

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño**



**AUTOMATIZACIÓN**

**Proyecto Final**  
Sistema expendedor de precisión

**7mo Semestre**  
Ingeniería en Electrónica - Grupo 371

**Integrantes**  
Muñiz Hernández Oscar Javier - 358851  
Guzmán Gudiño Said Raúl - 361198

**Docente**  
Salcedo Garcia Abimael Eliaquim

**Ensenada, Baja California a 02 de diciembre de 2022**

## **Objetivo**

Que el alumno sea capaz de resolver un problema planteado, de aplicaciones industriales, y aplique las herramientas de análisis y diseño adquiridas en el curso de Automatización.

## **Planteamiento del problema**

Se tiene un sistema que despacha de forma precisa una cantidad específica de cierto producto, ver Figura 1. El sistema cuenta con un depósito con dos compuertas, por las cuales se proporciona el producto. La compuerta C1, tiene una mayor apertura y permite proporcionar el producto con mayor rapidez y la compuerta C2 tiene una pequeña apertura que permite proporcionar de forma precisa la cantidad especificada. Además, el sistema cuenta con cinco pulsadores N/A, sw1 enciende al sistema, sw2 apaga el sistema, M pone en marcha la secuencia, P realiza un paro de emergencia y r reanuda la secuencia.

Cuando se presiona el pulsador sw1 se abren las dos compuertas. Al llegar la aguja de la báscula a L1, se debe desactivar C1, cerrando la compuerta. Cuando la aguja llegue a la posición L2, se debe desactivar C2, cerrando la compuerta de precisión. Una vez que se ha llegado a la cantidad deseada, el producto debe retirarse de la báscula, para ello se activa un pistón que se inclinará a la plataforma de la báscula. Cuando el pistón llega a la posición , éste deberá regresar a su posición de reposo. El ciclo deberá volver a repetirse hasta que se presione de nuevo el pulsador M.

Si se presiona el pulsador P se deberá detener el proceso sin importar en la etapa que se encuentre, es decir, si es mientras se proporciona el producto deberán cerrarse las compuertas y si es mientras se retira el producto de la báscula deberá quitarse la señal a la electroválvula del pistón. El proceso se reactivará en la etapa en que se interrumpió mediante el pulsador r. En caso que se presione el pulsador sw2 mientras el ciclo se está llevando a cabo, deberá completarse el ciclo para que se apague el sistema.

Las compuertas, y , y el pistón de vaciado son accionados por pistones de simple efecto, ver Figura 2.

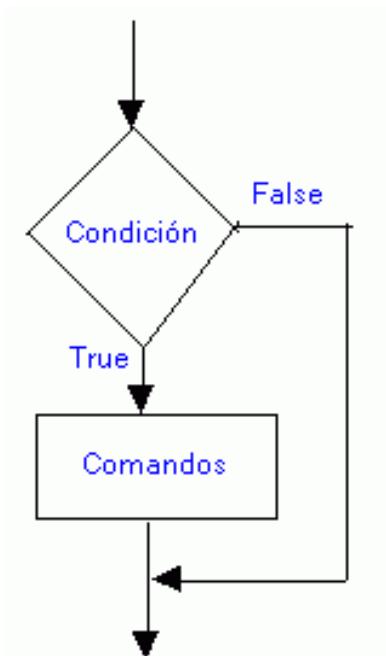
## Introducción

A lo largo de este proyecto se verá la implementación de un sistema expendedor de líquidos, el cual se realizó a base de la lógica bifurcada y simultánea en el LOGO PLC.

De modo general, una bifurcación es la interrupción del orden secuencial de ejecución de instrucciones. El programa da un salto (sea condicional o no) hacia otra instrucción antes de continuar ejecutando.

Las propiedades básicas a cumplir por la estructura de bifurcación en “O” son las siguientes:

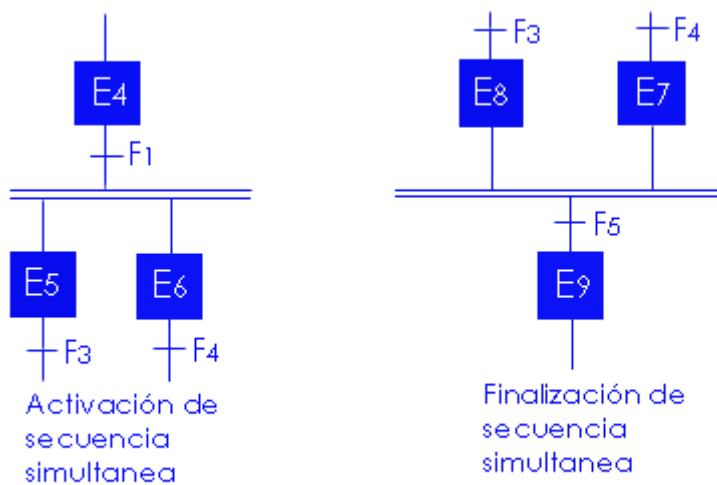
- Partiendo del punto de divergencia el proceso puede evolucionar por uno de los distintos caminos alternativos, cada uno de los cuales tiene su propia condición de transición.
- Las condiciones de transición de los distintos caminos de divergencia han de ser excluyentes entre sí (intersección nula), de forma tal que el proceso sólo podrá progresar en cada caso por uno de ellos.



**Figura 1.** Ejemplo de bifurcación

Del mismo modo, una secuencia simultánea se produce cuando se dan varias etapas al mismo tiempo.

Estas secuencias simultáneas se representan con un par de trazos paralelos como se muestra en la figura 2.



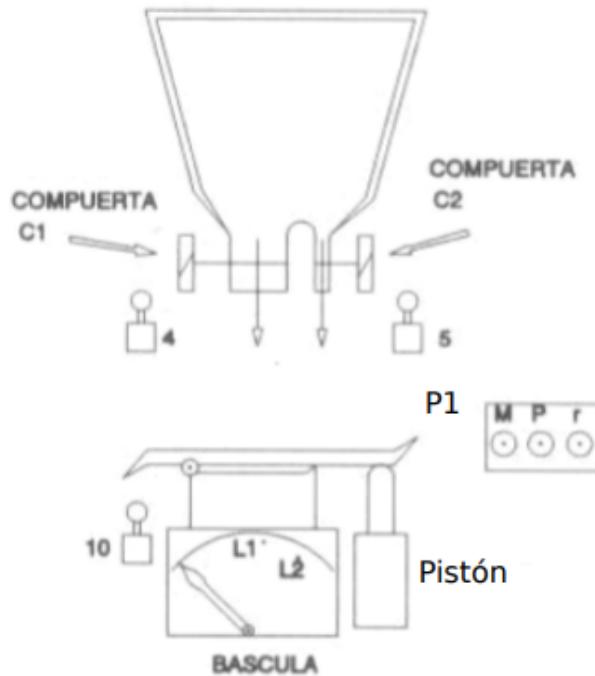
**Figura 2.** Representación de una secuencia simultánea

En la activación de la secuencia simultánea partimos de la etapa E4, cuando se activa el final de carrera F1 se activarán tanto la etapa E5 y la etapa E6 .

La finalización de la secuencia se da cuando se activan tanto la etapas E8, E7 y la condición de transición representada por el final de carrera F5.

### Procedimiento

Como referencia se tomó la imagen de la figura 3, la cual muestra el comportamiento general del sistema que se desea implementar. Se aprecian dos compuertas (C1 y C2) que serán accionadas con el control de mando (botones M, P y r), y a su vez también cuenta con una báscula con la que se medirá el peso del producto suministrado por el depósito, esto siempre y cuando se cumplan con las condiciones de peso (que serán medidos con L1 y L2), para accionar el pistón de retiro del producto.



**Figura 3.** Sistema expendedor de producto

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, primeramente se propusieron todas las posibles entradas y salidas del sistema para poder comenzar a realizar el diagrama de Grafcet.

Teniendo como entradas:

- SW1 → I1
- SW2 → I2
- M → I3
- P → I4
- r → I5
- L1 → I6
- L2 → I7
- S10 → I8

Y como salidas las siguientes:

- C1 → Q1
- C2 → Q2
- Piston → Q3

También, considerando que el sistema deberá contar con bifurcaciones y además con secuencias simultáneas, el diagrama de Grafcet se realizó con estas configuraciones (Ver figura 4).

Otra cosa a tener en cuenta es que el sistema debe implementarse para el LOGO! PLC, (que como sabemos no tiene el SET y el RESET), así que para realizar el código de escalera también se debe considerar utilizar el circuito de enganche, el cual con ayuda de una variable de memoria realiza las mismas funciones que el SET y RESET necesarios (ver figura 6).

Al realizar el código en escalera, después se simuló en el software oficial del LOGO! PLC para comprobar su funcionamiento. Solamente se copió el código de escalera antes realizado en este programa y así se verificó que funciona correctamente. (ver figura 6-10).

Mediante el software LOGO! V8, se cargó el código de escalera al LOGO! PLC físico y se realizó el circuito (de la figura 11) con las variables de entradas y salidas marcadas en la simulación.

Se probaron todas las condiciones en este circuito para todos los estados posibles del código de escalera realizado (ver figuras 12-14).

## **Resultados**

El diagrama de Grafcet se realizó primeramente en una hoja de papel por comodidad a la hora de corregir errores. Este se comenzó a realizar utilizando las variables del LOGO! PLC.

A su vez el código de escalera fue realizado a partir del diagrama de Grafcet, el cual también fue realizado a mano para en caso de posibles errores de lógica sea más sencillo corregir, además de que consideramos más práctico comenzar a hacerlo así que directo en el software del LOGO! PLC.

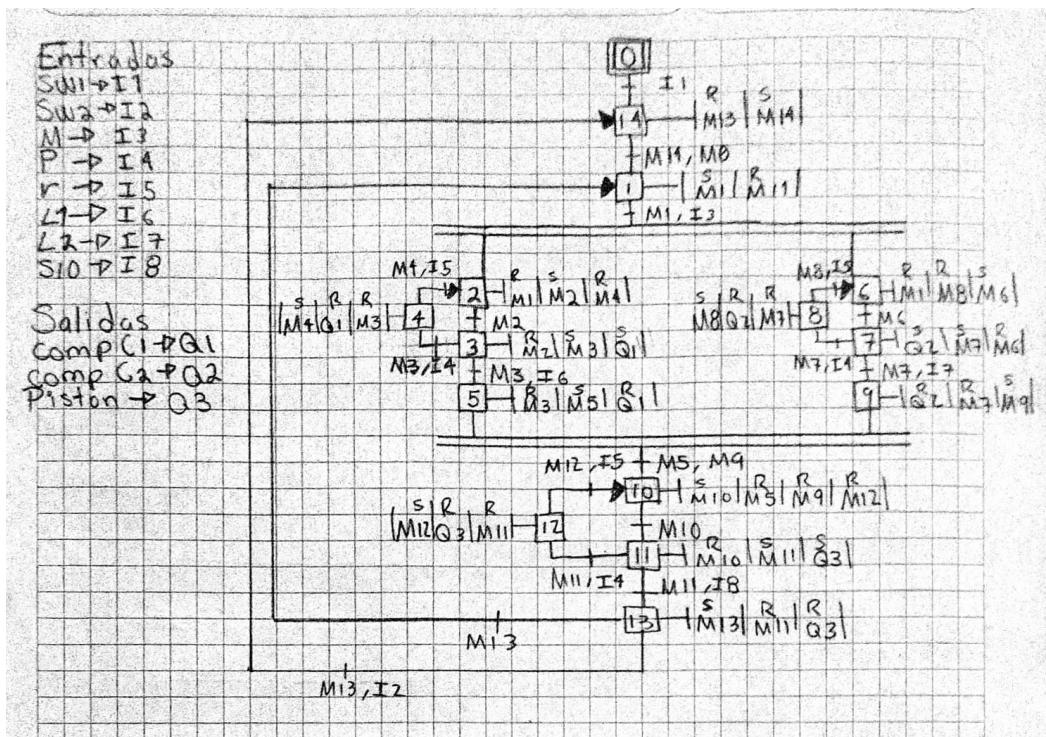


Figura 4. Grafcet realizado a mano.

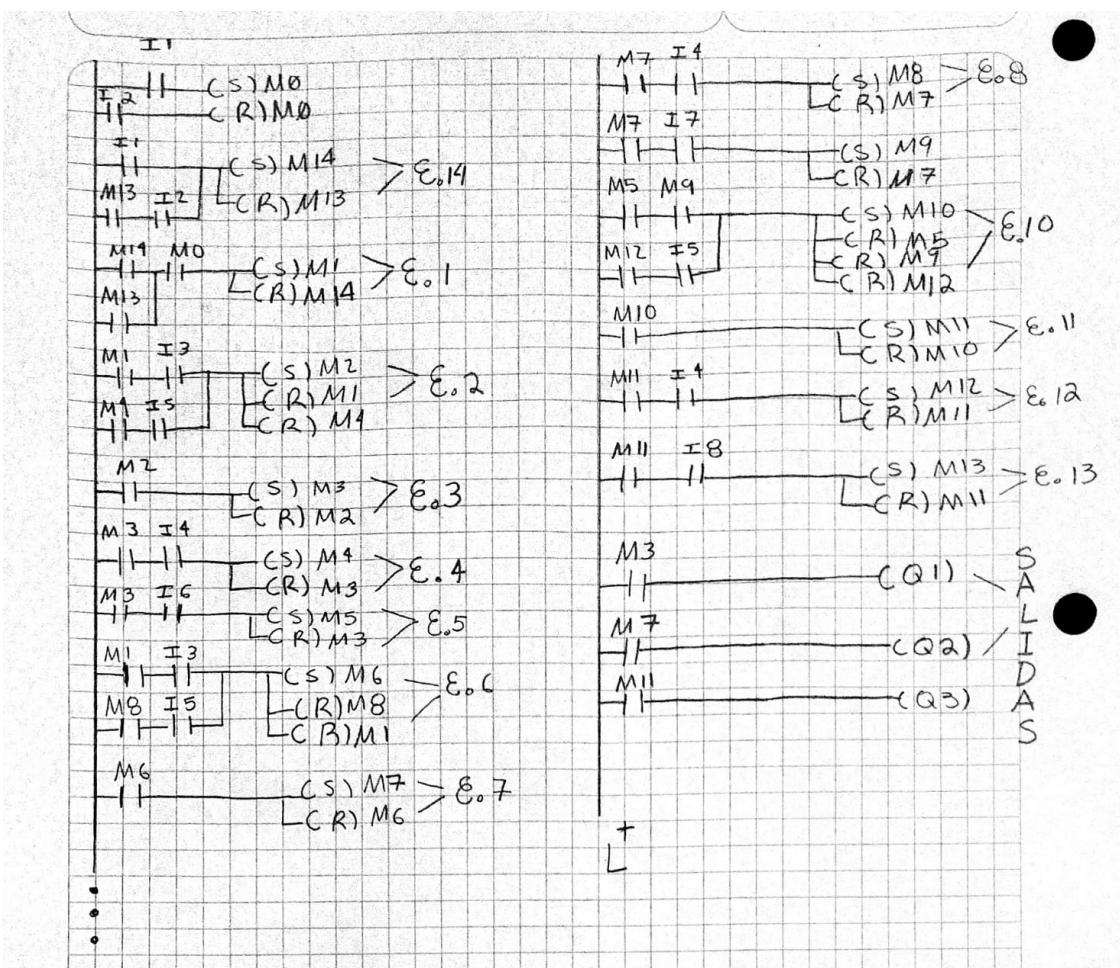
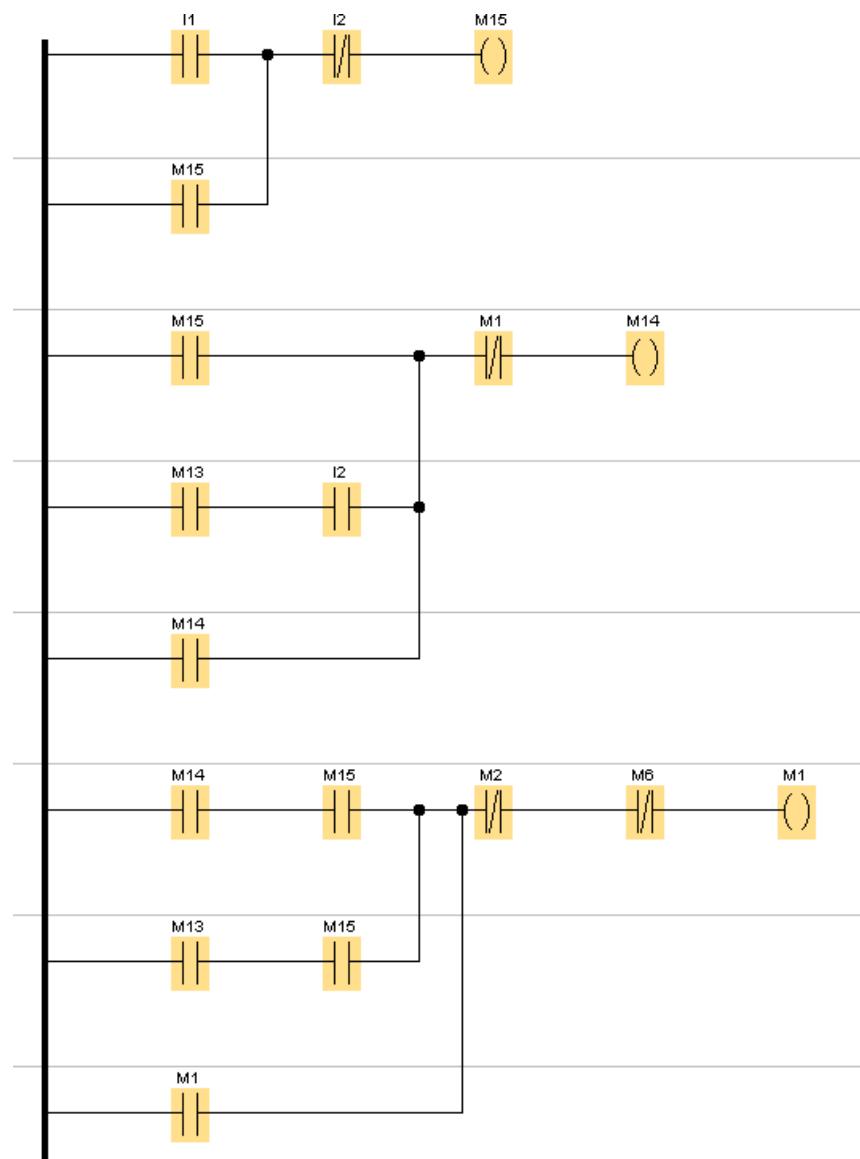


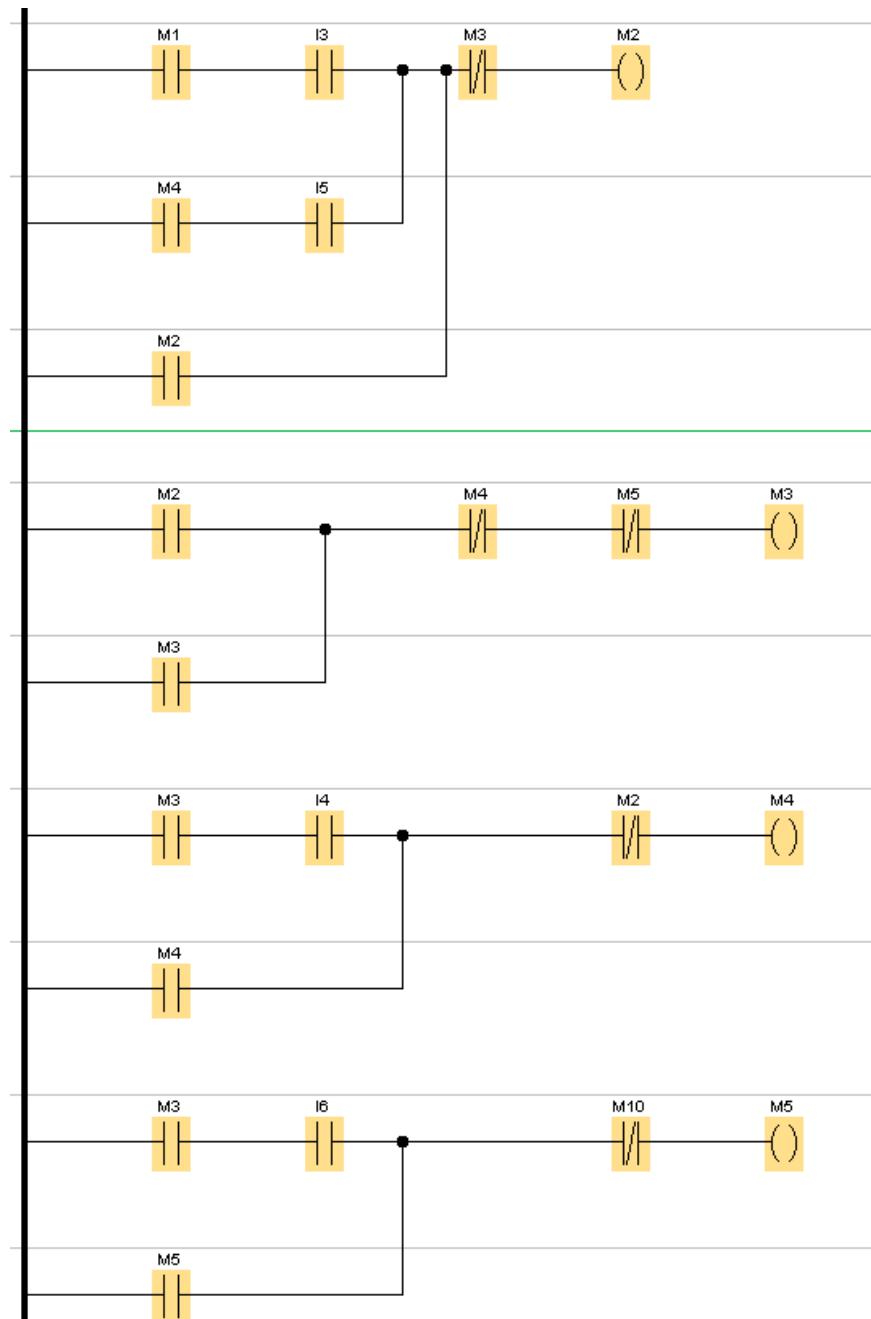
Figura 5. Código en lenguaje escalera realizado a mano con SET y RESET.

El código de escalera anteriormente mostrado fue realizado posteriormente en el software del LOGO! PLC, utilizando variables de memoria internas para realizar las funciones de SET y RESET (que como se especificó antes, este PLC no cuenta con esas funciones).

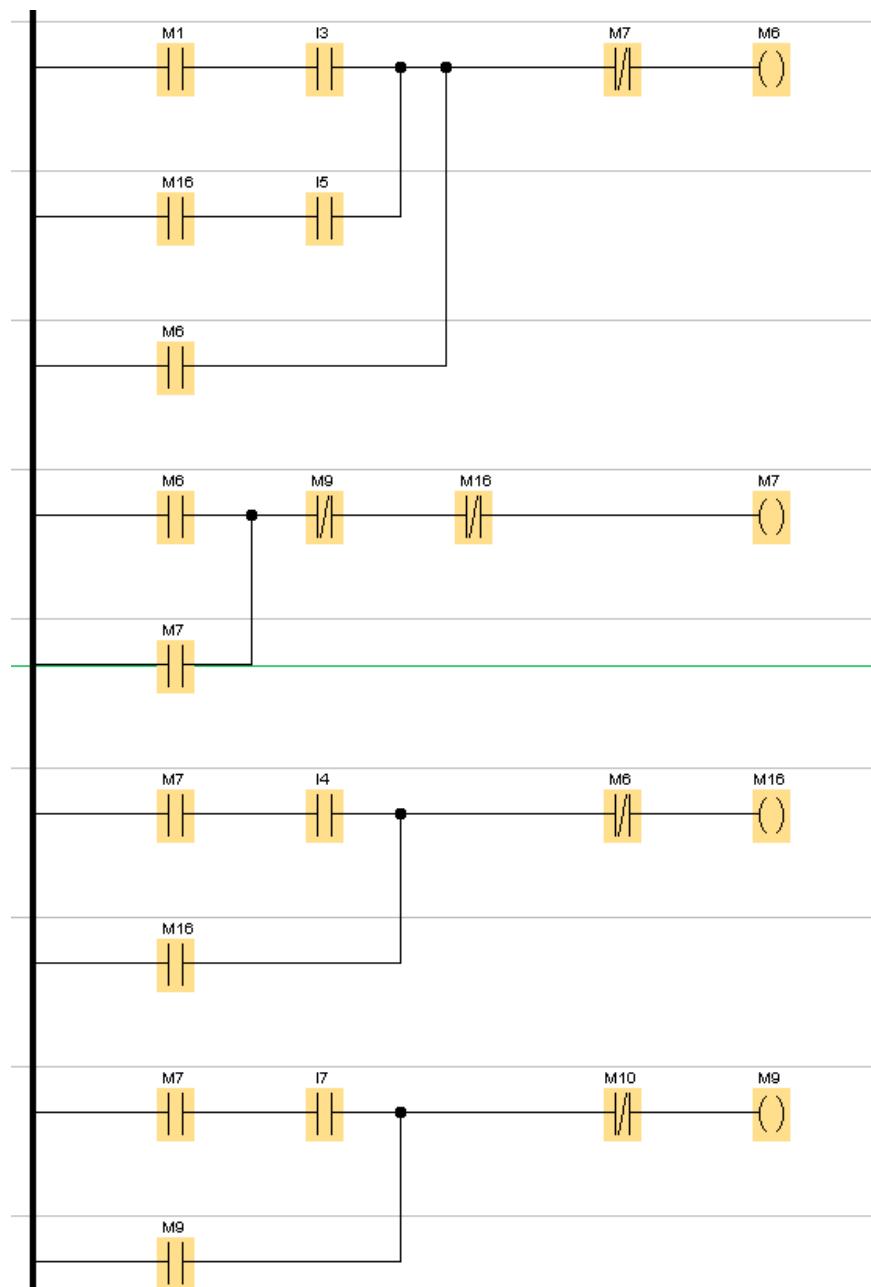
Este código quedó representado de la siguiente manera (figuras 6-10):



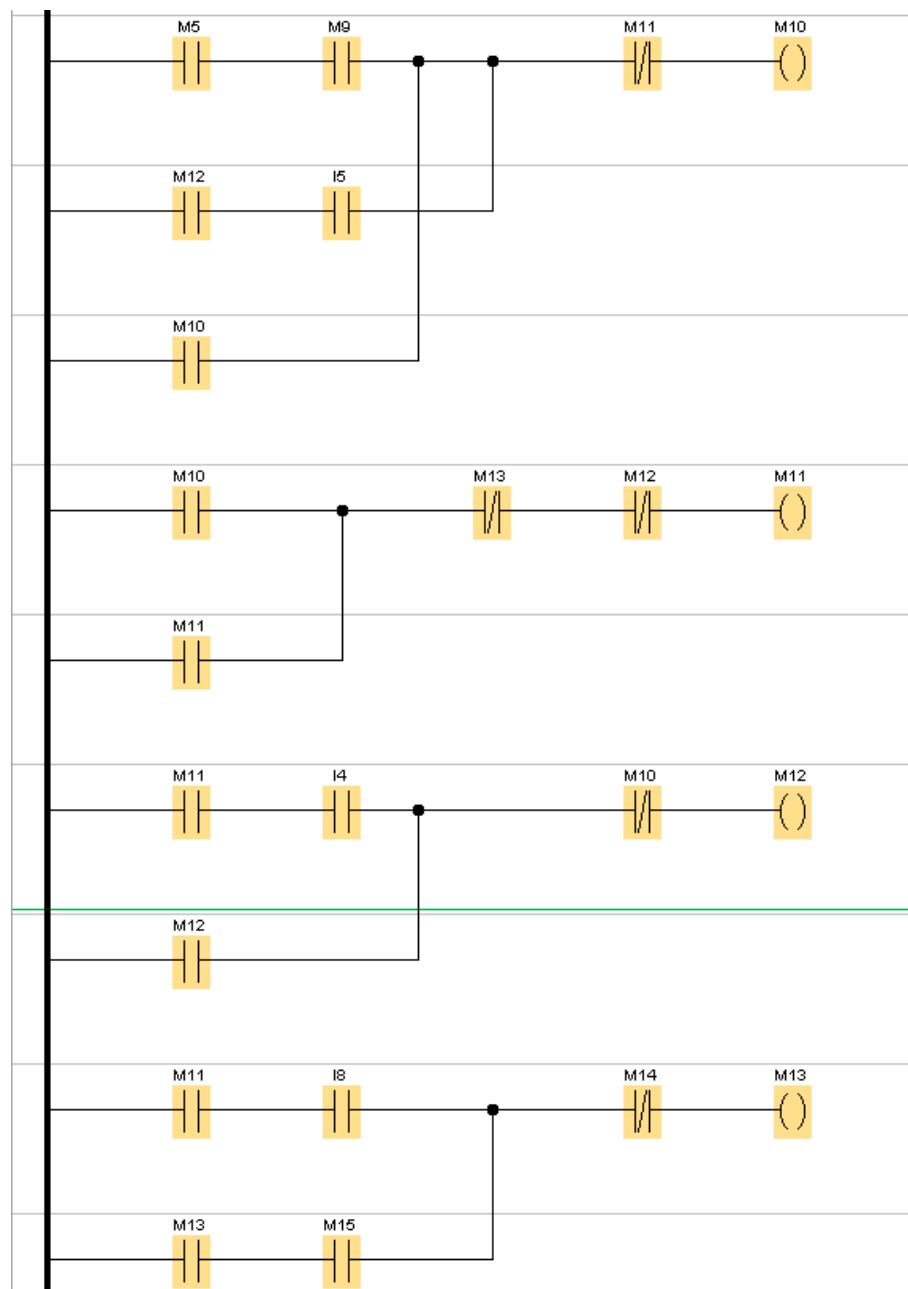
**Figura 6.** Parte 1 del código en lenguaje escalera con el circuito de enganche on/off.



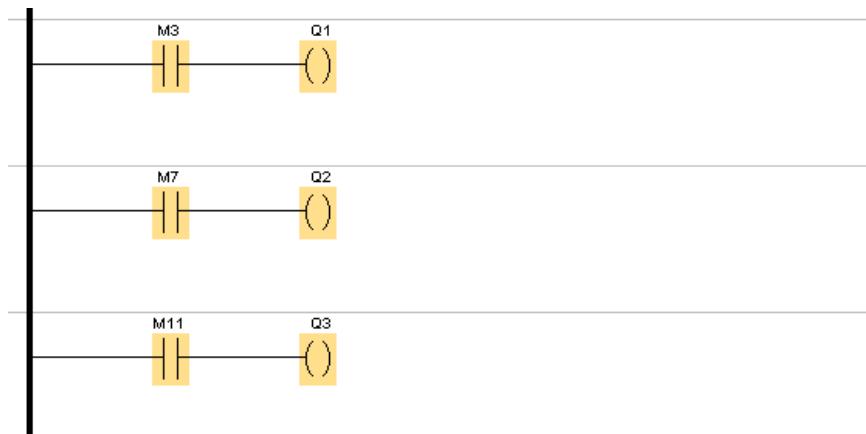
**Figura 7.** Parte 2 del código en lenguaje escalera.



**Figura 8.** Parte 3 del código en lenguaje escalera.

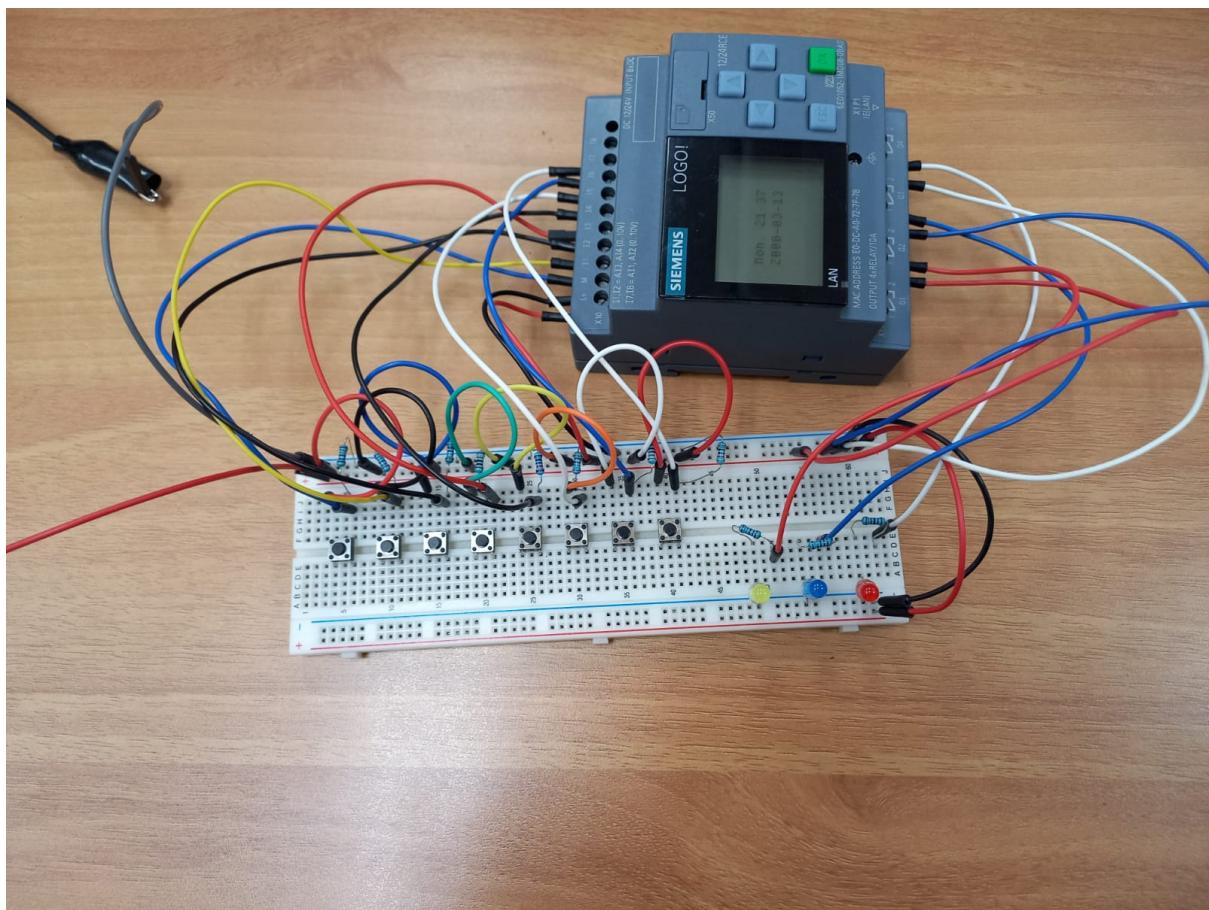


**Figura 9.** Parte 4 del código en lenguaje escalera.



**Figura 10.** Parte 5 del código en lenguaje escalera con las salidas controladas por las etapas M3, M7 y M11.

El circuito utilizado para representar las entradas y salidas de nuestro proyecto se muestra a continuación (figura 11).



**Figura 11.** Circuito eléctronico montado.

Cómo lo visto en las figuras anteriores, el sistema consta de 8 entradas las cuales están representadas con botones que, al presionarlos manda un 1 lógico y al no presionarlos manda un 0.

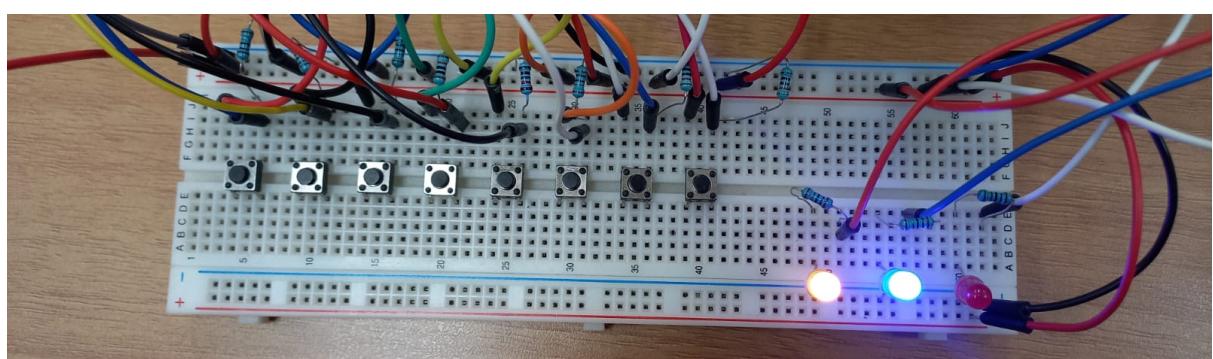
Estas entradas están con los botones en el siguiente orden, de izquierda a derecha:

1. Encender el sistema
2. Apagar el sistema
3. Marcha
4. Paro
5. Reset
6. Sensor 1
7. Sensor 2
8. Sensor 3 (pistón)

Las salidas están representadas por diodos LED que en este caso son 3, representadas en la figura 11 de la siguiente manera:

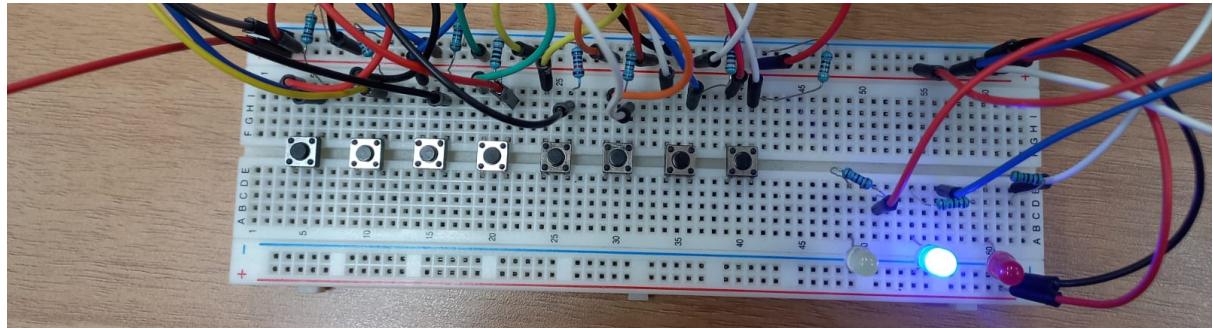
1. LED amarillo = Compuerta 1
2. LED azul = Compuerta 2 (de precisión)
3. LED rojo = Pistón

Las etapas son controladas por las diferentes condiciones en base a los botones presionados. Primeramente cuando se enciende el sistema y se da a la marcha, automáticamente se comienza a suministrar el producto, para ello la compuerta 1 y la compuerta 2 se accionan. Esto se representa de la siguiente manera en el circuito:



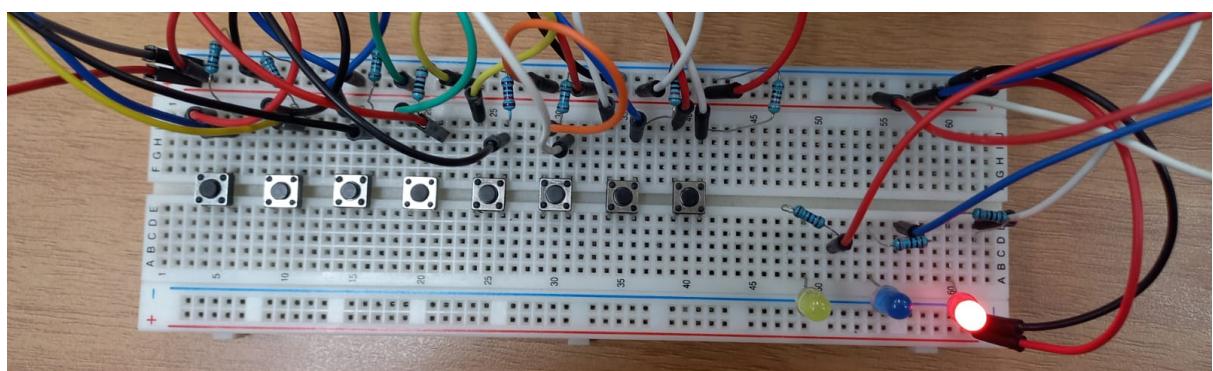
**Figura 12.** Compuertas 1 y 2 en funcionamiento.

Luego, para pasar a la siguiente etapa se presiona el botón 6 (que representa al sensor 1), que es cuando únicamente se está suministrando el producto con la compuerta de precisión. Esto se representa como se muestra a continuación:



**Figura 13.** Compuerta de precisión activa.

Por último, para pasar a la etapa final del sistema es cuando el producto llega al sensor 2, para ello se presiona el botón 7 que representa cuando esto sucede y se activa el pistón para retirar el producto. Esto se ve representado en la figura 14.



**Figura 14.** El LED rojo encendido representa el pistón activo.

Ya finalizando todas las etapas, se presiona el botón 8 que representa cuando el pistón llega a su estado final, haciendo con esto que el sistema se quede a la espera del botón de marcha nuevamente.

El botón de paro puede ser presionado en cualquier momento y el sistema se detiene al finalizar la etapa en la que se encuentra hasta que se presione el botón de reinicio, haciendo con esto que el programa vuelva a la etapa donde se detuvo.

Igualmente se necesita presionar después el botón de marcha para comenzar con el sistema.

## Conclusiones

### Said Raul Guzman Gudiño

Este proyecto de automatización reúne de manera íntegra muchos de los conocimientos que hemos adquirido en la materia, el uso de Grafcet, el código en lenguaje escalera, el uso del PLC, el circuito de retención, los programas secuenciales bifurcados y simultáneos.

Este proyecto y práctica se realizó de manera correcta y sin ninguna complicación de ningún tipo por lo que el objetivo del proyecto se cumplió satisfactoriamente. La única observación personal que tengo es que el programa final realizado tiene mucho espacio para mejora puesto que podría reducirse el número de etapas e implementarse una lógica más sencilla para ahorrar tiempo y recursos utilizados.

### Oscar Javier Muñiz Hernandez

La realización de este proyecto cumple con todos los requisitos planteados al comenzar el mismo, utilizando el sistema de bifurcación y el sistema de secuencias simultáneas. Una de las partes más importantes fue el hecho de poder adaptar el código en escalera realizado con SET y RESET al código en escalera para el LOGO! PLC utilizando variables internas para representar estos estados, ya que con esto se comprueban los conocimientos adquiridos durante la clase de automatización, al igual que al realizar este proyecto. Y fue muy importante realizar todos los pasos de inicio a fin para poder concluir con los resultados esperados, comenzando con el diagrama de Grafcet que nos ayudó a ver el sistema de una manera más simplificada y considerando todas las variables y estados posibles antes de comenzar con el código de escalera. Éste código se realizó solamente con la finalidad de cumplir con el objetivo principal, por lo que se podría considerar que no está optimizado para su mejor aprovechamiento de las etapas, así que podría ser modificado para simplificar algunas etapas y así ahorrar tiempo y espacio entre cada una.

La importancia de tener un sistema automatizado se ve representado lo largo de este informe, ya que como se pudo observar, el operador sólo tendría que presionar

tres botones porque los demás representan los estados y sensores, por lo que el operador no interfiere en esas partes, entonces el sistema queda automatizado únicamente siendo controlando por los botones de inicio y paro.

### **Referencias consultadas**

- [1] Feterman A. (Septiembre 2017), Quora: ¿Qué es una bifurcación en algoritmos?, Pavas, San José, Costa Rica, consultado el 22 de noviembre del sitio: [¿Qué es una bifurcación en algoritmos? - Quora](https://www.quora.com/Qu%C3%A9-es-una-bifurcaci%C3%B3n-en-algoritmos)
- [2] Aramburu Ibarguren X. (2017), Automática: Curso del autómata programable CS1, consultado el 01 de diciembre de 2022 del sitio: [Secuencias simultaneas \(ehu.es\)](http://www.ehu.es/fakultatea/ingenieria/estudios/tecnologia/automatica/curso-automa-programable-CS1.html)