &= E_4 * F_2 + \overline{E_6} * E_5 \\
E_6 &= E_5 * F_3 + \overline{E_7} * E_6 \\
E_7 &= E_6 * F_5 + \overline{E_8} * E_7 \\
E_8 &= E_7 * F_2 + \overline{E_9} * E_8 \\
E_9 &= E_8 * F_3 + \overline{E_{10}} * E_0 \\
E_{10} &= E_9 * F_6 + \overline{E_{11}} * E_1 \\
E_{11} &= E_{10} * F_2 + \overline{E_{12}} * E_2 \\
E_{12} &= E_{11} * T + \overline{E_{13}} * E_3 \\
E_{13} &= E_{12} * F_3 + \overline{E_{14}} * E_4 \\
E_{14} &= E_{13} * F_7 + \overline{E_{15}} * E_5 \\
E_{15} &= E_{14} * F_2 + \overline{E_0} * E_6
\end{aligned}$$

Ejemplo 4: Cilindro y Taladro

Este ejemplo consta de 5 etapas en la que se sigue una secuencia única ciclo a ciclo mediante acciones asociadas a cada etapa. En cada una, se desactiva la etapa anterior solo cuando esta se activa. Se comienza el proceso presionando el pulsador, que es la etapa inicial o 0, en el que se activa la etapa 1 que es el desplazamiento del presostato del cilindro 1 a la derecha hasta llegar a P, donde está la pieza a taladrar. De allí se pasa a la etapa 2 en la que se baja el taladro que está ubicado en el cilindro 2 hasta llegar a la fase C21 que es donde se comienza a perforar la pieza y al finalizar el taladrado, se ejecuta la etapa 3 en la que se sube el taladro al cilindro 2 o a la fase C2S y al ya estar en esa fase, se ejecuta la etapa 4, donde se mueve el presostato hacia la izquierda al cilindro 1 mientras el taladro permanece en reposo para llegar así a la etapa inicial de reposo, donde se permanece a la espera de un nuevo pulso para reiniciar el proceso automático.

Las ecuaciones por cada etapa para este ejemplo son:

$$\begin{aligned}
E_0 &= E_4 * CID + \overline{E_1} * E_0 \\
E_1 &= E_0 * Puls + \overline{E_2} * E_1
\end{aligned}$$

$$E_2 = E_1 * P + \overline{E_3} * E_2$$

$$E_3 = E_2 * C2I + \overline{E_4} * E_0$$

$$E_4 = E_3 * C2S + \overline{E_0} * E_1$$

Ejemplo 5: Clasificador de piezas

Para este ejemplo, se puede ver un GRAFCET que presenta secuencias paralelas, condiciones, convergencias y divergencias AND y OR y saltos condicionales, unidas a un ciclo a ciclo donde se activa cada vez que se le da play a alguno de los 3 pulsadores. Se comienza el proceso en la etapa 0, donde se mantiene en reposo hasta que se presione alguno de los 3 pulsadores: pieza grande, pequeña y no piezas. Al realizar esta acción, se pasa a la etapa 1, donde se evalúa la condición de que, si al sensor 3 o E3 no llega una pieza, se salta a la etapa 7, de haber pieza, avanza al sensor 1 y se pasa a la etapa 2. Aquí, el clasificador avanza hasta los sensores E1 y E2 y se posiciona en medio de ellos, estando allí evalúa de que si la pieza tocar los sensores E1 y E2, entonces la pieza es grande y, por lo tanto, se activa la etapa 3, donde el clasificador retrocede hasta el sensor E5 y al estar allí, deposita la pieza en ese sector y activa la etapa 4, donde retrocede este al sensor 4, en el que se activa la etapa inicial 0 y se mantiene en reposo el clasificador mientras no se presione algún pulsador. Siempre que se presione un pulsador de pieza grande o pequeña, entra a la etapa 2 y, dependiendo de esta, entra a la etapa 3 o 5. En caso de ser pieza pequeña, en la etapa 2 se mira si la pieza que va en el clasificador no toca el sensor E2, es una pieza pequeña y, por ende, se salta a la etapa 5, donde se avanza el clasificador al sensor E3 y se deposita allí la pieza, por lo que después de ello, se avanza a la etapa 6 donde se retrocede este hasta tocar el sensor 4, pasando así a activarse la etapa 0 en la que se mantiene en reposo hasta otro pulso. Ahora bien, en caso de presionar el pulsador y no lleva pieza, en la etapa 1 se evalúa que si, no hay pieza, se avanza el clasificador al sensor E3 y se salta a la etapa 7, donde se retrocede este al sensor E4 en el que permanece en reposo al activarse la etapa 0 mientras no se pulse otro pulsador.

Las ecuaciones para cada etapa de este ejemplo son:

$$F_0 = [(F_4 * E_4) + (F_6 * E_4) + (F_7 * E_4)] + \overline{F_1} * F_0$$

$$F_1 = F_0 * (Puls1 + Puls2 + Puls3) + \overline{F_2} * F_1$$

$$F_2 = F_1 * E_1 + \overline{F_3} * \overline{F_5} * F_2$$

$$F_3 = F_2 * (E_1 * E_2) + \overline{F_4} * F_3$$

$$F_4 = F_3 * E_5 + \overline{F_0} * F_4$$

$$F_5 = F_2 * \overline{E_2} + \overline{F_6} * F_5$$

$$F_6 = F_5 * E_3 + \overline{F_0} * F_6$$

$$F_7 = F_1 * E_3 + \overline{F_0} * F_7$$

Ejemplo 6: Ascensor

En este caso, se tiene un ascensor en el que se presenta un proceso de secuencia única con un ciclo a ciclo condicionado por las acciones dependiendo del piso en el que esté. El proceso comienza en la etapa 1 donde se está a la espera de un pulso, si el elevador está en el Piso 0, se debe presionar el pulso del piso 1 o 2, ya que si no nos dará un error por encontrarnos ya allí en ese piso. En caso de presionarse el piso 1 estando en el piso 0, se ejecuta la acción FC0.P1 y se activa la etapa 2 que sube al piso 1 y luego se activa la etapa 1 donde permanece a la espera de un nuevo pulso. Si se está en el piso 1 y se desea subir al piso 2, se ejecuta la acción FC1.P2 y activa la etapa 5 que sube a ese piso. Ahora, si desea bajar al piso 0, se realiza la acción FC1.P0 y se activa la etapa 4.

Por otra parte, si estamos en el piso 0 y se desea subir al piso 2, se lleva a cabo la acción FC0.P2 y se activa la etapa 3 el cual sube a ese piso. Ya estando allí, si se desea bajar al piso 1, se hace la acción FC2.P1 activándose la etapa 6 y se baja a ese piso, pero, si se desea en cambio bajar del piso 2 al 0, se ejecuta la acción FC2.P0 y se activa la etapa 7, bajando así a dicho piso. En este ejemplo, todas las etapas se desactivan en la etapa 1 a la espera de una nueva orden o pulso.

Las ecuaciones para cada etapa son:

$$E_1 = [(E_2 * FC1) + (E_3 * FC2) + (E_4 * FC0) + (E_5 * FC2) + (E_6 * FC1) + (E_7 * FC0)] + (\overline{E_2} * \overline{E_3} * \overline{E_4} * \overline{E_5} * \overline{E_6} * \overline{E_7}) * E_1$$

$$E_2 = E_1 * FC0.P1 + \overline{E_1} * E_2$$

$$E_3 = E_1 * FC0.P2 + \overline{E_1} * E_3$$

$$E_4 = E_1 * FC1.P0 + \overline{E_1} * E_4$$

$$E_5 = E_1 * FC1.P2 + \overline{E_1} * E_5$$

$$E_6 = E_1 * FC2.P1 + \overline{E_1} * E_6$$

$$E_7 = E_1 * FC2.P0 + \overline{E_1} * E_7$$

Ejemplo 7: Taladro

Para este ejemplo, se evidencia un proceso de secuencia única a través de un ciclo automático dentro de un ciclo a ciclo, esto es así debido a que este se ejecuta de forma automática hasta que cumpla la condición de que el contador no sea 4, ya que, si llega a 4, este se para y entra en reposo. También se puede ver divergencia en compuertas AND que condiciona la acción en la etapa 4.

Para empezar, el proceso inicia en la etapa 0, donde se mantiene en reposo el taladro hasta que se accione el pulsador, al accionarse este, se pasa a la etapa 1 donde se coloca la pieza en la posición E3 para así activar la etapa 2 que baja el taladro a la posición E4 perforando la pieza y al terminar de perforar activa la etapa 3, donde se sube el taladro a la posición E5 y se incrementa el contador en 1, para luego activar la etapa 4, en la que se quita la pieza de la posición E3 y se desplaza al final de la plataforma. Llegado a ese punto, se evalúa la condición de que, si la pieza no está en la posición E3 y a su vez el contador no es igual a 4, salte a la etapa 1 y repita el proceso hasta que se cumpla la misma. En caso de que este llegue a 4 y la pieza no está en la posición E3, se activa la etapa 0, donde se borra el contador y se mantiene en reposo hasta que se presione nuevamente el pulsador.

Las ecuaciones para cada etapa del ejemplo son:

$$F_0 = F_4 * (\overline{F_3} * Cont) + \overline{F_1} * F_0$$

$$F_1 = [F_0 * Puls + F_4 * (\overline{E_3} * \overline{Cont})] + \overline{F_2} * F_1$$

$$F_2 = F_1 * E_3 + \overline{F_3} * F_2$$

$$F_3 = F_2 * E_4 + \overline{F_4} * F_0$$

$$F_4 = F_3 * E_5 + \overline{F_0} * \overline{F_1} * F_1$$