



ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA  
AREA ELÉCTRICA

**Reporte: Laboratorio VI  
Programación con LOGO!**

Olman Castro Garro	2020026456
Javier Moya Castillo	2018319708
Marco Marín Betancourt	2020148830

**19 de septiembre, 2025**

---

# Índice general

0.1.	Objetivos . . . . .	1
0.2.	Materiales y equipo . . . . .	1
0.3.	Metodología . . . . .	2
0.4.	Práctica en clase . . . . .	2
0.4.1.	Actividad 1 . . . . .	2
0.4.2.	Actividad 2 . . . . .	3
0.4.3.	Actividad 3 . . . . .	4
0.5.	Resultados . . . . .	6
0.5.1.	Actividad 1 . . . . .	6
0.5.2.	Actividad 3 . . . . .	9
0.6.	Análisis de Resultados . . . . .	11
0.6.1.	Actividad 2 . . . . .	11
0.6.2.	Actividad 3 . . . . .	11
0.7.	Conclusiones . . . . .	12

## 0.1. Objetivos

Este laboratorio busca:

- Programar e implementar un arranque en Estrella -Delta usando un el relé inteligente LOGO!.
- Programar e implementar un alternador de dos bombas.
- Programar un alternador de bombas con señales de alarma y temporizadores semanales.
- Aprender las conexiones eléctricas de las entradas y salidas del controlador.
- Calcular el ciclo de trabajo de cada programa de cada programa.

## 0.2. Materiales y equipo

- 2 motores trifásicos 1/2 hp de 3 puntas.
- 1 motor trifásico de 6 puntas.
- 1 Logo! 230RC de Siemmens.
- 1 Software LOGO! Confort.

- 4 contactores.
- 1 botón pulsar cerrado.
- 3 botones pulsadores abiertos.
- 1 Manual del LOGO! 8.
- 1 Manual LOGO!Soft Comfort.

## 0.3. Metodología

Este laboratorio tiene una duración de 4 lecciones, repartidas en dos semanas. Los estudiantes deben mostrar durante las clases programadas las tres actividades propuestas. Deben recabar fotografías y resultados de los equipos de medición para elaborar las evidencias. Las evidencias se subirán al TecDigital la semana siguiente finalizadas las actividades.

## 0.4. Práctica en clase

### 0.4.1. Actividad 1

El profesor realizará el programa de control para un arranque en estrella-delta en LOGO!Soft Comfort y explicará todo lo concerniente a: simulación del programa, y a la configuración de la red local (LAN), Máscara, pasarela de salida (gateway), y carga en el programa.

#### Conteste las preguntas:

¿Qué información brinda el comando IPCONFIG en COMMAND PROMPT de Windows?, ¿Qué información brinda el comando PING?

El comando IPCONFIG en el entorno de Command Prompt de Windows proporciona información detallada sobre la configuración de red del equipo. Este comando permite conocer la dirección IP asignada, la máscara de subred y la puerta de enlace predeterminada, elementos esenciales para la comunicación dentro de una red. Además, al utilizar parámetros adicionales como /all, se obtiene información más completa, incluyendo servidores DNS, estado del DHCP y detalles de cada adaptador de red. Esta información es fundamental para diagnosticar problemas de conectividad y verificar la correcta configuración de la red local. Por otro lado, el comando PING cumple una función distinta: evalúa la conectividad entre el equipo y otro dispositivo o servidor en la red. Al enviar paquetes ICMP y recibir respuestas, este comando indica si el destino está accesible y mide el tiempo de respuesta en milisegundos, lo que permite estimar la latencia de la conexión. También informa sobre el número de paquetes enviados, recibidos y perdidos, lo que resulta útil para detectar problemas de comunicación o congestión en la red. En conjunto, ambos comandos son herramientas esenciales para la administración y diagnóstico de redes, ya que uno revela la configuración interna del equipo y el otro verifica la accesibilidad y calidad de la conexión.

### 0.4.2. Actividad 2

Diseñe el programa para el controlador LOGO!, que resuelva el siguiente problema. Se necesita un alternador de bombas para el llenado de un tanque de almacenamiento. El tanque posee tres niveles, NA nivel alto, NB nivel bajo y Nivel Crítico NC, además existen 2 bombas B1 y B2. Cuando el agua activa NB la bomba B1 se activa y se apaga hasta alcanzar el nivel NA. La próxima vez que se active el sensor NB se activa la segunda bomba B2 y se apaga hasta alcanzar NA. Este ciclo se repite hasta que se presione el apagado general del sistema o se active una de las dos sobrecargas. Si el nivel crítico se presiona NC se encienden ambas bombas, además el sistema debe recordar el orden de la alternancia. El sistema cuenta con dos botoneras para el arranque y pare general del sistema. El sistema deberá mostrar en pantalla en todo momento, el estado de las bombas y la etapa lógica en que se encuentra el sistema. Una vez simulada la solución, procederá a cargarla y alambrar el LOGO! Para esto requerirá de las botoneras pulsadoras, contactores y finales de carrera que emulan los niveles de las boyas, etc.

**Conteste las preguntas:**

¿Puede mostrar el diagrama lógico de la solución?, ¿Puede mostrar el diagrama de la implementación con sus ecuaciones lógicas?, ¿Puede mostrar el diagrama de conexión eléctrica?, ¿Cuándo es el ciclo de escaneo de la solución? La última pregunta se contesta implementando el código que se aporta en apéndice B del manual [3].

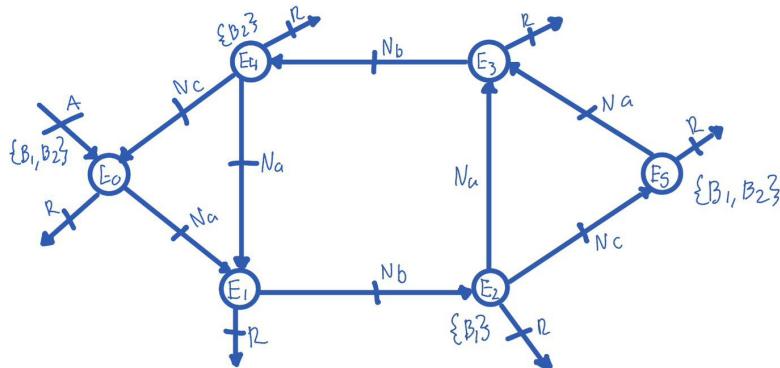


Figura 1: Diagrama del ejercicio planteado

$$\begin{aligned}
 E_0 &= (A) \bar{P} \cdot \bar{S}_{C_1} - \bar{S}_{C_2} \\
 E_1 &= (E_0 \cdot A + (E_6 + E_S) N_A) \bar{E}_2 E_0 \\
 E_2 &= (E_1 N_B) \bar{E}_3 \bar{E}_4 E_0 \\
 E_3 &= (E_2 N_C) \bar{E}_4 E_0 \\
 E_4 &= (E_3 \cdot N_A) \bar{E}_5 E_0 \\
 E_5 &= (E_4 \cdot N_B) \bar{E}_6 \cdot \bar{E}_1 \cdot E_0 \\
 E_6 &= (E_5 \cdot N_C) \bar{E}_1 E_0
 \end{aligned}$$

Figura 2: Ecuaciones del ejercicio planteado

**Conteste las preguntas:**

¿Cuál es la corriente de arranque del motor según su dato de placa y letra de código? ¿Cuánto es la corriente de arranque medida con el FLUKE 143B? ¿Cuánto se redujo la corriente en el arranque? ¿Se cumple la ecuación  $I_{línea}=a^2 \cdot I_{arr}$ ?

**0.4.3. Actividad 3**

Diseñe el programa para el controlador LOGO!, que resuelva el siguiente problema. La empresa Automation Solutions necesita controlar dos moto-bombas de forma alternada. Instructivo de Laboratorio de Control Eléctrico Las entradas del sistema son: botón del arranque motor A, botón de paro del motor A, presostato de confirmación del motor A, botón del arranque motor B, botón de paro del motor B, presostato de confirmación del motor B. Las salidas del controlador son las señales a los contactores de la moto-bomba A y la moto-bomba B. El sistema debe funcionar con la siguiente lógica:

Si el sistema está en modo manual, el arranque y pare se realiza desde las botoneras. Si a los 3 segundos no existe la señal de confirmación de presión, aparece en pantalla del LOGO! un mensaje indicando que la bomba no levanta presión, y se desactiva el enclavamiento de la señal del motor.

Por otra parte, si la maneta está en la posición de modo automático, la bomba X se enciende a las 5PM y se apaga a las 10PM. El arranque y pare de las moto-bombas es de forma alternada. Es decir, si el Lunes arranca la moto-bomba B1, el Martes deberá arrancar la moto-bomba B2 y así sucesivamente. Si la confirmación de presión no se recibe en un lapso de 3 segundos, el sistema cambiará a la otra bomba y mostrará en pantalla el aviso del cambio.

Adicionalmente, existe un contador que indica en pantalla del LOGO!, la cantidad de ciclos de la bomba 1 y de la bomba 2. Cuando los ciclos realizados sean igual a 10 aparecerá en pantalla un

mensaje indicando: “La bomba Bx requiere mantenimiento”. En pantalla se debe indicar la etapa lógica del sistema.

**Conteste las preguntas:**

¿Puede mostrar el diagrama lógico de la solución?, ¿Puede mostrar el diagrama de la implementación con sus ecuaciones lógicas?, ¿Puede mostrar el diagrama de conexión eléctrico?, ¿Cuándo es el ciclo de escaneo de la solución? La última pregunta se contesta implementando el código que se aporta en apéndice B del manual [3].

**Ecuaciones Lógicas del Sistema**

$$\mathbf{E_0} = (\mathbf{A}) \mathbf{P^-} \cdot \mathbf{S_{C-1}} \cdot \mathbf{S_{C-2}}$$
$$\mathbf{E_1} = (\mathbf{E_0} \cdot \mathbf{A} + (\mathbf{E_{-6}} + \mathbf{E_{-5}}) \mathbf{NA}) \bar{\mathbf{E_{-2}}} \mathbf{E_0}$$
$$\mathbf{E_2} = (\mathbf{E_1} \cdot \mathbf{N_B}) \bar{\mathbf{E_{-3}}} \bar{\mathbf{E_{-4}}} \mathbf{E_0}$$
$$\mathbf{E_3} = (\mathbf{E_2} \cdot \mathbf{N_C}) \bar{\mathbf{E_{-4}}} \mathbf{E_0}$$
$$\mathbf{E_4} = (\mathbf{E_3} \cdot \mathbf{N_A}) \bar{\mathbf{E_{-5}}} \mathbf{E_0}$$
$$\mathbf{E_5} = (\mathbf{E_4} \cdot \mathbf{N_B}) \bar{\mathbf{E_{-6}}} \cdot \bar{\mathbf{E_{-1}}} \cdot \mathbf{E_0}$$
$$\mathbf{E_6} = (\mathbf{E_5} \cdot \mathbf{N_C}) \bar{\mathbf{E_{-1}}} \mathbf{E_0}$$

Donde:

- $\bar{}$  indica negación (NOT)
- Los subíndices indican el número de estado

Figura 3: Actividad 2. programación en bloques.

## 0.5. Resultados

### 0.5.1. Actividad 1

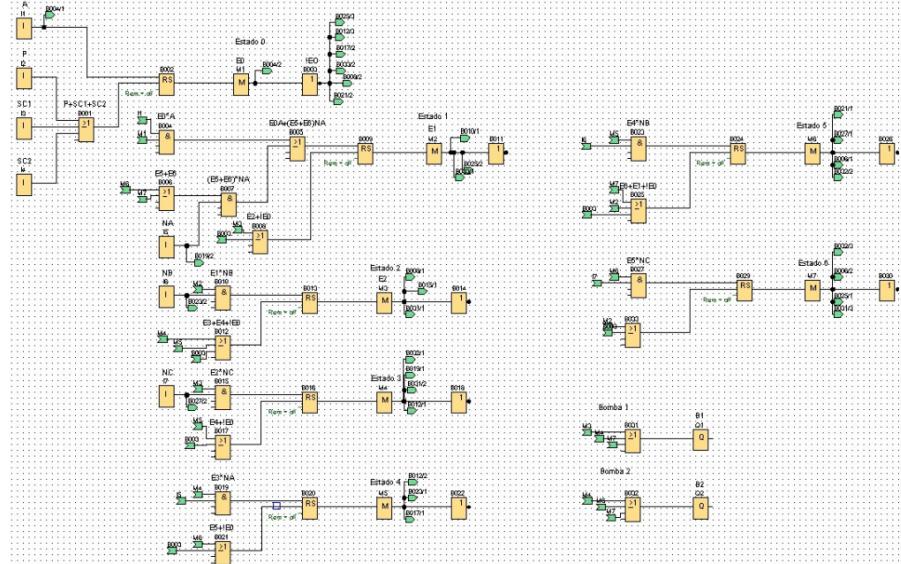


Figura 4: Actividad 2. programación en bloques.

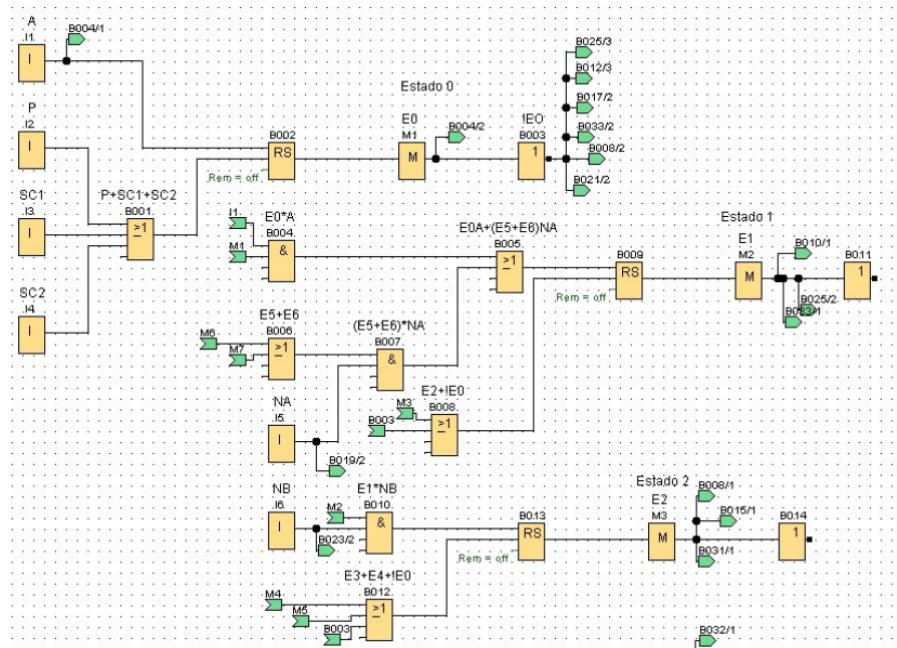


Figura 5: Bloques de los estados 0-1-2.

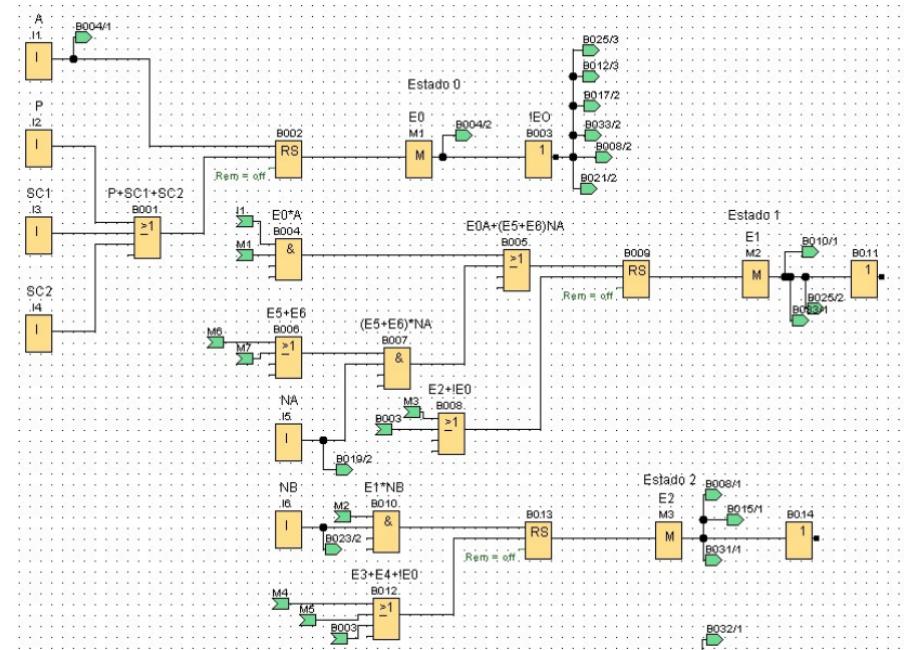


Figura 6: Bloques de los estados 0-1-2.

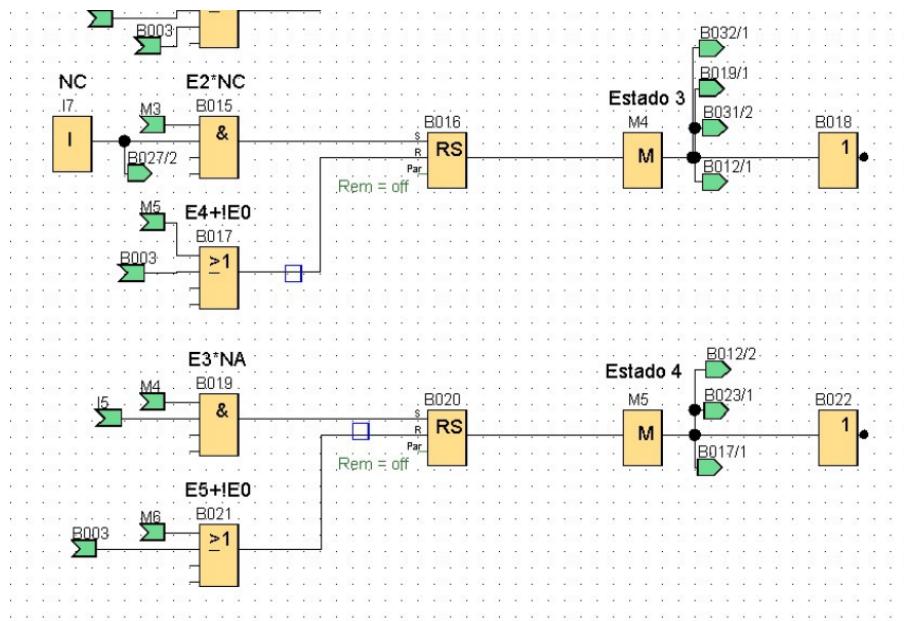


Figura 7: Bloques de los estados 3-4.

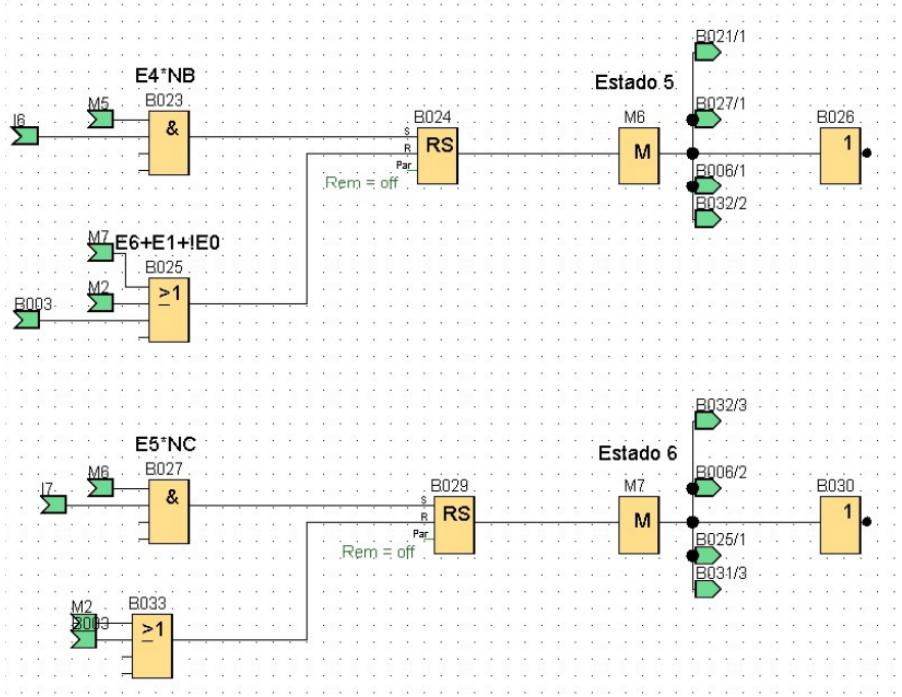


Figura 8: Bloques de los estados 5-6.

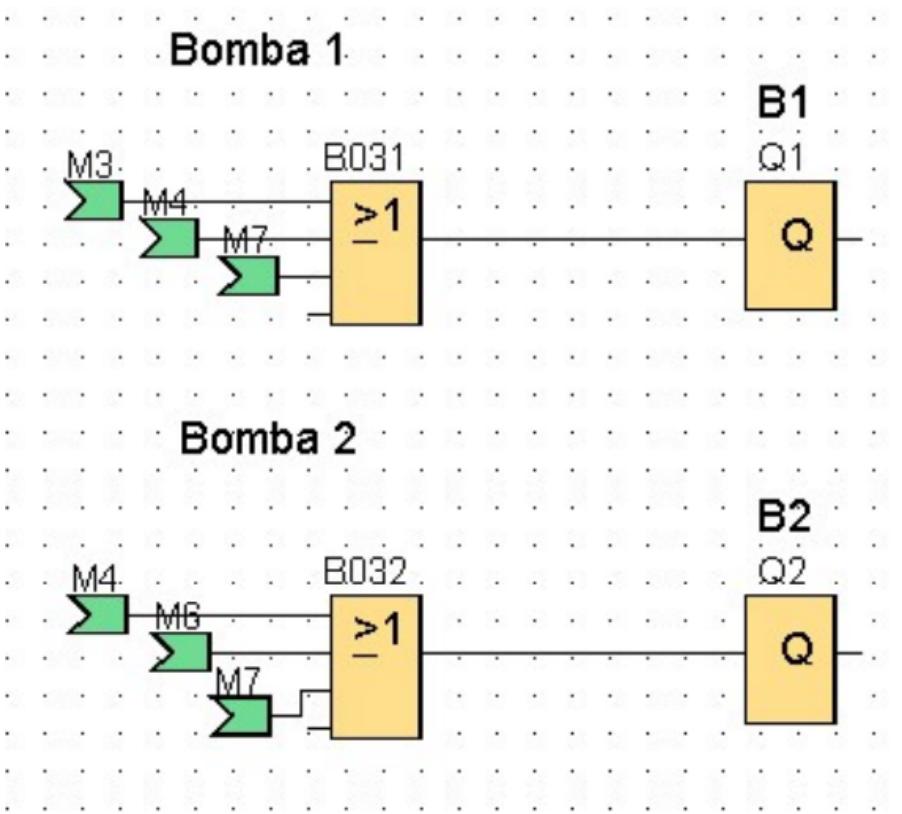


Figura 9: Bloques de las bombas 1 y 2.

### 0.5.2. Actividad 3

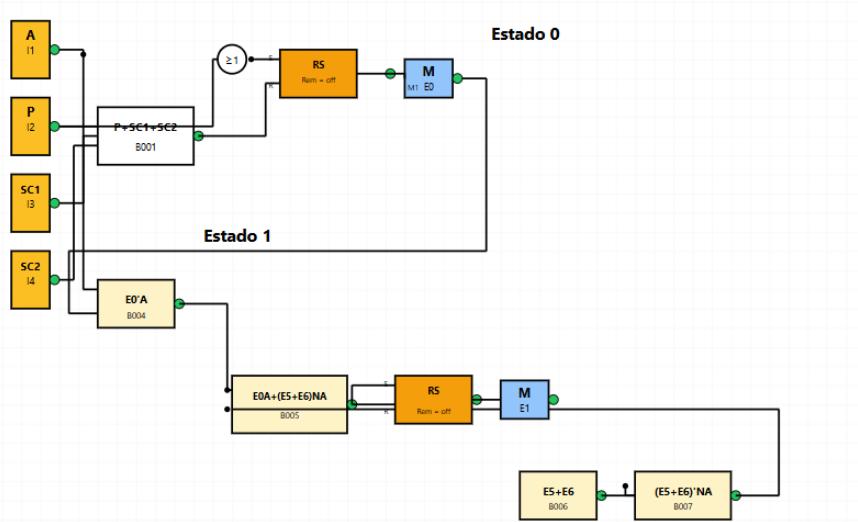


Figura 10: Bloques de estado 0 y 1.

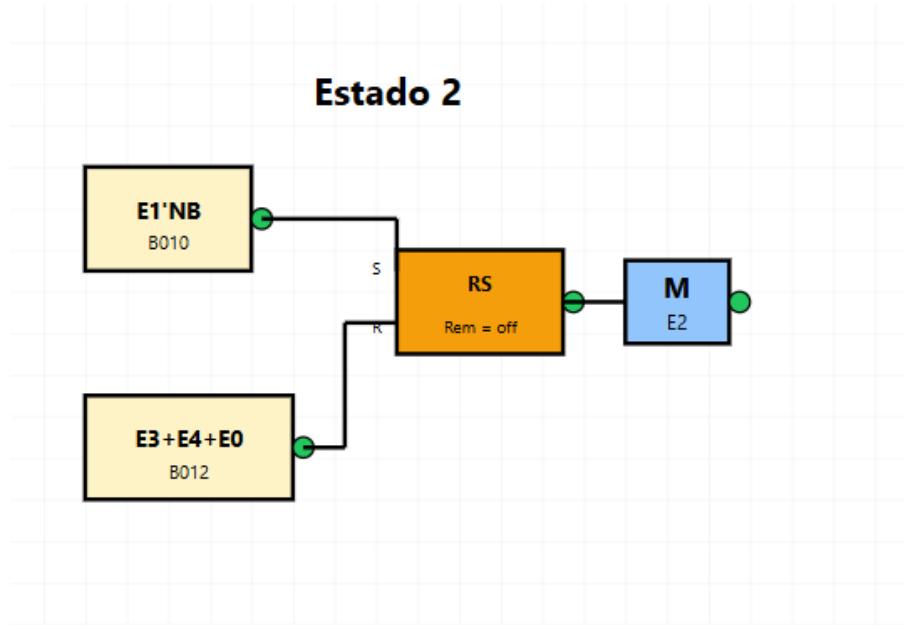
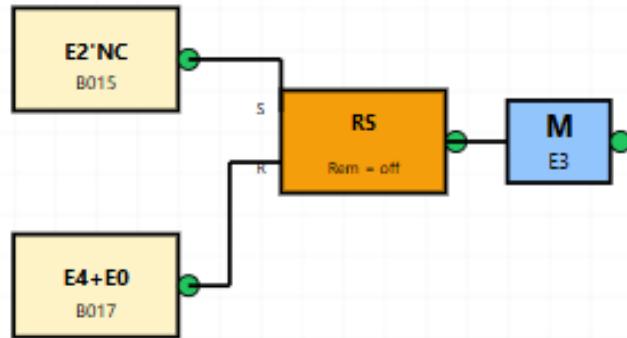
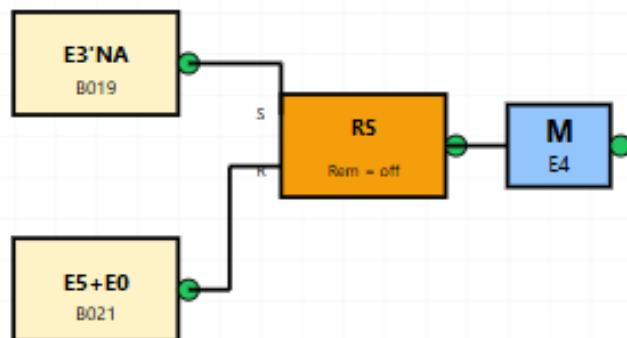


Figura 11: Bloques de estado 2.

### Estado 3



### Estado 4



### Estado 5

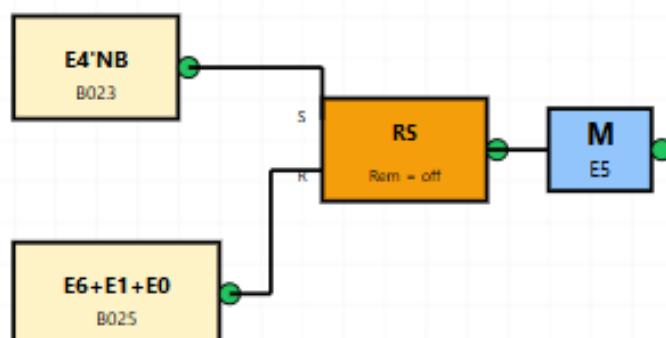


Figura 12: Bloques de estado 3,4, 5.

## 0.6. Análisis de Resultados

### 0.6.1. Actividad 2

El sistema de bombeo funciona de manera adecuada en todos sus componentes. La bomba B1 inicia su operación cuando el nivel del tanque desciende hasta el punto mínimo (NB) y se detiene al alcanzar el nivel máximo (NA). Su ciclo de encendido y apagado se desarrolla sin fallos y respeta correctamente la secuencia de alternancia programada. La bomba B2 presenta un comportamiento equivalente: entra en funcionamiento cuando se detecta el nivel NB y se apaga al llegar a NA. Además, el mecanismo de alternancia entre ambas bombas opera como se espera, ya que el sistema recuerda qué bomba trabajó por última vez y distribuye el funcionamiento entre B1 y B2 sin interrupciones. Cuando el nivel llega al punto crítico (NC), el sistema responde poniéndolo en marcha ambas bombas de forma simultánea, tal como está previsto. Esta activación conjunta ocurre sin errores, y una vez que el nivel vuelve a NB, el controlador retoma correctamente el orden de alternancia que llevaba antes del evento crítico, manteniendo la secuencia establecida.

En cuanto a los controles de seguridad, la botonera de arranque activa el sistema sin dificultades, iniciando el proceso desde el nivel NB y siguiendo la lógica diseñada. El botón de paro general también funciona correctamente, deteniendo de inmediato ambas bombas sin presentar inconvenientes. Durante las pruebas de sobrecarga, el sistema actuó de forma segura al apagar automáticamente las bombas y generar la señal de error correspondiente, evitando que continuaran operando bajo condiciones riesgosas. Si el equipo cuenta con un relé o sensor de protección, este se activó oportunamente al superarse el límite de carga permitido, asegurando la protección contra daños y garantizando la seguridad del sistema.

### 0.6.2. Actividad 3

El desarrollo del sistema de control de moto-bombas alternas mediante el controlador LOGO! ha permitido implementar una solución automatizada que cumple con los requerimientos operativos planteados por la empresa Automation Solutions. A través del diseño basado en la metodología GRAFCET, se logró estructurar un sistema de control secuencial que gestiona eficientemente el funcionamiento alternado de dos moto-bombas, garantizando redundancia operativa y optimización en el uso de los equipos. El diagrama GRAFCET resultante presenta una arquitectura de siete estados que representan las diferentes etapas del proceso de control. El estado inicial E0 funciona como punto de partida y reinicio del sistema, incorporando la supervisión de los contadores de ciclos de ambas bombas. A partir de este estado, el sistema puede transitar hacia diferentes rutas según el modo de operación seleccionado, ya sea manual o automático. Esta estructura permite que el operador tenga control directo sobre los equipos cuando sea necesario, mientras mantiene la capacidad de operación autónoma durante los períodos programados. El análisis de las transiciones entre estados revela la importancia de las señales de confirmación de presión en el funcionamiento seguro del sistema. Las transiciones condicionadas por las señales Na y Nb, correspondientes a la confirmación de presión de los motores A y B respectivamente, actúan como mecanismos de seguridad que verifican el correcto arranque de cada bomba. Cuando el sistema detecta que una bomba no alcanza la presión adecuada en un lapso de tres segundos, ejecuta automáticamente una transición hacia un estado que activa la bomba alternativa, garantizando así la continuidad del servicio de bombeo. Las ecuaciones lógicas desarrolladas para cada estado demuestran la correcta aplicación de los principios del álgebra de Boole en el diseño de sistemas de control secuencial. Cada ecuación incorpora términos de negación que aseguran la exclusión mutua de estados, evitando situaciones de conflicto donde dos estados

pudieran activarse simultáneamente. Esta característica es fundamental para mantener la coherencia del sistema y prevenir comportamientos impredecibles que podrían comprometer la seguridad de los equipos o del proceso. La implementación en bloques de LOGO! tradujo exitosamente el diseño conceptual del GRAFCET a una programación práctica y funcional. El uso de bloques RS (Set-Reset) para mantener los estados activos demuestra la aplicación correcta de la lógica de memoria requerida en sistemas secuenciales. Estos bloques permiten que cada estado permanezca activo hasta que se cumplan las condiciones de transición hacia el siguiente estado, replicando fielmente el comportamiento especificado en el diagrama GRAFCET. Las marcas internas M1 a M7 almacenan el estado actual del sistema, facilitando tanto la lógica de control como el diagnóstico durante la operación. El modo manual implementado proporciona al operador control directo sobre el arranque y paro de cada bomba mediante botoneras físicas. Sin embargo, incluso en este modo, el sistema mantiene activa la supervisión de presión, generando una alarma visual cuando detecta que la bomba no está desarrollando la presión adecuada. Esta característica representa un valor agregado importante, ya que alerta al operador sobre posibles fallas en el sistema de bombeo, tales como válvulas cerradas, obstrucciones en las tuberías o problemas mecánicos en la bomba, permitiendo una respuesta rápida ante estas situaciones. El sistema de contadores implementado proporciona una herramienta valiosa para la gestión del mantenimiento preventivo. Al registrar cada ciclo de operación de ambas bombas, el sistema genera automáticamente una alerta cuando cualquiera de ellas alcanza los diez ciclos de funcionamiento. Esta información permite al personal de mantenimiento programar intervenciones basadas en el uso real de los equipos, optimizando los recursos y minimizando el riesgo de fallas inesperadas. La visualización de estos contadores en la pantalla del LOGO! facilita el seguimiento continuo del estado de los equipos.

## 0.7. Conclusiones

El sistema diseñado para alternar las bombas durante el llenado del tanque de almacenamiento ha demostrado un desempeño estable y eficiente en todas las pruebas realizadas. La activación y desactivación de las bombas B1 y B2 responde adecuadamente a los distintos niveles de agua (NB, NA y NC), lo que permite mantener un control preciso del proceso de llenado.

La alternancia entre ambas bombas opera conforme a la lógica definida: el sistema cambia entre B1 y B2 en el orden correcto, respetando los niveles establecidos y distribuyendo equitativamente los períodos de trabajo. Esto contribuye a evitar un desgaste innecesario y favorece una operación más duradera y balanceada.

Cuando el nivel crítico NC es alcanzado, el sistema reacciona de forma inmediata poniendo en marcha las dos bombas al mismo tiempo. Además, conserva el registro del último ciclo ejecutado para continuar con la bomba correspondiente una vez que el nivel vuelve a la normalidad. Este comportamiento garantiza una operación eficiente incluso cuando se presentan condiciones de mayor exigencia. La metodología GRAFCET resultó ser una herramienta invaluable para el diseño del sistema de control secuencial. Su representación gráfica clara y su notación estandarizada facilitaron no solo el desarrollo inicial del sistema, sino también la documentación y comunicación del diseño entre los miembros del equipo de trabajo. Esta metodología permitió identificar todos los estados posibles del sistema y definir claramente las condiciones de transición entre ellos, reduciendo significativamente la probabilidad de errores de diseño que podrían manifestarse durante la operación real. El sistema diseñado ofrece ventajas técnicas significativas que justifican su implementación. La flexibilidad operativa que proporciona al permitir tanto control manual como automático lo hace adaptable a diferentes situaciones operativas. Durante condiciones normales, el sistema puede fun-

cionar de manera completamente autónoma, liberando al personal de la necesidad de supervisión constante. Sin embargo, cuando surgen situaciones especiales que requieren intervención humana, el operador puede tomar control manual inmediato de los equipos sin necesidad de desconectar o reprogramar el sistema.

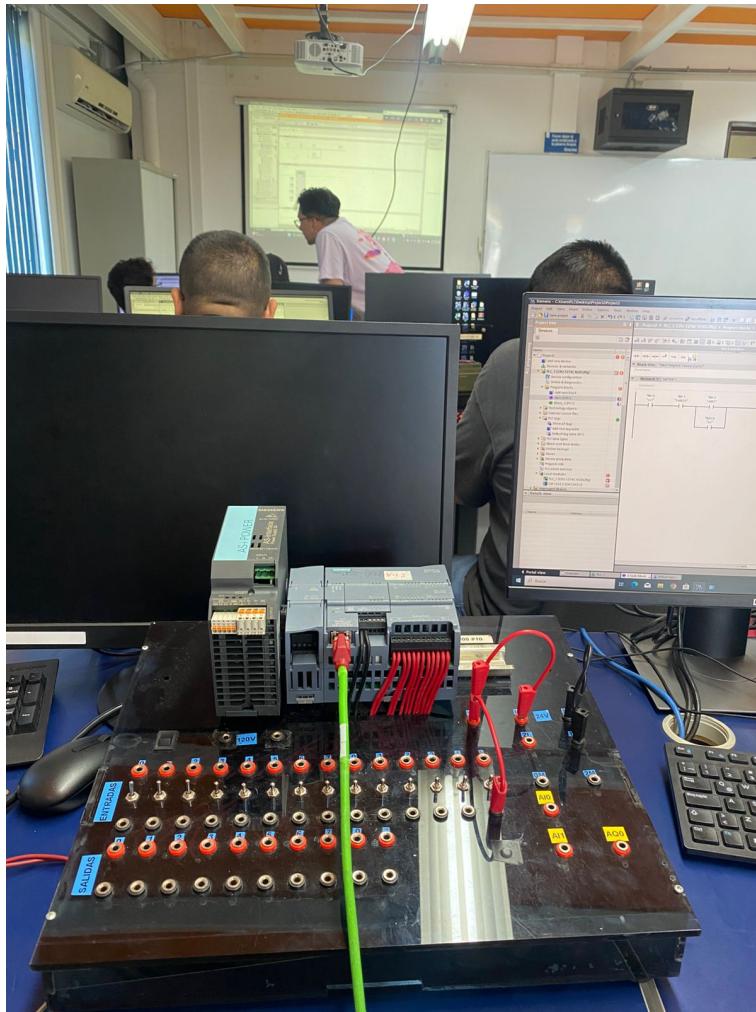


Figura 13: Conexión actividades.

# Bibliografía

J., Murillo, L., G'omez, L. (2024). Instructivo de laboratorio: Laboratorio de Control el'ectrico.  
<https://www.overleaf.com/project/66a18e43103bd6ea5ff3493e>