Rockwell Automation

Manual de prácticas para PLCs utilizando las plataformas RSLogix 500 y 5000





Allen-Bradley

Mario Uriel Arzate Velásquez

Prefacio

¡Hola! Mi nombre es Mario y así como tu, decidí tomar la linea de control como mi linea de acentuación en la carrera de Ingeniero Mecánico. También es demasiado probable que en este semestre estés cursando la materia de Control Lineal. Recuerdo que durante mi primera clase de Control Lineal, la primera pregunta que le hice a mi profesor fue: ¿Hay algún libro que me pueda recomendar?. Su respuesta me llevó a varios libros (muy técnicos y pesados en su contenido) que se utilizan dentro del curso, y que al final no me sacaron de dudas ¡Todo lo contrario, me hacían tener aún más!.

En mi camino encontré el manual de usuario del PLC que estaba utilizando en ese momento. Y como siempre ¡Era demasiado técnico para que yo pudiera entenderle! (Sin mencionar mi enorme falta de conocimiento en el campo de los PLCs). Todas las noches de ese semestre, antes de ir a dormir, me dediqué a leer capitulos de aquel manual con la finalidad de comprender más como programar las funciones del PLC y de esta manera entregar mis trabajos puntualmente. Pero lo único que pude hacer con éxito fue caer dormido de aburrimiento entre tanta palabra técnica. Llegué a la conclusión de que el método que estaba aplicando no era el correcto para aprender algo que era realmente simple. No es que la bibliografía con la que me encontré no fuera útil, todo lo contrario, estaba llena de muy buena información tecnica.

Decribía a detalle cada instrucción, cuántos bits eran consumidos, cuál era el tiempo de escaneo de un programa, etc. Pero el único problema que tenía es que ninguna de esta información la podía usar en el sentido práctico. No entendía como programar o como trabajaba la lógica del PLC. Podía identificar varías instrucciones en un programa, pero seguía sin entender como programarlas de acuerdo a mis necesidades.
Para ese entonces conocia la mayoría de las instrucciones disponibles, pero seguía sin saber como implementarlas. No fue hasta que me capacité (independientemente de mis clases) con cursos y libros en linea que pude obtener las habilidades de programación que necesitaba.

Decidí escribir este manual para desarrollar las habilidades de programacion en los alumnos para los modelos de PLCs de Allen Bradley que se encuentran dentro de la Facultad de Ingenieria. Este libro cubre los elementos básicos que acelerarán la curva de aprendizaje para ti, que estás empezando el viaje de aprender a programar un PLC por medio de lenguaje en diagrama escalera. Hubiera querido que este manual existiera cuando yo cursé esta materia, seguramente me hubiera ahorrado mucho tiempo y frustración. Este manual es un compendio de todo el conocimiento que pude recolectar de muchos manuales, publicaciones, cursos, y entre otras cosas que encontré y adquirí en la red. Todo esto es para darte a ti, alumno, el conocimiento que obtuve después de este extenso y arduo trabajo.

¿Que esperar de este manual?

Deja que este manual sea una fuente de información, utilízalo a todo su potencial. Antes de que conozcas todas las instrucciones, lenguajes y arquitectura de los PLCs, necesitas entender la lógica. Necesitas aprender a leer y escibir un diagrama eléctrico en escalera.

Siento que es mi obligacion señalar que este libro no es para cualquiera. No hablaré de absolutamente todas las instrucciones. Y sobre todo no estaré hablando de las mismas cosas que puedes leer abriendo la página de ayuda o el manual del software que hayas elegido para programar. Este manual se hizo para sentar una base y darte un apoyo para que comiences a entender los conceptos esenciales. Si lees y practicas lo que se expone aquí, serás capaz de entender un lenguaje en escalera.

Tendrás el conocimiento necesario para solucionar programas, modicarlos, usando instrucciones básicas. Y serás capaz de identificar programas y sus elementos que lo conforman.

Es importante aclarar que hay varios fabricantes de PLCs, y cada uno de ellos tiene su propia version de estos. Cada version de PLC tiene una diferente manera de exponer un diagrama en escalera. La buena noticia es que si aprendes a usar una plataforma puedes transpolar el conocimiento que adquieras aquí para facilitar el aprendizaje de otra. Las instrucciones son similares.

Leer el manual de principio a fin no te hará un programador, requiere que trabajes y practiques mucho en el software y usando el PLC. Si tienes dudas, preguntas o sugerencias para mejorar este manual, soy todo oidos a ideas nuevas. Espero que te sea útil la información que aquí se te presenta.

Atentamente
Mario Uriel Arzate Velásquez

Introducción

Antecedentes

Los controladores lógicos programables o PLCs (Programmable Logic Controllers por sus siglas en inglés) son dispositivos usados actualmente como plataforma para los sistemas de control. Permiten realizar tareas repetitivas con precisión y seguridad, buscando garantizar la calidad de los productos en procesos de producción en la industria manufacturera. Evidentemente todas las fábricas modernas utilizan PLCs para automatizar, expandir, y mejorar la producción de procesos desde la refinación de petróleo crudo, hasta la construcción de vehículos.

Aunque originalmente el PLC se desarrolló para reemplazar y reducir la complejidad de los sistemas automatizados utilizando los páneles de relevadores, su funcionalidad ha evolucionado a través de los años a tal grado que se ha podido agregar capacidades que van más allá de un simple control por relevadores.

Las ventas de PLCs han ascendido alrededor de un billón de dólares al año con más de 30 fabricantes. El mercado mundial de PLCs continuará creciendo a medida que las unidades se hacen más pequeñas, más funcionales y capaces de trabajar en entornos hostiles.

Es evidente que se requiere de ingenieros con habilidades y conocimientos en esta área. Para desarrollar estas habilidades y conocimientos es necesaria la comprensión del sistema de instrucciones esenciales de un PLC, así como también el lenguaje que es utilizado para programar dichas instrucciones.

Objetivos

Este manual está pensado para utilizarse por los estudiantes como material de apoyo en las materias de automatización, y también para profesores como libro de apoyo para la impartición de las unidades de aprendizaje que involucren la utilización de PLCs dentro de su temario. Sus objetivos son:

- Cubrir de una manera concreta y ligera los principios esenciales de un PLC, desde su operación hasta su vasto rango de aplicaciones.

- Capacitar al alumno con el conocimiento esencial para un desempeño eficiente a la hora de automatizar un sistema con un PLC.

- Presentar ejemplos reales con la finalidad de proporcionar al alumno una idea de como se aplica un PLC en la práctica de la ingenieria de automatización.

- Desarrollar una comprensión del PLC haciendo enfasis en el campo de la industria como fuente de los ejemplos.

- Proporcionar información práctica para la instalación y programacion de los PLCs usados en este manual sin requisito de conocimiento previo.

Se desea sobre todo que este manual (mediante sus explicaciones claras y uso de ejemplos practicos, figuras y material didáctico) ayude a los estudiantes a desarrollar las habilidades básicas para llenar el hueco que existe entre el conocimiento y la confianza para aplicar eficazmente lo aprendido. En particular, el objetivo ha sido proporcionar un manual que:

- Contribuya al desarrollo y mejoramiento del auto-aprendizaje en el estudiante a través de la aplicación de diversas estrategias y técnicas de estudio implementadas previamente en otras universidades alrededor del mundo.

Alcances y limitaciones

A pesar de que la fuente de información de un modelo particular de PLC siempre es el manual de usuario, el presente manual planea ser un complemento que aclarará, y expandirá el conocimiento del alumno. Para este manual se utilizarán los modelos Compact Logix L31 y Micrologix 1100 series B de la marca Allen-Bradley, para los ejemplos y prácticas expuestas durante todo el manual.

Debido a la vasta capacidad que tienen los PLCs de Allen-Bradley, este manual se enfocará a todo lo referente al lenguaje en escalera, dejando fuera los otros lenguajes (bloques de funciones, texto estructurado, y esquemas de funciones secuenciales).

No se tratarán tampoco protocolos de comunicación, y solo se trabajará con los módulos de entradas y salidas digitales y analógicas.

Se tratarán tópicos que corresponden a uso medio avanzado de las funciones de un PLC como son: temporizadores, contadores, instrucciones de control, matemáticas, manipulación de datos, secuenciador, desplazamiento de registros, sin olvidar los aspectos básicos del funcionamiento de un PLC.

El contenido fue redactado de tal manera que sea fácil de entender y leer, con muchas ilustraciones claras para ayudar al alumno a comprender los fundamentos de un PLC. Todos los capítulos son cubiertos en pequeños segmentos para que el estudiante pueda tener un conocimiento concreto para cada concepto y operación.

Material didáctico de apoyo

El manual cuenta con materiales didácticos que fortalecen los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como la evaluación de los mismos. Tanto el alumno como el profesor pueden usarlos dentro o fuera del aula.

Imágenes y mapas mentales



En el texto se hace uso de imágenes y mapas mentales. Las figuras atraen la atención y estimulan la curiosidad y el interés. La mayoría sirven como modelo para enfatizar conceptos importantes mientras que otras se utilizan como resúmenes de párrafos.

Experimentos desarrollado paso a paso y prácticas de laboratorio



La aplicación de los conocimientos se lleva a cabo en la sección de experimentos y prácticas de laboratorio. El aprendizaje por medio de la práctica se refiere a que el alumno tendrá que realizar algo con sus propias manos para observar, analizar y comprender lo visto en cada capítulo.

Glosario de términos técnicos



Catálogo de las palabras usadas dentro de cada capítulo del manual con una explicación breve de cada una.

Lista de materiales



La lista de materiales da al alumno un catálogo de los elementos que se requerirán dentro de todo el manual, viniendo con una breve explicación y características de cada material.

Tutoriales para la programación con los sofwares RSLogix 500 y RSLogix 5000



Este apartado se centra en la capacitación del alumno para manejar los softwares que se utilizan para programar los PLCs Compact Logix L31 y Micrologix 1100 series B. Utilizando como herramientas videos e ilustraciones que detallan detenidamente los pasos que se deben seguir para realizar la correcta programación de un programa en escalera y sus funciones.

Audio libro del manual



Este material es una grabación de los contenidos de todo el manual para que el alumno haga uso de ellos con la finalidad de retención de conceptos y repaso de los mismos en una distinta presentación a la textual. Dentro de esta grabación se encuentran cuestionarios interactivos para cada capítulo.



Pista 1

Como utilizar este manual

Bienvenido al manual de prácticas para los PLCs RSLogix 500 y RSLogix 5000. Antes de que empieces a leer, por favor revisa las siguientes estrategias para utilizar este material. Siguiendo estas estrategias de estudio, entenderás la información presentada en el texto y, por consiguiente, serás capaz de aplicar este conocimiento en situaciones de la vida real.



Pista 2

Antes de que empieces a leer

- Hojea el libro y familiarízate con la estructura del mismo.
- Lee las tablas de contenidos para repasar los temas que estudiarás.
- Familiarízate con los íconos usados en el texto.
- Mira los apéndices para ver los materiales que te han sido proporcionados.
- Realiza el cuestionario VARK para que conozcas que estilo de aprendizaje es tu preferido.



Pista 3

Al estudiar cada capítulo

- Lee los objetivos que se plantean al principio de este. Los objetivos te darán una idea de que es lo que aprenderás, así como también explica como la información presentada en el capítulo se relaciona con lo que ya has aprendido.

- Lee poniendo especial atención a las palabras en negritas. Estas son palabras clave que indican términos importantes que debes entender antes de acabar el capítulo.

- Cuando llegues a algún ejercicio, trata de resolverlo antes de mirar la solución. De esta manera, podrás saber que temas entiendes y cuáles debes repasar.



Pista 4

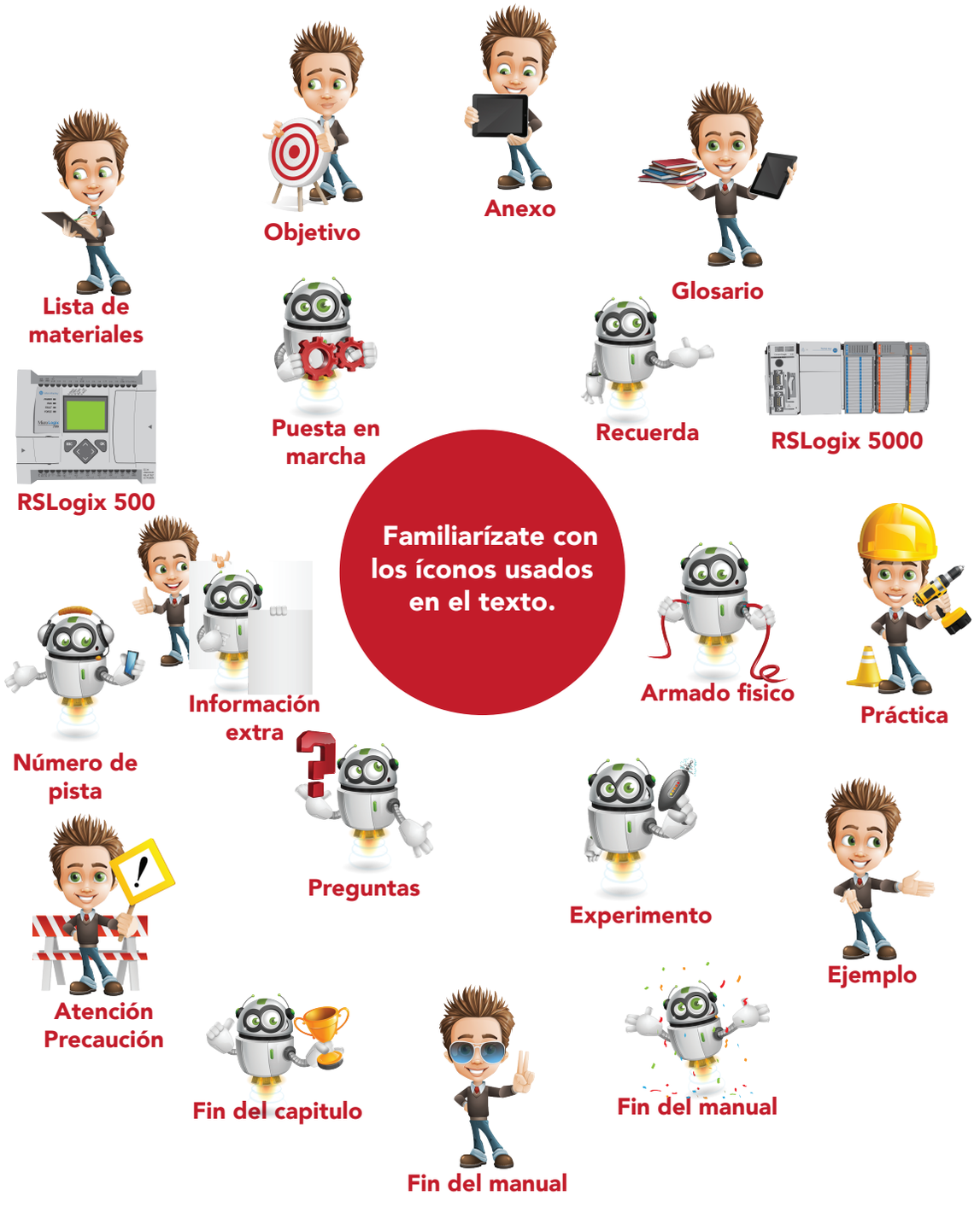
Cuando acabes cada capítulo

- Revisa la lista de palabras clave para asegúrate que has entendido todos los términos importantes presentados en el capítulo. Si no estás seguro del concepto de una palabra, repásalo en el texto.

- Repasa los ejercicios para estar seguro que has entendido la lógica y funciones en cada problema.

- Estudia con el material didáctico que haya sido destinado para tu estilo de aprendizaje.

- Avanza al siguiente capítulo solo si has aprendido todos los conceptos en su totalidad.


Familiarízate con los íconos usados en el texto.
Objetivo
Anexo
Glosario
Lista de materiales
Puesta en marcha
Recuerda
RSLogix 5000
RSLogix 500
Información extra
Armado fisico
Práctica
Número de pista
Preguntas
Experimento
Ejemplo
Atención Precaución
Fin del capitulo
Fin del manual
Fin del manual

Cuestionario VARK



Pista 5

Introducción

El cuestionario VARK es un instrumento diseñado para que los estudiantes puedan identificar las preferencias sensoriales que tienen para aprender, con el propósito de planificar actividades con material que maximicen el aprendizaje.

La denominación VARK, se establece por las iniciales de los términos (en inglés) que tipifican a los estilos de aprendizaje que procura identificar: Visual (visual), Aural (auditivo), Read/Write (Lectura/escritura), y Kinesthetic (kinestésico).

Los autores (Fleming & Mills, 2016) consideran que las personas reciben información constantemente a través de los sentidos y que el cerebro selecciona parte de esa información e ignora el resto.

Muchos individuos presentan una preferencia en alguna modalidad, pero también hay individuos que son multimodales, es decir que procesan la información en más de una forma.

El instrumento (actualizado por sus creadores en 2006 con el propósito de darle mayor confiabilidad a los resultados) consta de 16 preguntas con 4 respuestas posibles cada una.



Pista 6



Objetivo

Efectiva utilización de los recursos didácticos presentados en este manual.



Pista 7

Cuestionario VARK

Con este cuestionario se tiene el propósito de saber acerca de tus preferencias para trabajar con información.

Seguramente tienes un estilo de aprendizaje preferido y una parte de ese <<Estilo de aprendizaje>> es tu preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información.

- Elije las respuestas que mejor expliquen tu preferencia y encierra con un circulo en la letra de tu elección.
- Puedes seleccionar más de una respuesta a una pregunta si una sola no encaja con tu percepción.
- Deja en blanco toda pregunta que no se aplique a tus preferencias.

1.- Estás ayudando a una persona que desea ir al aeropuerto, al centro de la ciudad o la estación del ferrocarril. Tú:

a) Irías con ella
b) Le dirías cómo llegar
c) Le darías las indicaciones por escrito (sin un mapa)
d) Le darías un mapa

2.- No estás seguro si una palabra se escribe como "trascendente" o "tracendente", Tú:

a) Verías las palabras en tu mente y elegirías la que mejor luce
b) Pensarías en cómo suena cada palabra y elegirías una.
c) Las buscarías en un diccionario
d) Escribirías ambas palabras y elegirías una.

3.- Estás planeando unas vacaciones para un grupo de personas y desearías la retroalimentación de ellos sobre el plan. Tú:

a) Describirías algunos de los atractivos del viaje
b) Utilizarías un mapa o un sitio web para mostrar los lugares
c) Les darías una copia del itinerario impreso
d) Les llamarías por teléfono, les escribirías o les enviarías un e-mail

4.- Vas a cocinar algún platillo especial para tu familia. Tú:

a) Cocinarías algo que conoces sin la necesidad de instrucciones.
b) Pedirías sugerencias a tus amigos
c) Hojearías un libro de cocina para tomar ideas de las fotografías
d) Utilizarías un libro de cocina donde sabes que hay una buena receta

5.- Un grupo de turistas desea aprender sobre los parques o las reservas de vida salvaje en tu área. Tú:

a) Les darías una plática acerca de parques o reservas de vida salvaje
b) Les mostrarías figuras de internet, fotografías o libros con imágenes.
c) Los llevarías a un parque o reserva y darías una caminata con ellos.
d) Les darías libros o folletos sobre parques o reservas de vida salvaje.

6.- Estas a punto de comprar una cámara digital o un teléfono móvil. ¿Además del precio, qué más influye en tu decisión?

a) Lo utilizas o lo pruebas
b) La lectura de los detalles acerca de las características del aparato
c) El diseño del aparato es moderno y parece bueno
d) Los comentarios del vendedor acerca de las características del aparato.

7.- Recuerda la vez cuando aprendiste a hacer algo nuevo. Evita elegir una destreza física, como montar bicicleta. ¿Cómo aprendiste mejor?

a) Viendo una demostración
b) Escuchando la explicación de alguien y haciendo preguntas.
c) Siguiendo pistas visuales en diagramas y gráficas.
d) Siguiendo instrucciones escritas en un manual o libro de texto

8.- Tienes un problema con tu rodilla. Preferirías que el doctor:

a) Te diera una dirección web o algo para leer sobre el asunto.
b) Utilizara un modelo plástico de una rodilla para mostrarte qué está mal.
c) Te describiera qué está mal.
d) Te mostrara con un diagrama qué es lo que está mal.

9.- Deseas aprender un nuevo programa, habilidad o juego de computadora. Debes:

a) Leer las instrucciones escritas que vienen con el programa
b) Platicar con personas que conocen el programa
c) Utilizar los controles o el teclado
d) Seguir los diagramas del libro que vienen con el programa

10.- Te gustan los sitios web que tienen:

a) Cosas que se pueden picar, mover o probar.
b) Un diseño interesante y características visuales
c) Descripciones escritas interesantes, características y explicaciones.
d) Canales de audio para oír música, programas o entrevistas.

11.- Además del precio, ¿qué influiría más en tu decisión de comprar un nuevo libro de no ficción?

a) La apariencia te resulta atractiva
b) Una lectura rápida de algunas partes del libro
c) Un amigo te habla del libro y te lo recomienda
d) Tiene historias, experiencias y ejemplos de la vida real

12.- Estás utilizando un libro, CD o sitio web para aprender como tomar fotografías con tu nueva cámara digital. Te gustaría tener:

a) La oportunidad de hacer preguntas y que te hablen sobre la cámara y sus características.
b) Instrucciones escritas con claridad con características y puntos sobre qué hacer.
c) Diagramas que muestren la cámara y qué hace cada una de sus partes.
d) Muchos ejemplos de fotografías buenas y malas y como mejorar éstas.

13.-Prefieres que un profesor o expositor utilice:

a) Demostraciones, modelos o sesiones prácticas.
b) Preguntas y respuestas, charlas, grupos de discusión u oradores invitados.
c) Folletos, libros o lecturas.
d) Diagramas, esquemas o gráficas

14.- Has acabado una competencia o una prueba y quisieras una retroalimentación. Quisieras tener la retroalimentación:

a) Utilizando ejemplos de lo que has hecho.
b) Utilizando una descripción escrita de tus resultados.
c) Escuchando a alguien haciendo una revisión detallada de tu desempeño.
d) Utilizando gráficas que muestren lo que has conseguido.

15.- Vas a elegir tus alimentos en un restaurante o café. Tú:

a) Elegirías algo que ya has probado en ese lugar.
b) Escucharías al mesero o pedirías recomendaciones a tus amigos.
c) Elegirías a partir de las descripciones del menú.
d) Observarías lo que otros están comiendo o las fotografías de cada platillo

16.- Tienes que hacer un discurso importante para una conferencia o una ocasión especial.

a) Elaborarías diagramas o conseguirías gráficos que te ayuden a explicar las ideas.
b) Escribirías algunas palabras clave y practicas tu discurso repetidamente.
c) Escribirías tu discurso y te lo aprenderías leyéndolo varias veces.
d) Conseguirías muchos ejemplos e historias para hacer la charla real y práctica.



Pista 8

Cuadro de resultados

Usa la siguiente tabla de puntuación para identificar la categoría VARK que corresponde a cada una de las respuestas. Por ejemplo, si tu respuesta en la pregunta 3 han sido las opciones "B" y "C", marca estos cuadrantes en la fila correspondiente:

Pregunta	Categoría (a)	Categoría (b)	Categoría (c)	Categoría (d)
3	K	(V)	(R)	A

Pregunta	Categoría (a)	Categoría (b)	Categoría (c)	Categoría (d)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				



Pista 9

Calcula tus puntajes

Cuenta el número de cada letra V A R K que hayas marcado para obtener tu puntuación en cada uno de los estilos de aprendizaje.

Cantidad total de marcas en V		Visual
Cantidad total de marcas en A		Auditivo
Cantidad total de marcas en R		Lectura / Escritura
Cantidad total de marcas en K		Kinestésico



Pista10

Sugerencias practicas para utilizar el modelo VARK

Según los estilos predominantes en cada alumno los autores sugieren considerar estas estrategias cuando se estudia:



Estrategias de enseñanza para el estilo Visual

Utilizar:
Instrucciones escritas
Mapas conceptuales
Diagramas, modelos, cuadros sinópticos
Animaciones computacionales
Videos, transparencias, fotografías e ilustraciones

Estrategias de enseñanza para el estilo Auditivo



Utilizar:
Instrucciones verbales.
Repetir sonidos parecidos.
Audiocasettes.
Debates, y discusiones.
Lluvia de ideas
Leer el mismo texto con distinta reflexión
Lectura guiada y comentada



Estrategias de enseñanza para el estilo R (leer/escribir)

Utilizar:
Escritos de un minuto
Composiciones literarias, diarios, bitácoras, y reportes
Elaboración de resúmenes, reseñas y síntesis de textos.
Revisión de textos de los compañeros.

Estrategias de enseñanza para el estilo Kinestésico



Utilizar:
Juego de roles y dramatizaciones.
Dinámicas grupales que requieran sentarse y pararse.
El pizarrón para resolver problemas.
Manipulación de objetos para explicación de fenómenos.
Gestos para acompañar las instrucciones orales.

Índice

Prefacio 2
Introducción 5
Como usar este manual 11
Cuestionario VARK 14

Índice 24

Aspectos básicos del PLC 25
Marco teórico 26
Experimento 1 67
Experimento 2 89
Practica guiada 111
Apartado para el material didáctico 112

Temporizadores 113
Marco teórico 114
Experimento 1 124
Experimento 2 146
Experimento 3 168
Práctica guiada 191
Apartado para material didáctico 192

Contadores 193
Marco teórico 194
Experimento 1 202
Experimento 2 224
Práctica guiada 246
Apartado para material didáctico 247

Instrucciones de control 248
Marco teórico 249
Experimento 1 258
Experimento 2 279
Experimento 2 300
Practica guiada para instrucciones de control 319
Apartado para material didáctico 320

Instrucciones matemáticas 321
Marco teórico 322
Experimento 1 331
Practica guiada 339
Apartado para material didáctico 340

Instrucciones de manipulacion de datos 341
Marco teórico 342
Experimento 1 359
Experimento 2 380
Experimento 3 403
Práctica guiada 417
Apartado para material didáctico 418

Instrucciones de secuenciador y desplazamiento de datos 419
Marco teórico 420
Experimento 1 428
Experimento 2 448
Práctica Guiada 461
Apartado para material didáctico 462

Apéndices 463
Apéndice A: Tabla de sistemas numéricos 463
Apéndice B: Tabla de codificación por colores para los modulos de Allen Bradley 464
Apéndice C: Modos de Operación del PLC 465
Apéndice D: Estructura de la memoria del procesador 467
Apéndice E: Formato para el direccionamiento de archivos de datos 470
Apéndice F: Introducción a la programación de máscaras 475
Apéndice G: Lista de materiales 481
Apéndice H: Empezando a programar con RSLogix 500 (Anexo en CD) CD
Apéndice H: Empezando a programar con RSLogix 5000 (Anexo en CD) CD

Aspectos básicos del PLC


Pista 11



Objetivos del capítulo

Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Definir que es un Controlador Lógico Programable (PLC).
- Identificar las partes principales de un PLC y describir sus funciones.
- Explicar en términos generales la secuencia de operación de un PLC.
- Identificar las clasificaciones generales de los PLCs.
- Definir los sistemas numéricos utilizados en el PLC (decimal, binario, octal y hexagesimal) y convertir de un sistema a otro.
- Entender como funciona el lenguaje en diagrama escalera.
- Escribir programas básicos en diagrama escalera que realicen operaciones lógicas utilizando instrucciones de relevador y contactos.
- Identificar los modos de operación más comunes en un PLC.



Pista 12

Aspectos básicos del PLC

El controlador lógico programable o PLC (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés). Es una computadora industrial programada para controlar procesos industriales con base a una lógica determinada (De Léon, 2011). El PLC (figura 1-1) es capaz de realizar tareas de conmutación de relevadores, cronometrar, contar, calcular, comparar, y procesar señales analógicas y digitales.

El término **"Arquitectura del PLC"** puede referirse a la parte física del PLC (Hardware) o al software. Un diseño de **arquitectura libre** permite que el sistema pueda ser conectado a dispositivos y programas hechos por diferentes fabricantes aprobados conforme estándares. Un sistema con **arquitectura cerrada** es aquel cuyo diseño es privado, y presenta problemas a la hora de conectarse con otros sistemas (Petruzella, 2011).

Un sistema controlado por un PLC se puede dividir en siete componentes principales (figura 1-2): la fuente de alimentación, la carcasa, los sensores, actuadores, los modulos de entradas y salidas, la unidad central de procesos, y las interfaces hombre-máquina (De León, 2011).



Figura 1-1. Imágenes de un PLC
Fuente: (Petruzella 2011)

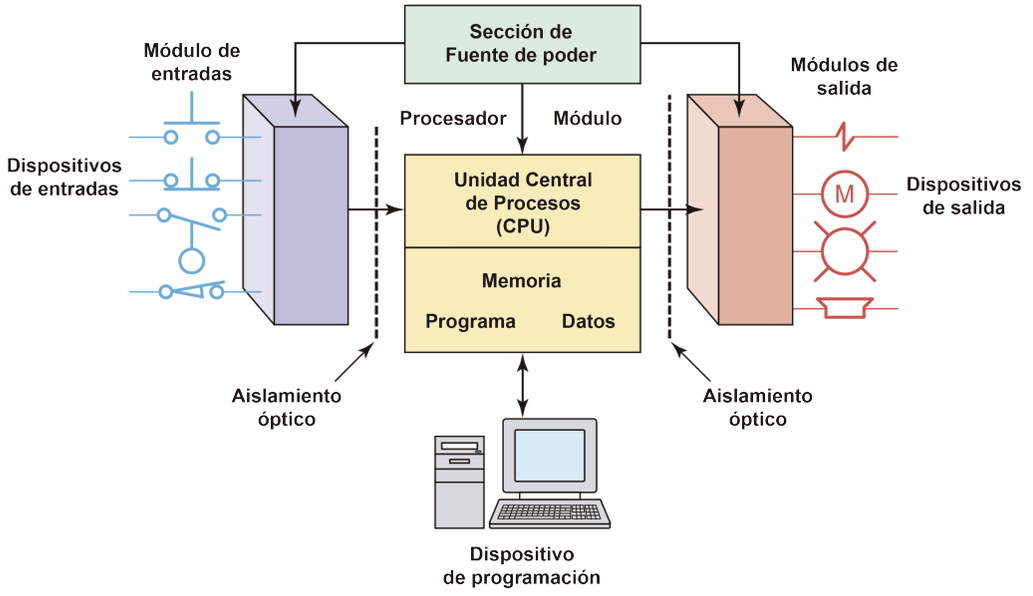


Figura 1-2. Sistema de control por medio de un PLC
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 13

Fuente de Alimentación

La **fuente de alimentación o poder** (figura 1-3) es un dispositivo que provee electricidad a la unidad central de procesos, y los módulos de entrada y salida (Villaljucal, 2012). Generalmente las fuentes de poder trabajan con 120 VCA o 24 VCD, y son diseñadas para soportar pérdidas de energía sin afectar la operación del PLC. El tiempo que un PLC puede tolerar una pérdida de energía, generalmente es de 10 milisegundos a 3 segundos. También está protegida contra cortocircuitos mediante fusibles, y pueden ser reemplazados en caso de que éstos se fundan (De León, 2011).



Pista 14

Carcasa o Base

La **carcasa** (figura 1-4) es el componente que une todos los elementos del PLC. Tiene una **placa base** (conocida como backplane) en la parte trasera que conecta de manera paralela las tarjetas de CPU y permite su comunicación entre ellas (De León, 2011). Este dispositivo puede ser construido en diferentes tamaños dependiendo de las necesidades de programación.



Figura 1-3. Fuente de poder de 24V DC para un PLC marca Mitsubishi
Fuente: rs,ttp://uk.rs-online.com/web/p/plc-power-supplies/4556664/

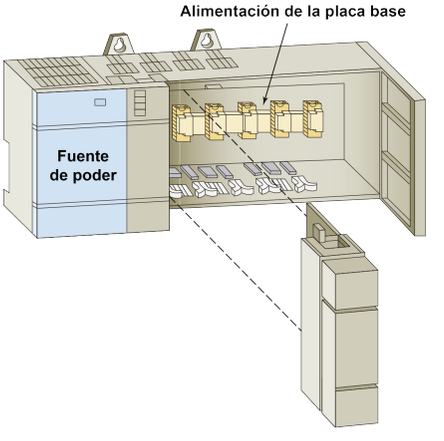


Figura 1-4. Esquema de una carcasa o base
Fuente: (Petruzella 2011)

Tipos de bases o carcasas

En general existen tres tipos de bases:

Base principal o del CPU (figura 1-5): Contiene el CPU, módulos de entrada/salida, fuente de poder, y de comunicación.

Base local o de expansión (figura 1-6): Se comunica a través de un cable, que se conecta directamente entre la base principal y base local, a una distancia máxima de 15cm. No requieren módulo de comunicación.

Base remota (figura 1-7): Se utilizan cuando los sensores están alejados del lugar donde se encuentra el CPU. Pueden colocarse a distancias considerables de la base principal (hasta 304 metros).

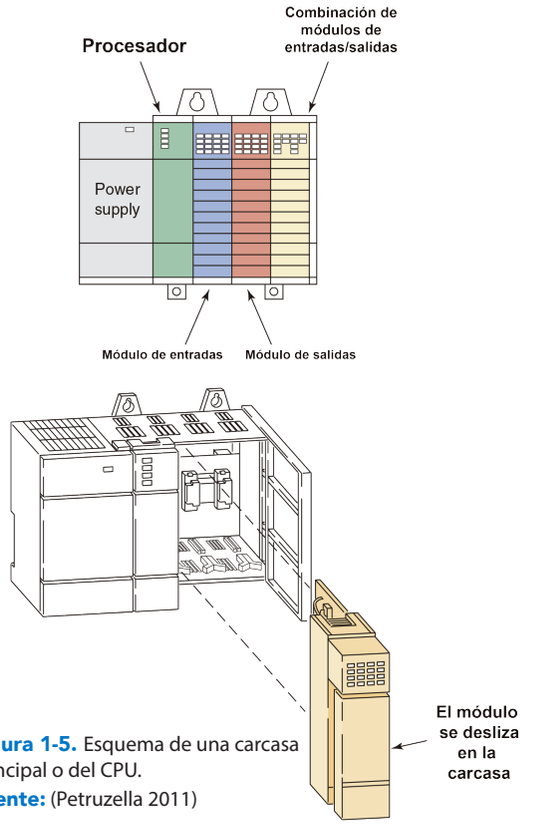


Figura 1-5. Esquema de una carcasa principal o del CPU.
Fuente: (Petruzella 2011)

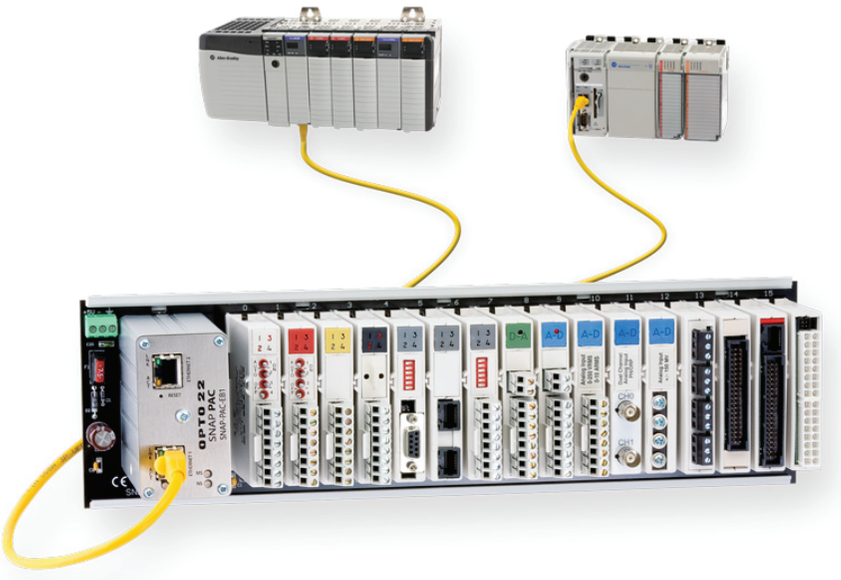


Figura 1-6. Esquema de una carcasa local o de expansión.
Fuente: Elec-Intro, http://www.elec-intro.com/cms/plus/view.php?aid=8039



Figura 1-7. Esquema de una carcasa remota.
Fuente: ProSoft Technology, http://www.prosoft-technology.com/Products/Gateways/EtherNet-IP/EtherNet-IP-to-Allen-Bradley-Remote-I-O-or-DH-Gateway



Pista 15

Sensores

Los **sensores** son dispositivos que perciben información de magnitudes físicas o químicas del exterior y las transforman en una magnitud eléctrica. Estas magnitudes eléctricas pueden cuantificarse para ser usadas como variables de retroalimentación al PLC (Villaljucal, 2009). Los sensores más usados en estos controladores son (figura 1-8): Sensores de temperatura, presión, proximidad, humedad, vibración, flujo, y final de carrera.



Figura 1-8. Ejemplos de sensores
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 16

Actuadores

Los **actuadores** son dispositivos que transforman energía con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado (Villaljucal, 2009). Estos reciben una señal de un controlador que los activa. Los actuadores más usados en PLCs son (figura 1-9): Solenoides, motores, lámparas, válvulas, y pistones.



Figura 1-9. Ejemplos de actuadores
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 17

Unidad central de procesos



1. Las palabras CPU, controlador, y procesador no significan lo mismo.
2. El CPU de un Sistema puede tener más de un procesador. Una ventaja de usar más de un procesador es que la velocidad de operación se ve mejorada.

El **CPU**[1] es el cerebro del PLC, y está construida como una unidad fija (Petruzella, 2011). Un procesador[2] puede ser dividido en dos secciones:

- Sección del CPU
- Sección de la memoria



3. El CPU tiene un microprocesador similar al de las computadoras personales. El microprocesador es un circuito integrado (chip) que realiza operaciones lógicas y matemáticas, manejo de datos y rutinas de diagnóstico. Se pueden agrupar en:
Operaciones de tipo lógico: Es la parte del microprocesador donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas.
Operaciones de tipo aritmético: Organiza todas las tareas del microprocesador.
Operaciones de control: Transfiere información dentro del PLC.
Registros: Memorias en las que se almacenan temporalmente datos, instrucciones o direcciones mientras necesitan ser utilizados. Los más importantes son instrucciones de: datos, direcciones, acumulador, contador, de trabajo y de bandera.

Sección del CPU

El CPU[3] ejecuta el sistema operativo, gestiona la memoria, monitorea los módulos de entradas y salidas, evalúa el programa, y activa las salidas.

Sección de la memoria

La sección de la **memoria** es el elemento que almacena electrónicamente información, programas y datos en el PLC. El proceso de almacenamiento es llamado "escritura (writing)", y la recuperación de datos "lectura (reading)" (De León, 2011). La memoria total del sistema se puede dividir en las siguientes áreas:

- Memoria ejecutiva: Contiene los programas que dirigen la operación del PLC. Se consideran parte integral del mismo.
- Memoria de aplicación: Es el área de la memoria donde se guardan las instrucciones y los datos que utiliza el procesador para realizar sus funciones de control.
- Memoria del usuario: Almacena el programa de control, estados de entradas y salidas, estados de relevadores, etc.

La memoria almacena información en lenguaje binario (bits).



Recuerda:
Puedes aprender más sobre la estructura de la memoria en el apéndice D, en los anexos: Diseños de la memoria y Tipos de memoria.



Pista 18

Módulos de entradas y salidas

Los **módulos de entrada o salida** son circuitos impresos que proveen una interface entre los componentes conectados físicamente y el CPU. A través de los módulos se hace el intercambio de información, ya sea para obtener datos o para el control de dispositivos en un proceso (Petruzella, 2011).
Los módulos de entradas aceptan señales de máquinas o dispositivos de proceso y las convierten en señales que pueden ser usadas por el PLC_4. Los módulos de salidas convierten las señales del PLC en señales que son usadas para controlar una máquina o un proceso. Dentro de un PLC se puede tener espacio para varios módulos.
Hay dos formas en las que se pueden incorporar los módulos:

- Fijo
- No fijo

Los **módulos fijos** (figura 1-10) son usados en pequeños PLCs que vienen en un solo bloque, sin elementos desmontables y tienen un número fijo de entradas y salidas.

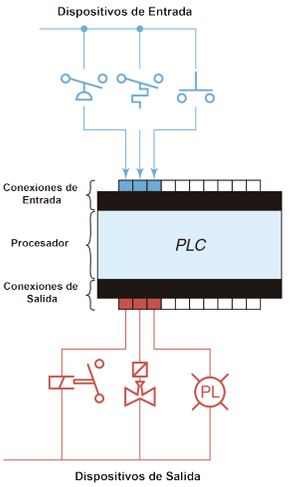


Figura 1-10. Esquema de un módulo fijo
Fuente: (Petruzella 2011)

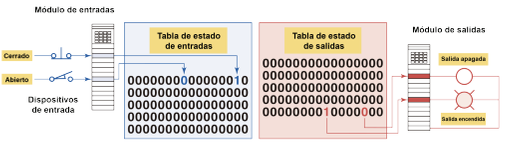


Figura 1-10. Esquema de las tablas de estados alojadas la sección de la memoria
Fuente: (Petruzella 2011)



4. Las secciones de la memoria que son usadas para almacenar el estado de las entradas y salidas son llamadas tablas de estado.
Las tablas de estado (figura 1-11) están siendo revisadas constantemente por el CPU. Cada vez que una ubicación en la memoria es monitoreada, la tabla de estados cambia si hay algún cambio en el módulo de entradas o salidas. (figura 1-11).

Puedes aprender más sobre la codificación de colores para los módulos de entradas y salidas de la marca Allen Bradley en el Apéndice B.



Conoce el PLC con módulos fijos que se utilizará en este manual en la página 33 del apéndice G: Programando con RSLogix 500.



Conoce el módulo de entradas digitales que se utilizará en este manual en la página 84 del apéndice H: Programando con RSLogix 5000.

Los **módulos no fijos** (figura 1-12) están divididos en compartimentos, los cuales se conecta de forma eléctrica con una serie de contactos en la parte trasera de la carcasa. Se pueden elegir entre diferentes tipos y combinarlos según sea necesario.
Existen diferentes tipos de módulos de entrada y salida para manipular señales. Se pueden catalogar en: Discretos o digitales, y analógicos.

Modulo de entrada digitales

Los **módulos de entradas digitales** son aquellos que manipulan información digital y establecen la comunicación entre los sensores y el CPU (Petruzella, 2011). La clasificación de estos módulos está orientada a bits. Cada **bit** representa un elemento completo de información y provee el estado de algún dispositivo externo (activado-desactivado o abierto-cerrado). Este estado es captado por el módulo (figura 1-13) e interpretado por el CPU para utilizarse dentro de un proceso.

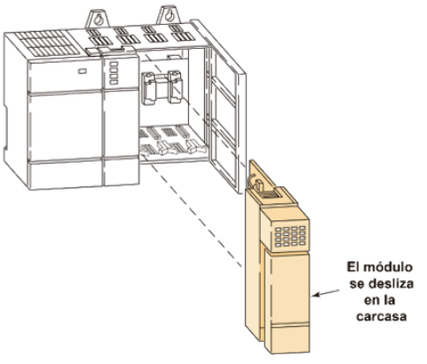


Figura 1-12. Esquema de un módulo no fijo
Fuente: (Petruzella 2011)

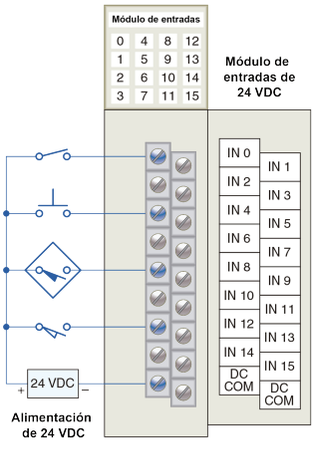
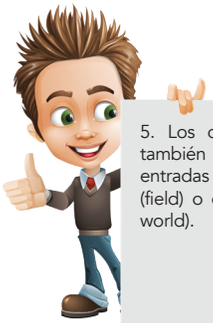


Figura 1-13. Esquema de un módulo de entradas digitales con sensores conectados a sus terminales
Fuente: (Petruzella 2011)



5. Los dispositivos externos también son llamados como entradas o salidas de campo (field) o del mundo real (real world).

Estos módulos realizan cuatro tareas en un sistema de control por PLC.

- Detectan cuando la señal es recibida de un dispositivo.
- Convertir la señal de entrada a un voltaje correcto para un PLC en particular.
- Aislar el PLC de fluctuaciones en la tensión de señal de entrada.
- Mandar una señal al CPU indicando que originó la señal.

Los **dispositivos de campo**[5] de entrada más utilizados son: pulsadores, conmutadores, selectores, finales de carrera, detectores de proximidad, e interruptores de nivel.

Módulos de salidas digitales



Conoce el módulo de salidas digitales que se utilizará en este manual en la página 59 y 60 del apéndice H: Programando con RSLogix 5000.

Estos módulos (figura 1-14) se utilizan como interface entre el CPU y los actuadores. Solo se es preciso transmitir dos estados lógicos (activado-desactivado) y están disponibles en varios rangos de corriente y voltaje para AC/DC.
Los actuadores que se conectan a estas interfaces pueden ser: relevadores, lámparas indicadoras, electroválvulas, displays, entre otros.

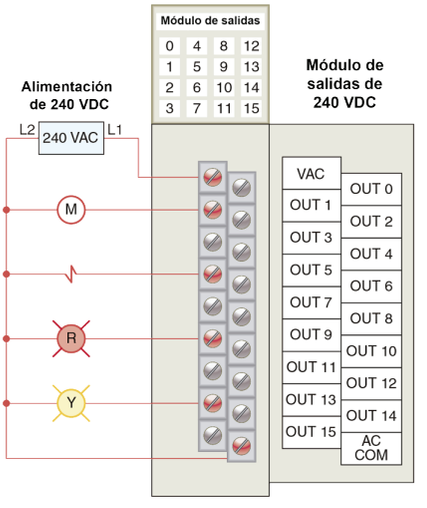


Figura 1-14: Esquema de un módulo de salidas digitales
Fuente: (Petruzella 2011)

Módulos analógicos

Los **módulos analógicos** (figura 1-15) son tarjetas electrónicas que tienen como objetivo procesar las **señales analógicas** para que puedan ser interpretadas y procesadas[6] por el CPU (Petruzella, 2011). Estos módulos tienen canales que permiten conectar de 4 a 16 dispositivos analógicos. Se distinguen por el tipo de señal que mandan y/o reciben. Estas señales pueden ser de tensión (mV) o de corriente (mA).
Algunas cantidades físicas que pueden ser medidas por un módulo analógico son: temperatura, velocidad, nivel, flujo, peso, presión, y posición.



6. La señal analógica es una señal continua y variable en el tiempo, representa una cantidad física y tiene un número finito de valores.
7. La resolución de un canal de entrada analógica se refiere al cambio mínimo en el valor de una señal que puede ser detectado y representado en una forma digital por un PLC.
8.Los módulos analógicos de entrada de voltaje están disponibles en dos tipos: unipolar y bipolar. Los módulos unipolares pueden aceptar una señal de entrada que varía en dirección solamente positiva. Los módulos bipolares oscilan entre un valor máximo negativo y uno positivo.

Módulo de entrada analógica

Estos módulos tienen como objetivo digitalizar las señales analógicas para que puedan ser interpretadas por el CPU.
La transición de un valor de una señal analógica a una digital es realizada por un convertidor A/D. Estos convertidores deben producir un rango digital de valores[7] máximo y mínimo para representar la señal analógica en toda su magnitud.[8]
Los módulos más difundidos son:

Señal de corriente: 0-20 mA, 4-20 mA, ± 10 mA.
Señal de tensión: 0-10 V, 0-5 V, 0-2V, ± 10V.

Módulo de salidas analógicas

Los **módulos de salida analógica** son dispositivos que reciben del procesador datos digitales, y son convertidos en un voltaje o corriente proporcional para controlar un dispositivo analógico. La transición de una señal analógica es realizada por un convertidor D/A.
Dentro de los valores estandarizados se encuentran:

Señal de corriente: 0-20 mA, 4-20 mA, ± 20 mA.
Señal de tensión: 0-10V, ± 10 V.

Algunos de los dispositivos controlados por estos módulos son válvulas de control, instrumentos, registradores gráficos, entre otros.

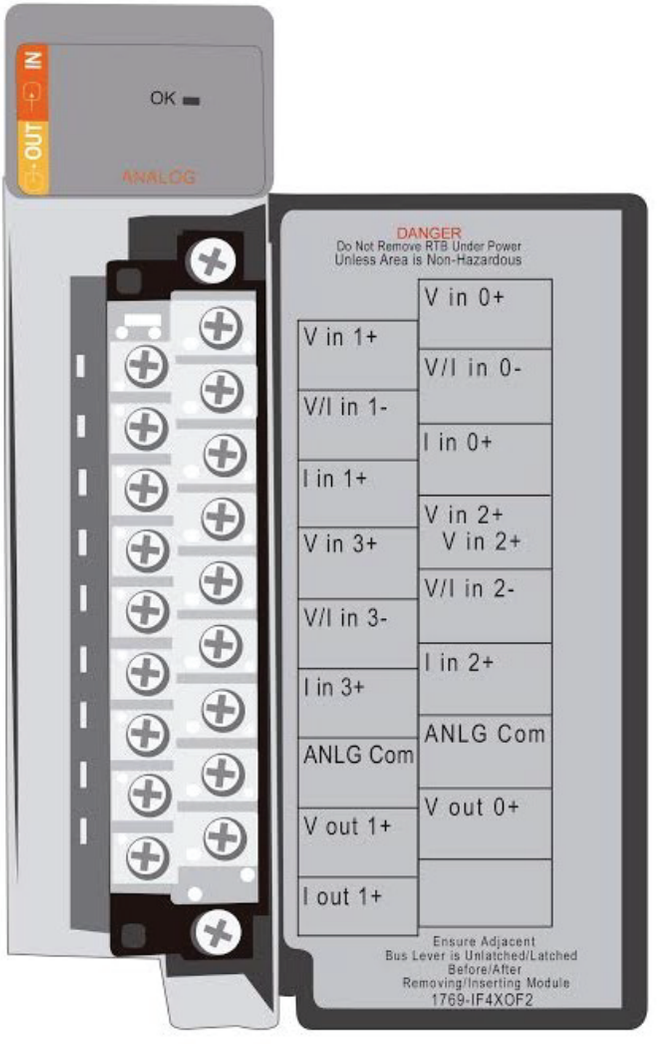


Figura 1-15. Esquema de un módulo de entradas y salidas analógicas
Fuente: (Petruzella 2011)

Módulos especiales

Existen otros módulos destinados a procesar ciertos tipos de entradas como trenes rápidos de pulsos o módulos inteligentes que realizan funciones de control de tipo analógico. La función de control se realiza en el mismo módulo y la señal resultante es entregada al PLC (Petruzella, 2011). Los módulos de entradas/salidas disponibles varían según el fabricante. Siendo algunos:

Tarjetas de entrada de trenes de pulsos: Son módulos utilizados para leer trenes de pulsos enviados por generadores de pulsos (Encoders), y son procesados mediante contadores, comparadores, divisores, y compuertas programables.

Tarjetas reguladoras de temperatura: Permiten recibir entradas estándar que provienen de termocuplas o termoresistencias y realizan funciones de control cerrado.

Controles de posición PID: Proporcional, integral, y derivativo. Estos módulos son para ser utilizados en instrumentación de procesos.

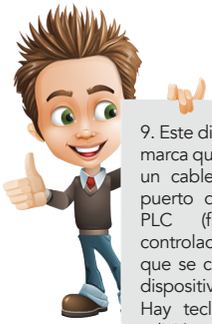


Pista 19

La interface hombre-maquina

Son dispositivos electrónicos que sirven para recibir y procesar datos para programar algoritmos y hacer una interfaz con otros dispositivos (Petruzella, 2011).
En el caso del PLC se encarga de programar y/o monitorear el controlador y el proceso. Existen dos formas con las cuales se pueden programar o monitorear un programa de un PLC:

- Programador manual
- Computadora



9. Este dispositivo de la misma marca que el controlador tiene un cable que se conecta al puerto de comunicación del PLC (figura1-16). Ciertos controladores utilizan un panel que se conecta en vez de un dispositivo portátil.
Hay teclas que permiten la edición de instrucciones, y otras que sirven para navegar dentro del programa.
Los programadores portátiles (llamados programadores inteligentes portátiles) son diseñados para ayudar solo a un cierto sector de la familia de PLC.

Programador manual

El **programador manual**[9], es un dispositivo que presenta teclas orientadas a la programación y monitoreo. Son de aplicación específica, solo puede ser utilizado en el PLC para el cual fue diseñado (Petruzella, 2011)[10]. La programación suele ser larga, razón por la cual en la mayoría de los casos se utiliza para hacer pequeñas modificaciones al programa o monitorear el estado de entradas, salidas o registros.

Computadora

El sistema más utilizado es la computadora personal (PC). La computadora personal se comunica con el procesador del PLC por medio de un puerto serial, paralelo o Ethernet.
Para programar desde una PC se instala un programa (software) que permite establecer la comunicación entre ambos.
Un software es una serie de instrucciones desarrolladas para la creación de una lógica. Además, tiene la capacidad de almacenar, manipular, y editar este conjunto de instrucciones dentro del PLC para monitorear variables y registros que se utilizan dentro del programa.
Otras ventajas que se tienen cuando se programa con un software incluye el conectarse en línea o fuera de línea al PLC, monitorear, documentar un programa, diagnosticar averías en el PLC, e impresión de los programas.
La mayoría de los softwares para programación de PLCs no permiten desarrollar programas para otro de distinta marca. Cada uno tiene su propio software para programar(figura 17).



10. El controlador Allen-Bradley Pico GFX- 70 (figura1-18) es una innterfaz para los controladores de esta familia. Este aparato cuenta con tres partes modulares: La interfaz HMI, el procesador/fuente de poder, y los módulos de entradas y salidas.
La pantalla puede ser usada por un operador para tener retroalimentación de lo que está sucediendo dentro de un programa. Tiene la capacidad de mostras texto, fecha, y tiempo. Así como también mensajes personalizados y gráficos de bits.



Figura 1-18. Imagen de un programador manual conectado al puerto de comunicación de un PLC
Fuente: (Petruzella 2011)

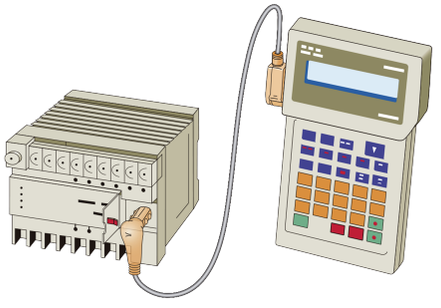


Figura 1-16. Imagen de un programador manual conectado al puerto de comunicación de un PLC
Fuente: (Petruzella 2011)

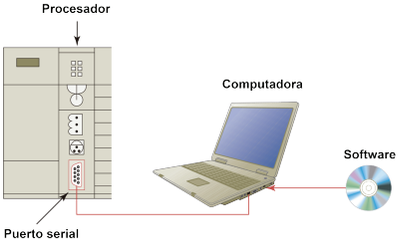


Figura 1-17. Utilización de un sotware para la programación de un PLC
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 20

Secuencia de operación de un PLC

El sistema de cualquier controlador consta de una serie de funciones básicas de trabajo que se llevan a cabo en ciertos momentos de cada ciclo (De León, 2011):

- Inicio o conexión: El CPU consulta durante todo el ciclo del programa el estado de cada una de las entradas y almacena los datos en los **registros de memoria**.

- Ejecución del programa: El procesador realiza las instrucciones del programa y asigna el estado de señal a los registros de las salidas, indicando si dicha salida se activa o no.

- Final del ciclo de ejecución: Una vez concluida la ejecución del programa, las señales a las terminales de salida se mantienen activadas o desactivadas hasta el final del ciclo.

Proceso de escaneo

Se llama **proceso de escaneo** (scanning) al tiempo que le lleva al CPU leer y actualizar los estados de las entradas (reading inputs), leer la memoria del usuario, resolver una a una las instrucciones del programa (execute program), el CPU realiza tareas de diagnóstico y comunicación (Diagnostics and communication), hasta guardar los valores de salida en un registro (Update outputs). Las instrucciones se ejecutan en secuencia y al terminar, el ciclo se repite (Mientras el PLC esté en operación o Run Mode) (Petruzella, 2011) (figura 1-19).



Pista 21

Clasificación general de los PLCs

La clasificación de los PLCs se hace en función del número de sus entradas y salidas (De León, 2011):

- Gama baja: Hasta un máximo de 128 entradas/salidas. La memoria de usuario suele alcanzar un valor máximo de 4000 instrucciones.

- Gama media: De 128 a 512 entradas/salidas. La memoria de usuario suele alcanzar un máximo de hasta 16000 instrucciones.

- Gama alta: Más de 512 entradas/salidas. Su memoria de usuario puede superar las 100,000 instrucciones.



Figura 1-19. Proceso de escaneo
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 22

Sistemas numéricos utilizados en los PLCs

El conocimiento de diferentes **sistemas numéricos** y sus códigos digitales son de gran utilidad cuando se trabaja con PLCs. Esto se debe a que se requiere que estos dispositivos representen, almacenen u operen con números.



Recuerda:
En general, los PLCs trabajan con números binarios.



Pista 23

Sistema decimal



Ejemplo:
En la figura 1-20 se muestra la forma de expresar la cantidad de 1962 en sistema decimal.

El **sistema decimal** usa una serie de números que consisten de diez elementos o dígitos (Fattahzadeh, 2010). Cada uno de estos dígitos es único, y es representado por los símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9. Cualquier número expresado en sistema decimal puede ser dividido en subdivisiones individuales, cada subdivisión representa una potencia de 10. El número que es representado de una forma decimal se determina multiplicando cada digito por su potencia de 10 correspondiente y sumando los resultados de todas estas multiplicaciones.

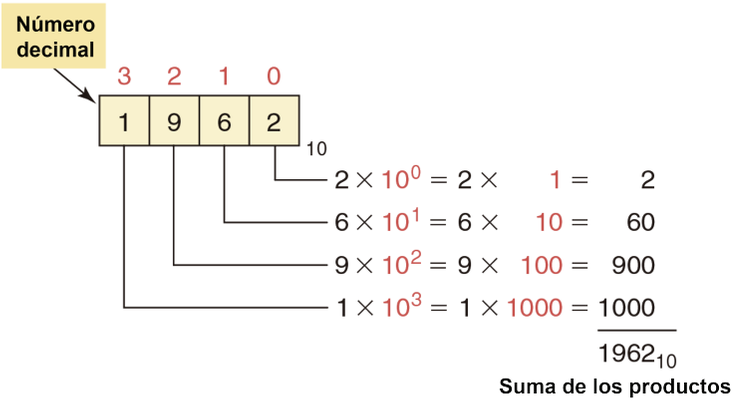


Figura 1-20. Número decimal 1962
Fuente: (Petruzella 2011)

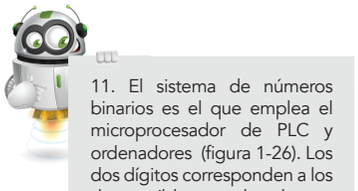


Pista 24

Sistema Binario

El **sistema binario**$_{11}$ usa una serie de números que consisten en dos dígitos. Estos dígitos son cero (0) y uno (1) (Fattahzadeh, 2010). Cada digito del sistema binario representa una potencia de 2. El equivalente decimal de cualquier número en sistema binario puede ser determinado multiplicando el dígito binario por su potencia de 2 correspondiente y sumando los resultados de todas estas multiplicaciones. La dirección del número que sucede al anterior va de derecha a izquierda (figura 1-21)

Para convertir un numero decimal a su equivalente binario, se debe de realizar una serie de divisiones entre dos. Si hay un residuo se colocará un número 1 en el bit menos significativo, de lo contrario se colocará un cero (figura 1-22).



11. El sistema de números binarios es el que emplea el microprocesador de PLC y ordenadores (figura 1-26). Los dos dígitos corresponden a los dos posibles estados de una señal digital. Generalmente el estado apagado (OFF) o falso es representado por el número cero (0), y el estado prendido (ON), activado o verdadero es representado por el numero uno (1).

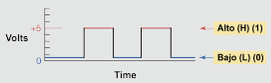


Figura 1-26. Representación gráfica de una señal digital
Fuente: (Petruzella 2011)

En los PLC cada dígito de un numero binario es llamado bit. La memoria de un procesador consiste de cientos de miles de ubicaciones. Estas ubicaciones o registros se conocen como palabras. Cada palabra es capaz de almacenar datos en forma binaria. El número de bits que una palabra pueda almacenar depende del tipo del sistema del PLC.

El bit menos significativo LSB (Least significant bit) es el digito que representa el valor más pequeño, y el bit más significativo MSB (Most significant bit) representa el valor más grande. (figura 1-27)

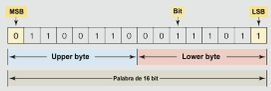


Figura 1-27. Representación gráfica dela posición de un bit.
Fuente: (Petruzella 2011)



Ejemplo:
En la figura se muestra la forma de expresar la cantidad de 173 en sistema binario a decimal. (figura 1-21)

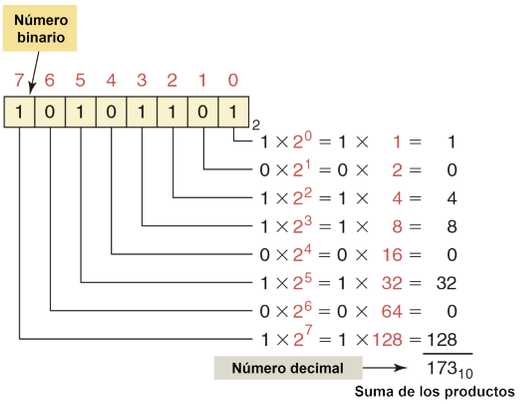


Figura 1-21 Representación binaria decimal 373
Fuente: (Petruzella 2011)

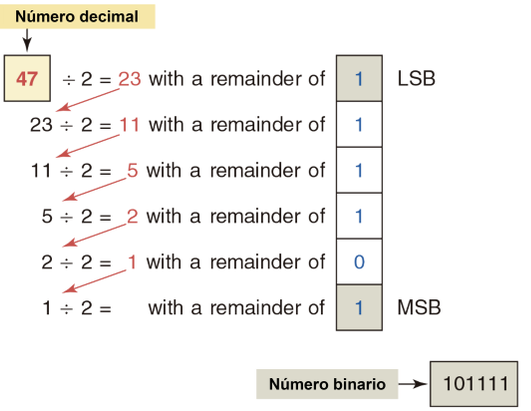


Figura 1-22 Número decimal 1962
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 25

Sistema Octal

El **sistema numérico octal**$_{12}$ consiste de una serie de ocho dígitos. Es representado por los símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7 (Fattahzadeh, 2010). A cada dígito se le asigna una posición y representa una potencia de 8. El equivalente decimal de cualquier número representado en sistema octal se obtiene multiplicando cada dígito por la potencia que le corresponde y sumando el resultado de todas estas multiplicaciones.

El sistema es conveniente para el tratamiento de números largos en sistema binario. Un número octal puede ser usado para expresar tres dígitos binarios (figura 1-23).

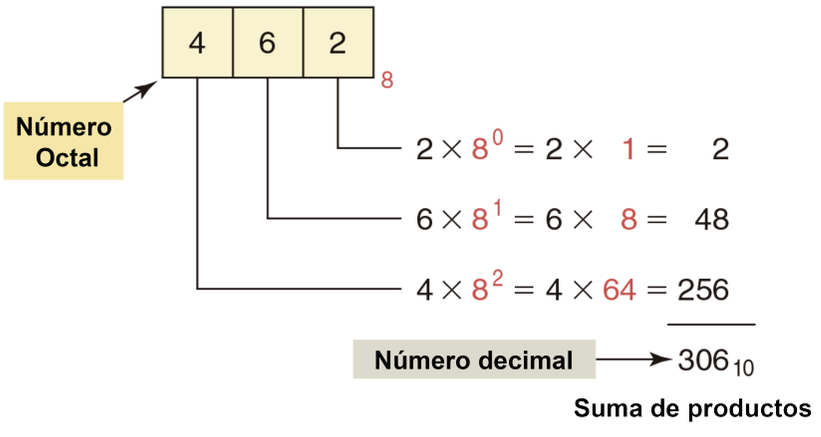


Figura 1-23. Representación octal a decimal de 462
Fuente: (Petruzella 2011)



Ejemplo:
En la figura 1-22 se muestra la forma de convertir la cantidad de 47 de sistema decimal a binario.



12. El sistema octal es usado porque los datos de 8 bits hacen un byte que puede ser direccionado. Los módulos de I/O usan un sistema de numeración octal. (figura 1-28)

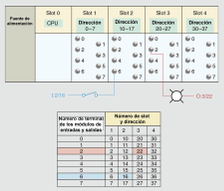


Figura 1-28. Uso del sistema octal en modulos de entradas/salidas
Fuente: (Petruzella 2011)



Ejemplo:
En la figura 1-23 se muestra la forma de expresar la cantidad de 462 en sistema octal a decimal.



Recuerda:
Los moulos de entradas y salidas tambien se abrevian como modulos/O.



Pista 26

Sistema Hexadecimal



Ejemplo:
En la figura 1-24 se muestra la forma de expresar la conversión de la cantidad de 439 en sistema hexadecimal a decimal.

El **sistema hexadecimal**$_{13}$ incorpora 16 dígitos representados por los números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y las letras A, B, C, D, E, F (Fattahzadeh, 2010). El equivalente decimal de cualquier número representado en sistema hexadecimal puede ser calculado multiplicando cada dígito por su potencia de 16 correspondiente, sustituyendo las letras por sus equivalentes decimales, y sumando el resultado de estas cantidades.



13. El sistema hexadecimal es usado en los PLCs porque una palabra o registro consiste de 16 bits a 2 bytes. Permite representar números binarios grandes en pequeños espacios. (figura 1-25)

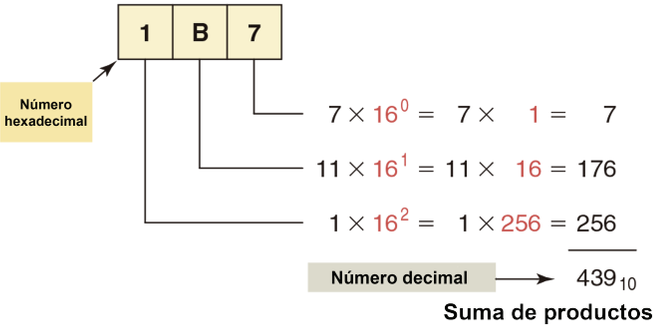


Figura 1-24. Representación hexadecimal a decimal de 439
Fuente: (Petruzella 2011)

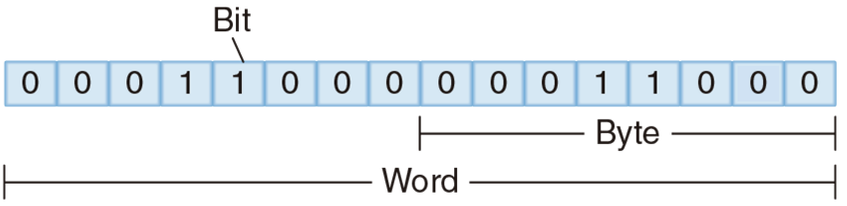


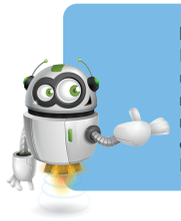
Figura 1-25. Representación gráfica de un bit, byte, word (palabra)
Fuente: (Petruzella 2011)



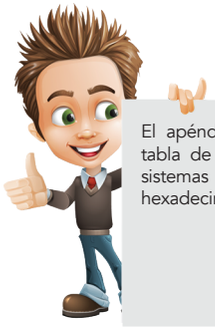
Pista 27

Sistema Binario Decimal

Este sistema es utilizado por las computadoras, microprocesadores y PLCs. Se basa en grupos de cuatro dígitos para representar cada uno de los dígitos del sistema decimal (Fattahzadeh, 2010). Se utilizan cuatro dígitos binarios para representar los números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9. Cualquier número decimal dividido en unidades puede ser representado. En la figura se muestra la forma de expresar la cantidad de 7863 en **sistema binario decimal**.



Recuerda:
Este sistema provee una manera de manejar números que necesitan introducirse o desplegarse de un PLC. (figura 1-29).



El apéndice A contiene una tabla de equivalencia de los sistemas decimal, hexadecimal y binario.

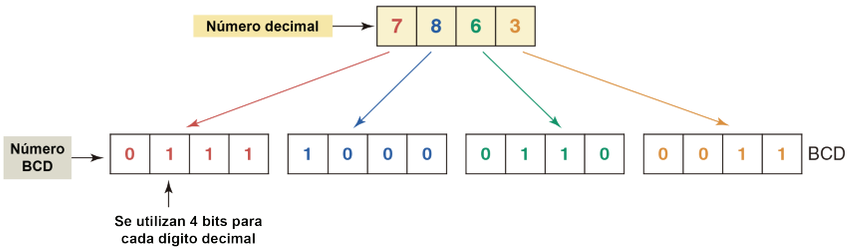


Figura 1-25. Uso del sistema octal en los módulos I/O
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 28

Numéricos Negativos

Dentro del sistema binario y su uso en el PLC, no es posible el uso de símbolos positivos y negativos para representar la polaridad de un número. Un método para representar a número binario ya sea positivo o negativo es usando un digito extra, o un bit para signo, colocado en la posición del bit más significativo. Un número cero (0) representa un símbolo positivo, y un número uno (1) indica un símbolo negativo.
Otro método para expresar un número negativo en el sistema digital es usando un **complemento** (Fattahzadeh, 2010). Para realizar un complemento en sistema binario se necesita cambiar todos los números uno (1) a cero (0) y viceversa. Por ejemplo, el complemento de 1001 es 0110.



Pista 29

Lenguajes de programación para el PLC

El término **lenguaje de programación** se refiere al método por el cual el usuario se comunica con el PLC (De León, 2011). El estándar IEC 61131 fue establecido para normalizar múltiples lenguajes asociados con la programación del PLC. Dentro de esta norma se encuentran los siguientes lenguajes:

Lenguaje en diagrama escalera LD (Ladder diagram): Es una representación gráfica compuesto de escalones lógicos, parecido a los esquemas en escalera de relevadores (figura 1-30).

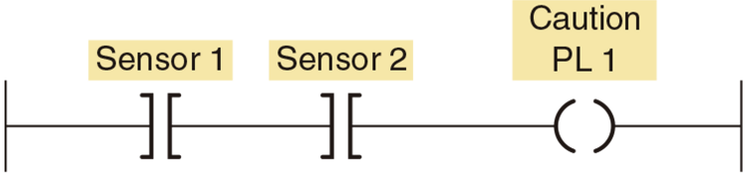


Diagrama en escalera

Figura 1-30. Diagrama en escalera
Fuente: (Petruzella 2011)

Diagrama de bloque de funciones FBD (Function block diagram): Es una descripción de un flujo de procesos usando bloques simples y complejos (figura 1-31).

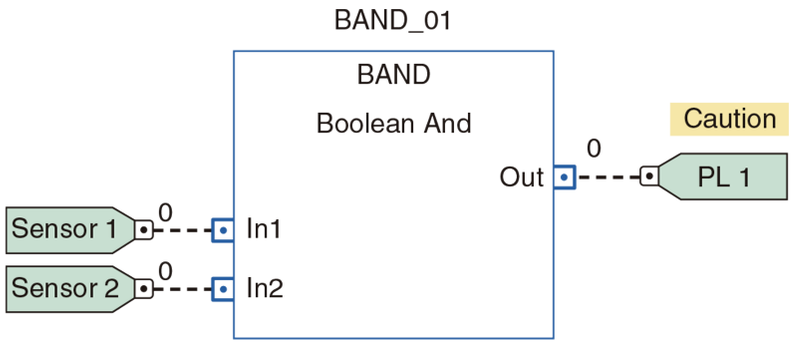


Diagrama de bloque de funciones

Figura 1-31. Diagrama de bloque de funciones
Fuente: (Petruzella 2011)

Diagrama de funciones secuenciales SFC (Sequential function chart): Es una descripción grafica de una serie de pasos, acciones y transiciones (figura 1-32).

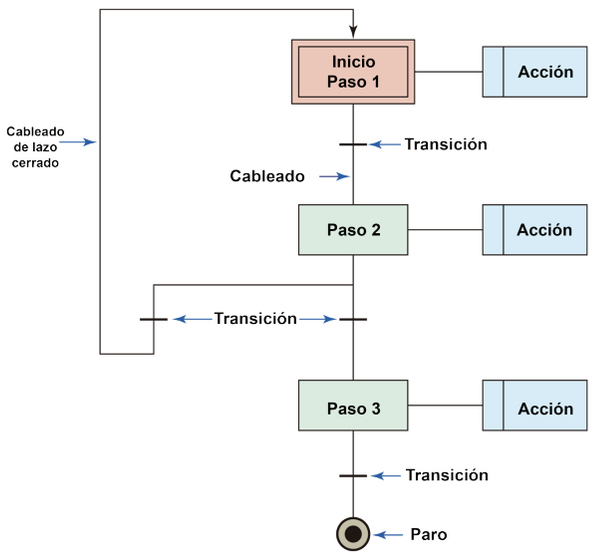


Figura 1-32. Diagrama de funciones secuenciales.
Fuente: (Petruzella 2011)

Lista de instrucciones IL (Instruction List): Es un lenguaje de bajo nivel basado en texto que utiliza instrucciones **mnemotécnicas**.

Texto estructurado ST (Structured text): Es un lenguaje de alto nivel basado en texto, tal como Basic, C, o pascal, específicamente desarrollado para aplicaciones de control industrial (figura 1-33).

```
IF Sensor_1 AND Sensor_2 THEN
        SOL_1 := 1;
ELSEIF Sensor_3 AND Sensor_4 AND NOT Sensor_5 THEN
        SOL_1 := 1;
END_IF;
```

Figura 1-33. Texto estructurado
Fuente: (Petruzella 2011)

En este texto solo se tratará con el lenguaje de diagrama en escalera.



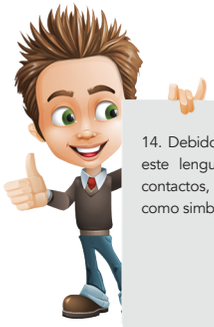
Pista 30

Lenguaje en diagrama escalera

Los **diagramas en escalera** eléctricos son un método para crear un circuito lógico. Los principales componentes que estos diagramas eléctricos tienen son los **contactos** (figura 1-34) y **bobinas** (figura 1-35). Estos elementos se colocan dentro de renglones, que se denominan **escalones**, para crear un grupo de condiciones de entrada y salida. Los contactos[14] (colocados al lado izquierdo) representan las entradas y las bobinas (colocadas al lado derecho) las salidas (figura 1-36). Los escalones están conectados a un par de **rieles.** Los rieles representan los dos polos eléctricos (positivo y negativo), y los escalones la conexión entre ellos.



Recuerda:
La principal función de un diagram en escalera es controlar las salidas basándose en las condiciones lógicas de entradas. Este control se logra a través del uso de los escalones.



14. Debido a que la simbología de este lenguaje está compuesta de contactos, también es conocida como simbología de contactos.



Figura 1-34. Representación gráfica de un contacto
Fuente: (Petruzella 2011)



Figura 1-35. Representación gráfica de una bobina
Fuente: (Petruzella 2011)

El conjunto de todo lo anterior crea un circuito con una lógica deseada. Por lo tanto, un escalón con sus condiciones de entrada en estado verdadero tiene **continuidad lógica** (figura 1-37), o simplemente continuidad. Cuando hay continuidad lógica, las instrucciones de salida son activadas para mandar una señal eléctrica.

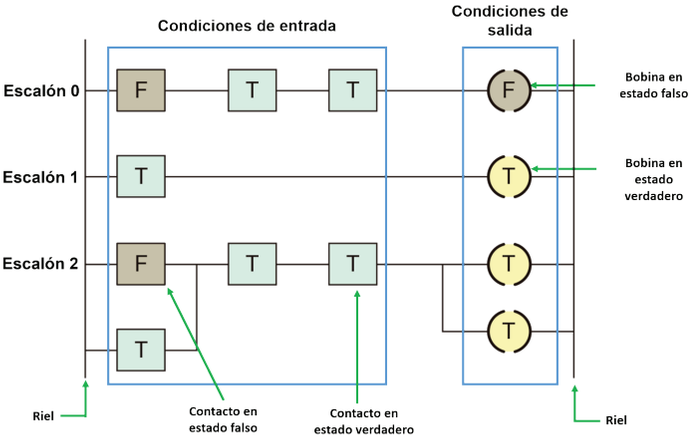


Figura 1-36. Parte de un diagrama en escalera
Fuente: (Petruzella 2011)

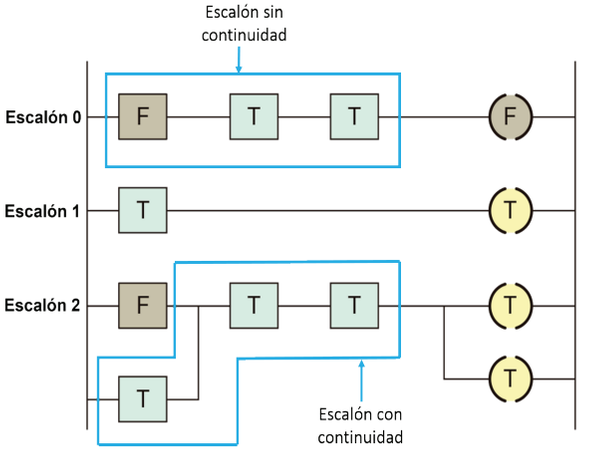


Figura 1-37. Casos de continuidad y descontinuidad lógica
Fuente: (Petruzella 2011)

El lenguaje de programación que se creó para establecer comunicación con el PLC imita los diagramas unifilares eléctricos. Esto quiere decir que, en lugar de escribir un código en un editor de texto, se colocan un grupo de instrucciones esquemáticas para crear una lógica deseada. La mayoría de ellas requieren por lo menos de una variable, la cual es un **argumento u operando** (figura 1-38) que identifica a una instrucción en específico (Green, 2015).

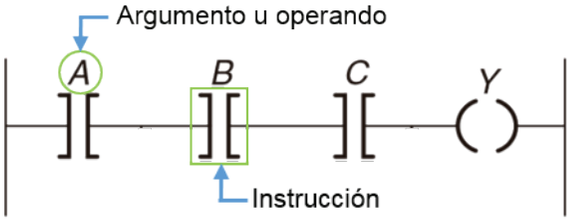


Figura 1-38. Parte de un diagrama en escalera
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 31

Estructura del diagrama en escalera

La implementación de la lógica de relevadores con PLC, está basada en tres funciones lógicas[15] (AND (figura 1-39), OR (figura 1-40), NOT (figura 1-41)).

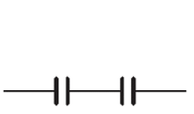


Figura 1-39 Función lógica AND
Fuente: (Petruzella 2011)

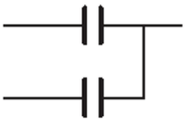


Figura 1-40 Función lógica OR
Fuente: (Petruzella 2011)



Figura 1-41 Función lógica NOT
Fuente: (Petruzella 2011)



15. Originalmente solo tenía elementos básicos disponibles (Contacto normalmente abierto contacto normalmente cerrado, bobina de salida, temporizadores, contadores). Con la aparición de los PLCs basados en microprocesadores, se fueron incluyendo más elementos para realizar lógicas más complejas (contactos diferenciales, bobinas retentivas, etc).

Estas funciones son utilizadas ya sea para trabajarlas individualmente o combinadas para formar instrucciones que determinarán si un dispositivo es activado o no[14]. La forma en que se combina uno o más elementos de entrada en serie o paralelo se denomina **lógica de combinación** (figura 1-42).

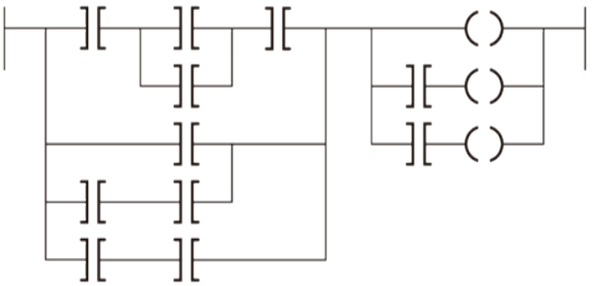


Figura 1-42. Ejemplos de lógica de combinación
Fuente: (Petruzella 2011)

La figura 1-43 muestra como un diagrama en escalera es dividido en muchas celdas pequeñas. Cada una de estas celdas está conformada por un renglón, una columna, y puede acomodar un elemento. La conexión de todas las celdas constituye el diagrama en escalera (Green, 2015). Las terminologías relacionadas a este diagrama se muestran a continuación:

- Contacto (1): El contacto es un elemento que puede tener un estado abierto o cerrado.

- Bobina (2): Es un elemento de salida que activa un dispositivo externo.

- **Línea origen** (3): Es la línea de partida que se encuentra ubicada al costado izquierdo del diagrama en escalera.

- **Elemento** (4): Es la unidad básica de un diagrama en escalera. Consiste en dos partes: el símbolo del elemento, el cual es llamado "**código OP**", y otra parte es el número de referencia, llamado operando.

Nodo (5): Es el punto de conexión entre dos o más elementos.

Bloque: Es un circuito que consiste de dos o más elementos. Existen dos tipos básicos de bloques.

Bloque serie (6): dos o más elementos están conectados en serie para formar un circuito individual.

Bloque paralelo (7): formado por elementos paralelos o bloques serie conectados en paralelo.

Rama o bifurcación (8): En algunos escalones, la rama o bifurcación es obtenida si al costado derecho de una línea vertical es conectado con dos o más líneas de circuitos.
Una línea de unión se define como otra línea vertical al lado derecho de una línea de rama que une los circuitos de bifurcación en un circuito cerrado (formando un bloque paralelo).

Renglón o escalón (9): El renglón o escalón es un circuito que representa una función especificada. Consiste en los elementos, ramas, y bloques. Es la unidad del diagrama en escalera que es capaz de ejecutar funciones completas. Un programa en diagrama escalera es formado por la conexión de renglones juntos.

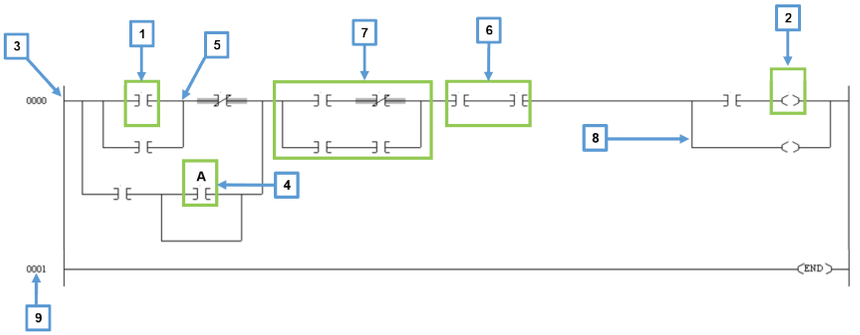


Figura 1-43. Diagrama de las terminologias de un diagrama en escalera



Pista 32

Instrucciones booleanas

Las instrucciones básicas dentro del lenguaje en escalera son llamadas **instrucciones booleanas** (boolean instructions).
El dato de tipo booleano es un dato que puede tener dos valores (designados como verdadero y falso) diseñados para representar los valores verdaderos en el álgebra booleana.
En el caso de la programación, en las instrucciones de entrada (contactos) (figura 1-44) se examinan datos mientras que en las de salida (bobinas) (figura 1-45) se escriben datos.

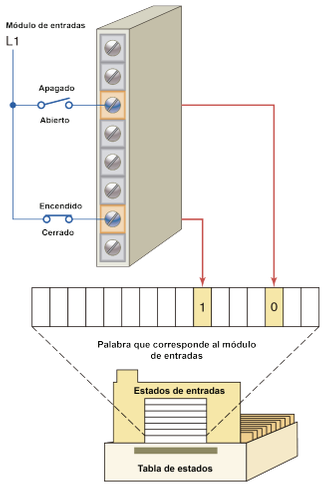


Figura 1-44. Diagnóstico y análisis del estado de las entradas
Fuente: (Petruzella)

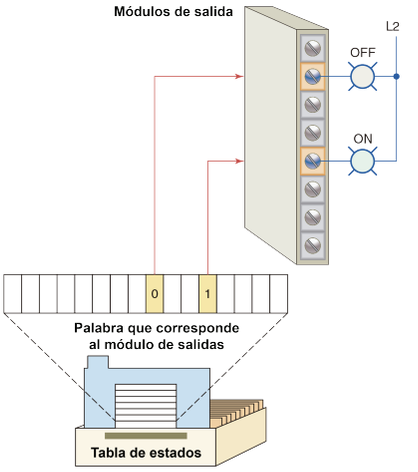
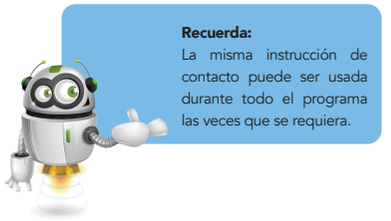


Figura 1-45. Diagnóstico y escritura del estado de las salidas
Fuente: (Petruzella)



A cada entrada o salida se le da una **dirección** que identifica que es lo que se está evaluando y controlando. La cantidad de contactos y bobinas que pueden ser utilizadas dentro de un programa va a depender del tamaño de la memoria del CPU. La mayoría de los PLCs permiten más de una salida por escalón. Mientras el PLC está en operación, el procesador evalúa la lógica y cambia el estado de las salidas de acuerdo a la continuidad de los escalones (Green, 2015).



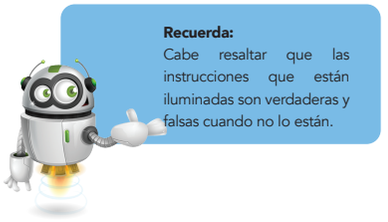
Pista 33

Instrucciones booleanas de entrada

Son instrucciones que se ven y operan como un contacto de relevador. En cada una de estas instrucciones hay un bit (especificado en una dirección localizada en la memoria del CPU) que está ligado al estado de un dispositivo de entrada externo (sensor) o interno (Green, 2015). Hay dos tipos de instrucciones de entrada:

Instrucción booleana de entrada XIC (Examine if closed)

Instrucción booleana de entrada XIO (Examine if open)



Esta instrucción (figura 1-46) se ve y opera como un contacto de relevador normalmente abierto. Cuando el PLC entra en operación el contacto está siendo examinado y toma una decisión basado en el valor del argumento. El valor del argumento en el caso de esta instrucción puede ser uno (1) o cero (0), dicho de otra manera: verdadero o falso.
Cuando el contacto está cerrado (condición verdadera), el programa puede pasar a la instrucción que sigue a la derecha. Cuando el contacto está abierto (condición falsa) todo lo que se encuentre a la derecha es inaccesible.

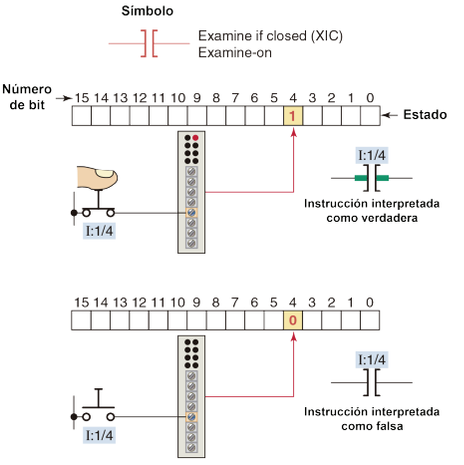


Figura 1-46. Esquema de funcionamiento de un contacto XIC
Fuente: (Petruzella)

Instrucción booleana de entrada XIO (Examine if open)

Esta instrucción (figura 1-47) se ve y opera como un contacto de relevador normalmente cerrado. Cuando el PLC entra en operación el contacto está siendo examinado y toma una decisión basado en el valor del argumento. El valor del argumento en el caso de esta instrucción puede ser uno (1) o cero (0), dicho de otra manera: verdadero o falso.
Cuando el contacto está cerrado (condición falsa), el programa puede pasar a la instrucción que sigue a la derecha. Cuando el contacto está abierto (condición verdadera) todo lo que se encuentre a la derecha es inaccesible (Petruzella, 2011).

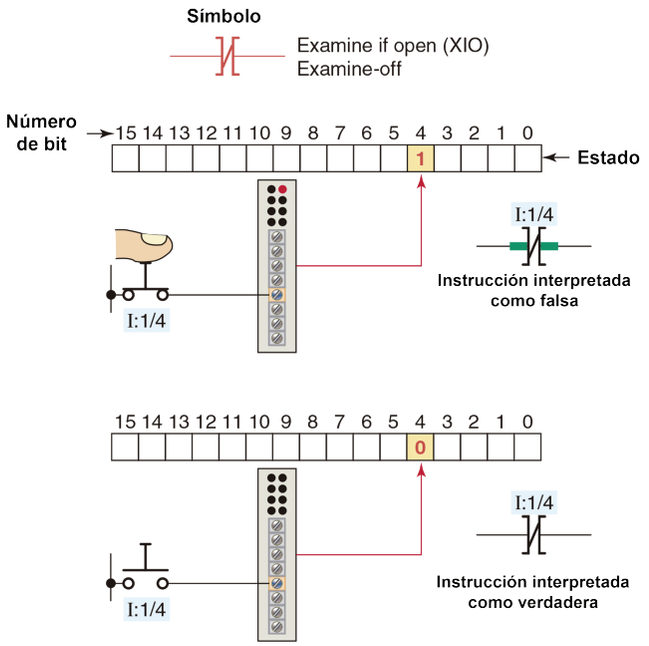


Figura 1-47. Esquema de funcionamiento de un contacto XIO
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 34

Instrucciones booleanas de salida

Este tipo de instrucciones en lugar de evaluar el valor del argumento, escribe el valor en él. Si la lógica que precede a la instrucción es verdadera, entonces la instrucción de salida es verdadera, de lo contrario es falsa (Petruzella, 2011).

Instrucción boolena de salida OTE (Output Energize Instrucion)

Su apariencia y operación es igual a la bobina (figura 1-48) de los relevadores. Al activarse le da una señal al CPU para activar o desactivar una salida externa (actuador) o interna. También requiere de un argumento (Green, 2015).

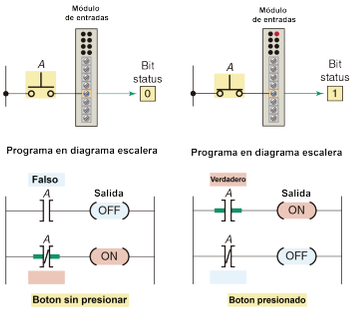


Figura 1-48. Esquema de funcionamiento del elemento OTE
Fuente: (Petruzella 2011)

Tabla de verdad de los elementos XIC, XIO y OTE

A continuación se presenta una tabla resumen de los elementos XIC, XIO y OTE. Junto con un elemento de un escalón y su respectiva tabla de verdad.

If the data table bit is	The status of the instruction is		
	XIC EXAMINE IF CLOSED	XIO EXAMINE IF OPEN	OTE OUTPUT ENERGIZE
Logic 0	False	True	False
Logic 1	True	False	True



Time	Instruction outcome		
	XIC	XIO	OTE
t_1 (initial)	False	True	False
t_2	True	True	Goes true
t_3	True	False	Goes false
t_4	False	False	Remains false

Input bit status		
XIC	XIO	OTE
0	0	0
1	0	1
1	1	0
0	1	0

Figura 1-49. Tabla de verdad
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 35

Direccionamiento de instrucciones



Para aprende más sobre direccionamiento de instrucciones, puedes leer el anexo Archivo o tabla de entradas y salidas.

Para completar la declaración de una instrucción de tipo booleana, se debe asignar una dirección a cada instrucción. Esta dirección indica qué entrada del PLC está conectado a un dispositivo y qué salida activará al cumplirse la condición lógica (Green, 2015).

El direccionamiento de entradas y salidas externas, así como también internas, depende del modelo de PLC usado. Este puede ser expresado en forma decimal, octal, o hexadecimal, dependiendo del sistema numérico usado por el PLC. La dirección identifica la función de una instrucción y la conecta a un bit en particular en la **tabla de datos de la memoria** (figura 1-50) (Green, 2015).

Las direcciones contienen el número de espacio en el módulo donde los dispositivos de entrada y salida se conectan (figura 1-51). El formato de la dirección en general contiene tipo de archivo, Número de espacio, y bit (Green, 2015).

La asignación de una dirección se puede incluir dentro del diagrama en escalera.

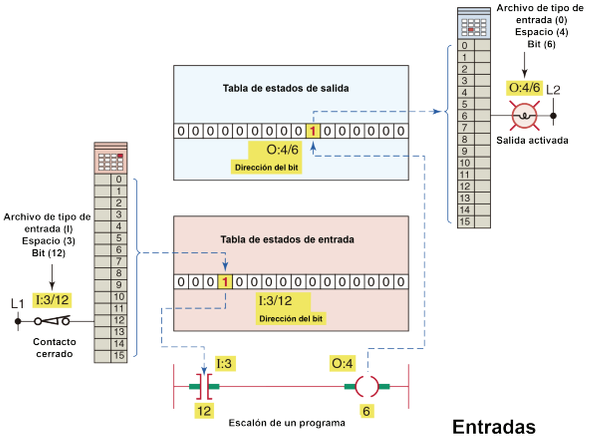


Figura 1-50. Direccionamiento de datos en las tablas de estados
Fuente: (Petruzella 2011)

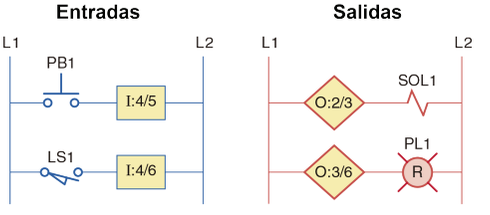


Figura 1-51. Direccionamiento de entradas y salidas
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 36

En resumen...

Un programa de diagrama en escalera consiste en varios escalones, cada uno contralando una salida. Cada escalón es una combinación de condiciones de entradas conectados de izquierda a derecha entre dos líneas verticales, con una condición de salida en el extremo derecho. Los símbolos que representan las entradas son conectados en serie, paralelo o en alguna combinación para obtener una lógica deseada. Cuando se activa, estos dispositivos de entrada permitirán ya sea que el flujo de corriente circule a través del circuito o interrumpiéndolo, mediante la acción de la conmutación de los dispositivos de entrada. Los símbolos de entrada en un escalón de una escalera pueden representar señales generadas desde dispositivos conectados a las entradas, conectadas a un dispositivo de salida, o desde salidas internas del PLC. Cada instrucción (ya sea de entrada o salida) en los escalones tiene una dirección en la memoria, esto se hace con el propósito de relacionar el direccionamiento electrónico con un dispositivo conectado a una terminal especifica.



Pista 37

Instrucciones de bifurcación

Las **instrucciones de bifurcación** (figura 1-52) son usadas para crear caminos paralelos de instrucciones condicionales de entradas. Esto permite que más de una combinación de instrucciones condicionales puedan establecer continuidad lógica en un escalón (Petruzella, 2011).

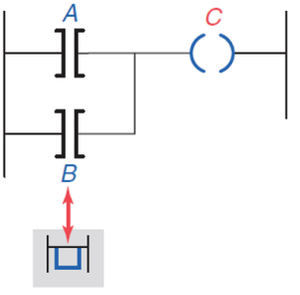


Figura 1-52. Instruciones de fiburcación
Fuente: (Petruzella 2011)

Si por lo menos una de estas bifurcaciones tiene continuidad, entonces la lógica en todo el escalón es verdadera y la bobina se activará. Si ninguna de las bifurcaciones tiene continuidad, entonces la bobina no se activará.

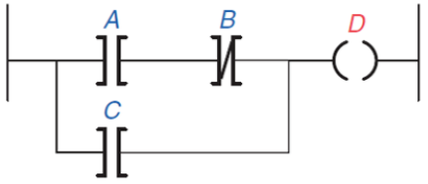


Figura 1-53. Ejemplo de un circuito lógico de una bifurcación
Fuente: (Petruzella 2011)

En la mayoría de los modelos de los PLCs, las bifurcaciones pueden estar en ambos extremos del escalón (izquierdo o derecho). De igual manera se pueden programar bobinas paralelas para permitir que varías de estas se activen utilizando una sola lógica condicional.

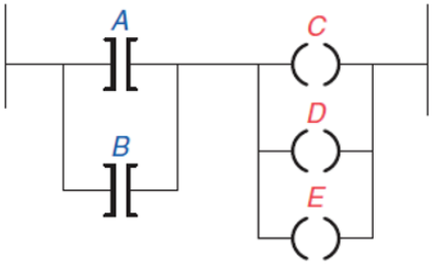


Figura 1-54. Bifurcación en ambos lados del diagrama en escalera
Fuente: (Petruzella 2011)

Se pueden adherir instrucciones de entrada lógicas (condiciones) dentro de las bifurcaciones de salida.

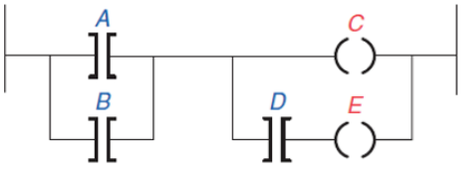


Figura 1-55. Instrucciones de entrada lógicas dentro de bifurcaciones de salida
Fuente: (Petruzella 2011)

Las bifurcaciones de entrada y salida pueden ser "anidadas" para evitar instrucciones redundantes y así acelerar el tiempo de escaneo del procesador. Una bifurcación anidada empieza o termina dentro de otra.

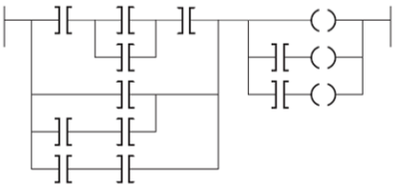


Figura 1-56. Ejemplo de bifurcaciones anidadas
Fuente: (Petruzella 2011)

En algunos modelos de PLC, la programación de una bifurcación dentro de un circuito de bifurcación no se puede hacer directamente. Es posible pero solo como una condición de bifurcación equivalente.

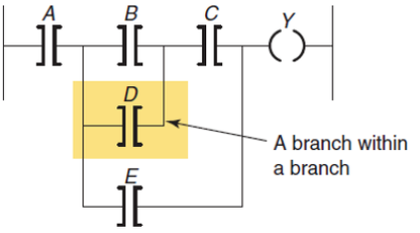


Figura 1-57. Bifurcación dentro de otra bifurcación
Fuente: (Petruzella 2011)

La equivalencia condicional de la anterior figura es la siguiente:

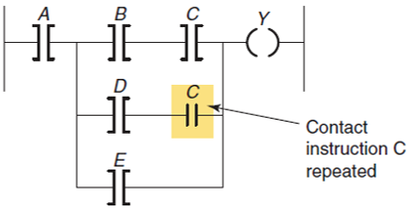


Figura 1-58. Equivalencia condicional de la figura anterior
Fuente: (Petruzella 2011)

Hay limitaciones para el número de instrucciones que pueden ser incluidas en un escalón, así como también para bifurcaciones. Generalmente el límite es de siete líneas paralelas con 10 contactos en cada una de ellas.

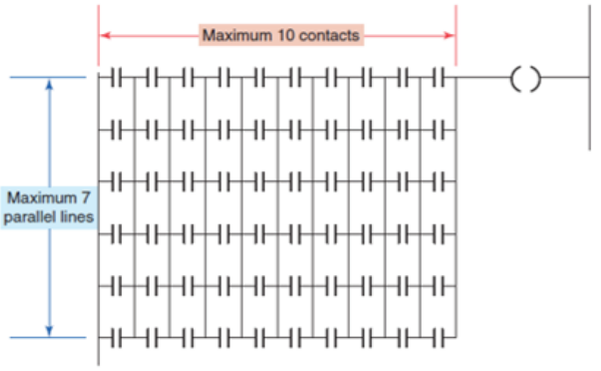


Figura 1-59. Número máximo de instrucciones en un escalón
Fuente: (Petruzella 2011)

También no está permitido el colocar contactos verticales.

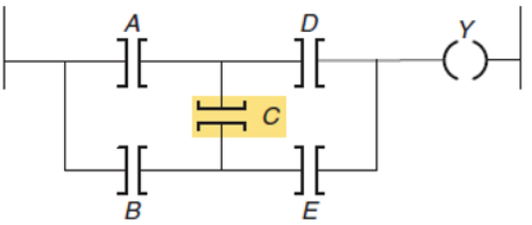


Figura 1-60. Ejemplo de un contacto vertical
Fuente: (Petruzella 2011)

El procesador jamás examina los escalones de derecha a izquierda.



Pista 38

Instrucciones internas de relevador

La mayoría de PLCs tienen un área de memoria conocida como **almacenamiento interno de bits**. Estos almacenamientos de bits también contienen salidas internas, bobinas internas, e instrucciones de contactos internas. Todas estas variables internas, como su nombre lo dicen trabaja dentro del PLC sin afectar o ser afectado por el exterior (Green, 2015).

La ventaja de utilizar instrucciones es que hay situaciones en las que se requiere una instrucción que no requiera una conexión física con el exterior. Este tipo de almacenamiento interno de bits pueden ser programado por el usuario para realizar funciones de relevadores internos. Estas instrucciones pueden ser direccionadas en la memoria como bits.

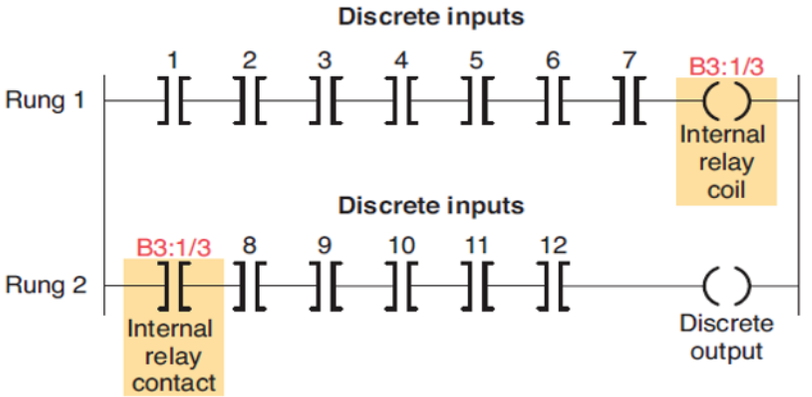


Figura 1-61. Direccionamiento interno
Fuente: (Petruzella 2011)



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 1 a la 51.
RSLogix 5000: De la página 1 a la 81.

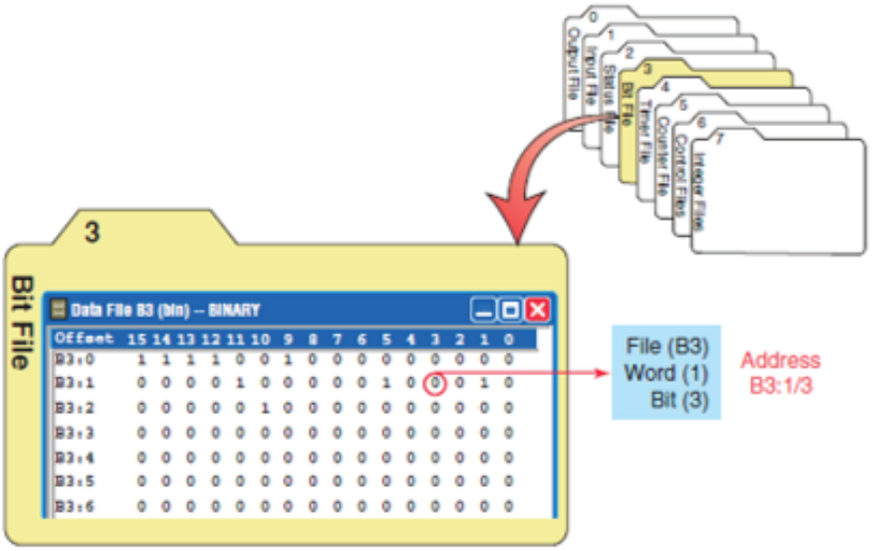


Figura 1-62. Tipo de archivo"Bit"
Fuente: (Petruzella 2011)

Antes de poner a correr cualquier programa es importante que tengas presente los modos de operación de un PLC y su direccionamiento de datos. Esta información la puedes encontrar en los apéndices C y E respecrivamente.



Bibliografía

De León, P. R. (2011). Manual de contenido del participante PLC básico. Buenos Aires: Ternium.

Fattahzadeh, S. (2010). Programming Allen Bradley PLCs using RSLogix 500 software. Ebook.

Green, C. (2015). Learn how to program and troubleshoot ladder logic. eUniversity.

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.

Villaljuca, J. C. (23 de Octubre de 2009). Instrumentación y control. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-completo-de-plcs/item/108-capitulo-41-sensores-para-un-plc-al-detalle.html.



Experimento 1





Pista 39

Objetivo del experimento

Construir un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos básicos (contactos, bobinas, y bobinas de enclavamiento) combinados para crear funciones logicas como: AND, NOT,OR.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 2 bombillas incandescentes.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contendrá un contacto normalmente abierto (XIC): I:0.0/0, un contacto normalmente cerrado (XIO):I:0.0/1 y siete bobinas (OTE): O:0.0/0, O:0.0/1, O:0.0/2, O:0.0/3, O:0.0/4, O:0.0/5, O:0.0/6. El programa realizará lo siguiente:

1.- Si la entrada I:0.0/0 se activa entonces las salidas O:0.0/0, O:0.0/2, O:0.0/3, y O:0.0/5 se activarán.

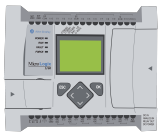
2.- Si la entrada I:0.0/1 se activa entonces la salida O:0.0/2 se activará.

3.- Si las entradas I:0.0/0, y I:0.0/1 se activan, entonces las salidas O:0.0/0, O:0.0/2, O:0.0/3, y O:0.0/4 se activarán.

4.- Si las entradas I:0.0/0, y I:0.0/1 no se activan, entonces las salidas O:0.0/1, O:0.0/3, O:0.0/6 tampoco.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.



Programación en RSLogix 500

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.

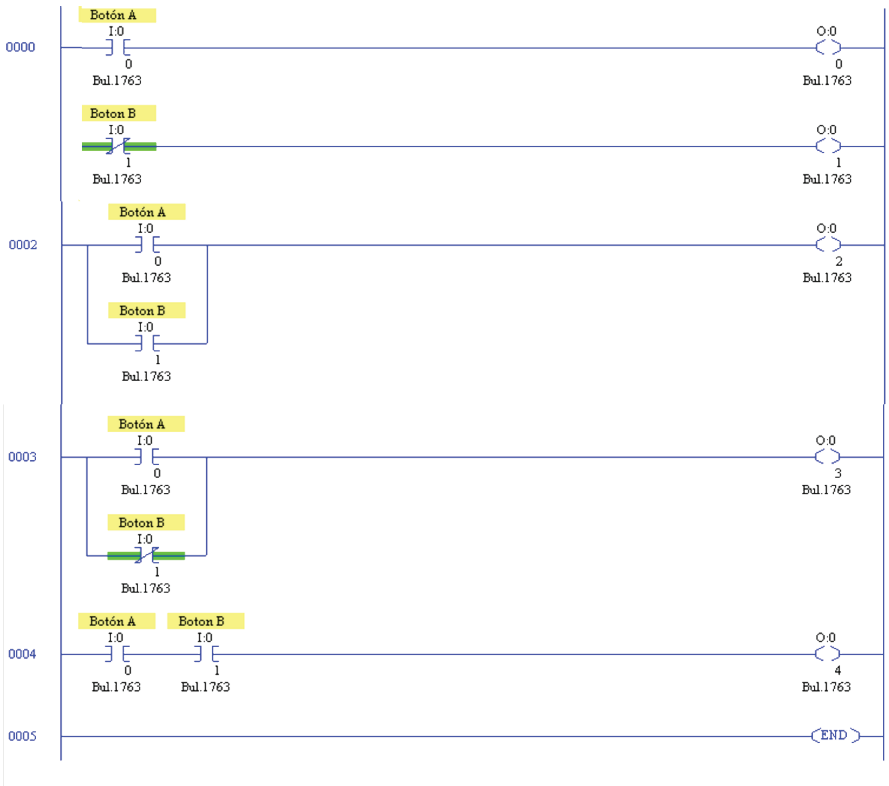


Figura 1-63: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 1.1 se muestran las direcciones para este programa.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0			Bobina (OTE)	O:0.0/0
0001	Contacto normalmente cerrado (XIO)	I:0.0/1			Bobina (OTE)	O:0.0/1
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0			Bobina (OTE)	O:0.0/2
	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1				
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0			Bobina (OTE)	O:0.0/3
	Contacto normalmente cerrado (XIO)	I:0.0/1				
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Bobina (OTE)	O:0.0/4

Tabla 1.1: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



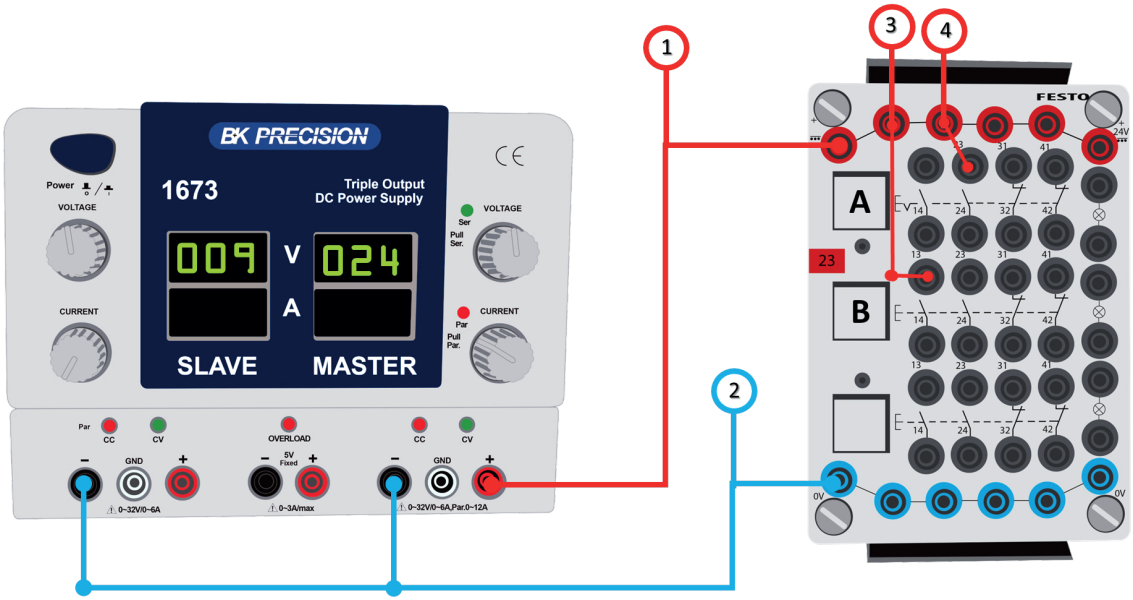
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».
4.- Conexión de 24 V al botón «B».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





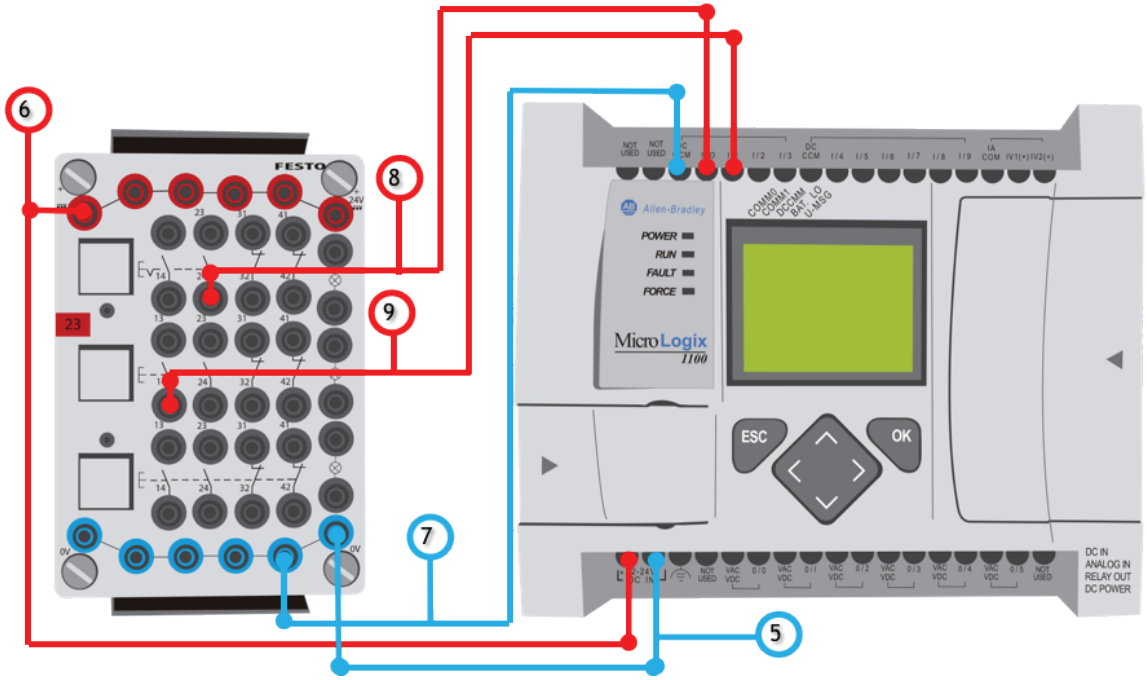
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

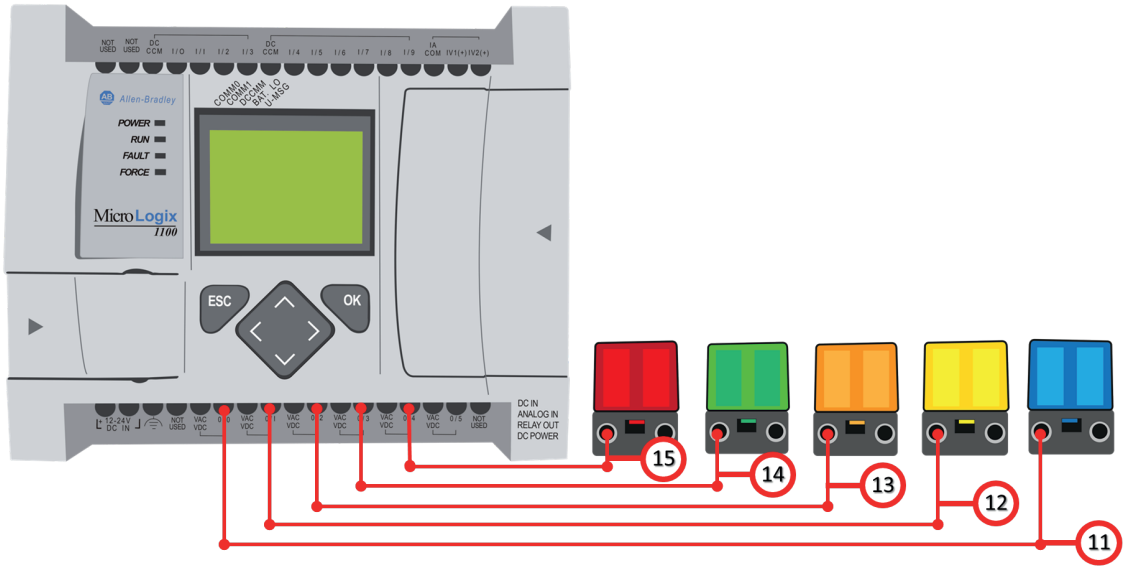




Cableado de PLC a salidas externas



11.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
13.- Conexión de la terminal O/2 a la lámpara naranja.
14.-Conexión de la terminal O/3 a la lámpara verde.
15.-Conexión de la terminal O/4 a la lámpara rojo.

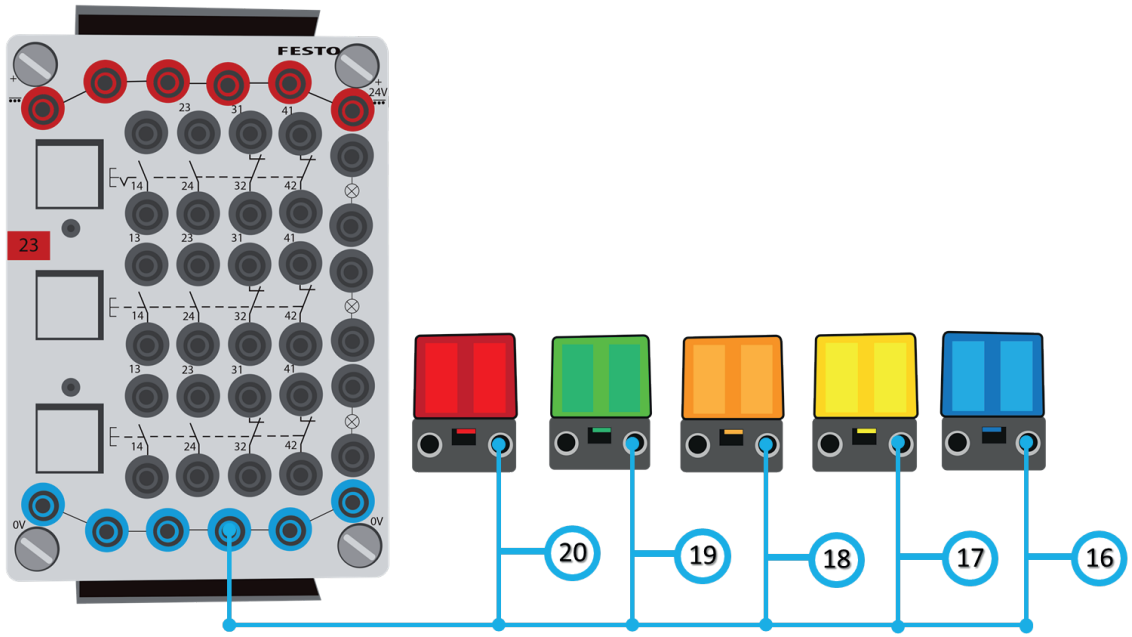




Cableado de salidas externas a botonera



16.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
17.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
18.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.
19.-Conexión de la terminal de la lámpara verde a tierra.
20.-Conexión de la terminal de la lámpara rojo a tierra.

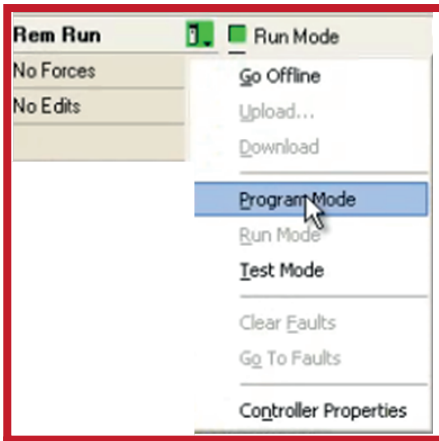




Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



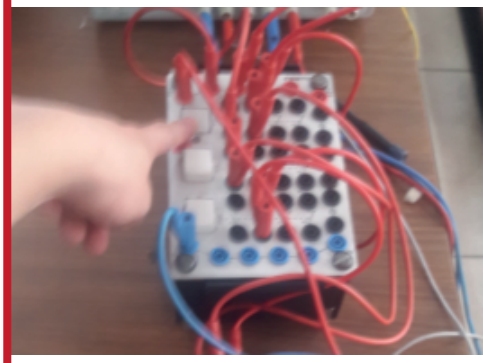
Puesta en marcha y representación física



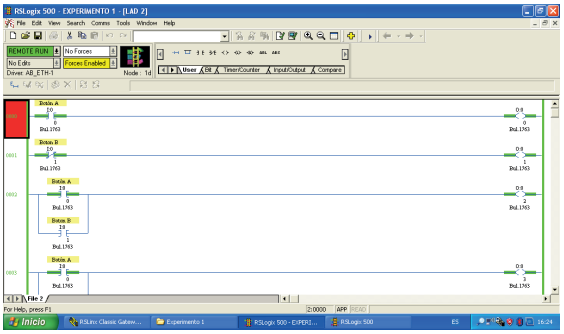
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



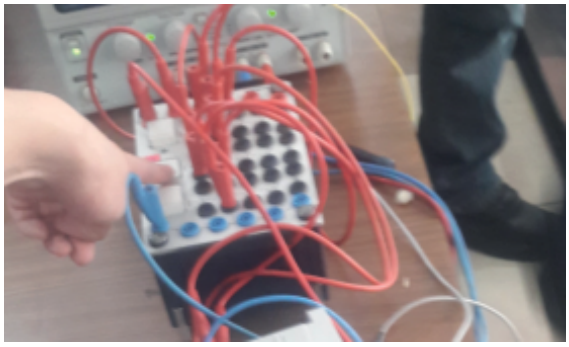
3 Presiona el botón "A"



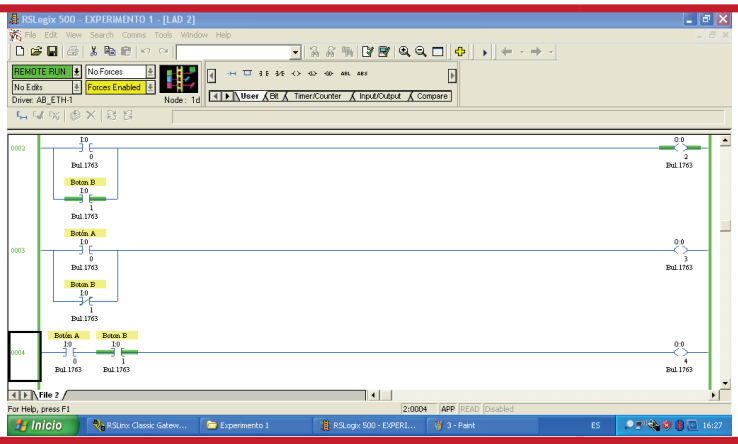
4 Observa los contactos "A" activarse



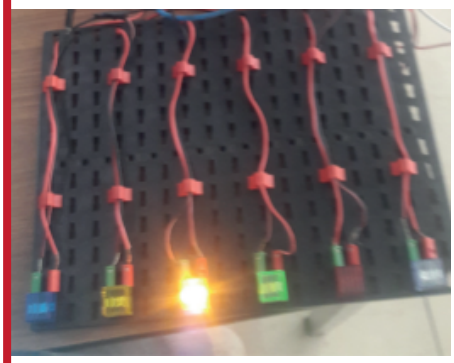
5 Mira las lámparas 1-4 se encienden



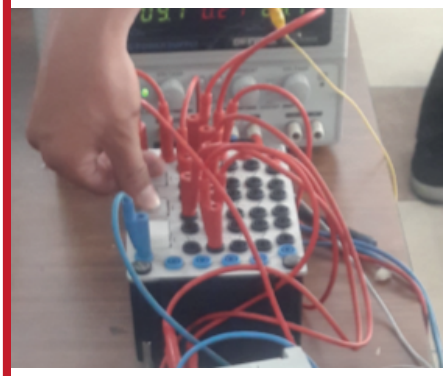
6 Presiona el botón "B"



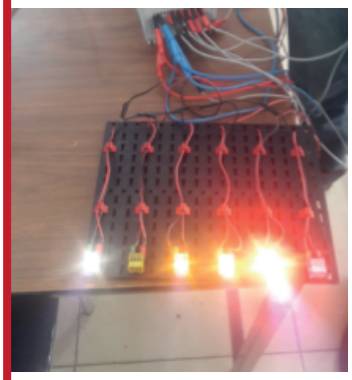
7
Observa los contactos "B" activarse



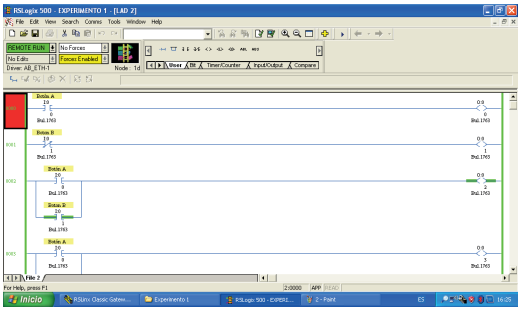
8
Mira la lámpara 3 encenderse



9
Presiona ambos botones



10
La lámpara 1,3,4,5 se encienden



11 Observa los contactos "A" y "B" activarse



Programación en RSLogix 5000



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 1.2 se muestran las direcciones para este programa.

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.



Figura 1-64: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0			Bobina (OTE)	"Salida_1" Local: 1:O.Data.0
0001	Contacto normalmente cerrado (XIO)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1			Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0			Bobina (OTE)	"Salida_3" Local: 1:O.Data.2
	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1				
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0			Bobina (OTE)	"Salida_4" Local: 1:O.Data.3
	Contacto normalmente cerrado (XIO)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1				
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1	Bobina (OTE)	"Salida_5" Local: 1:O.Data.4

Tabla 1.2: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el Compact Logix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



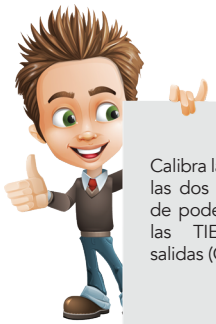
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



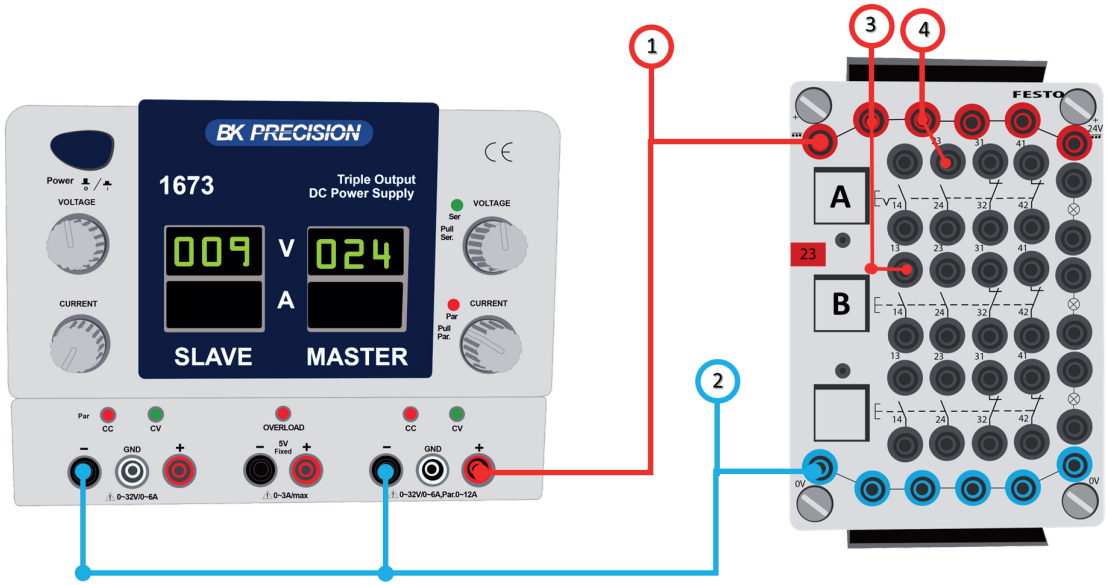
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





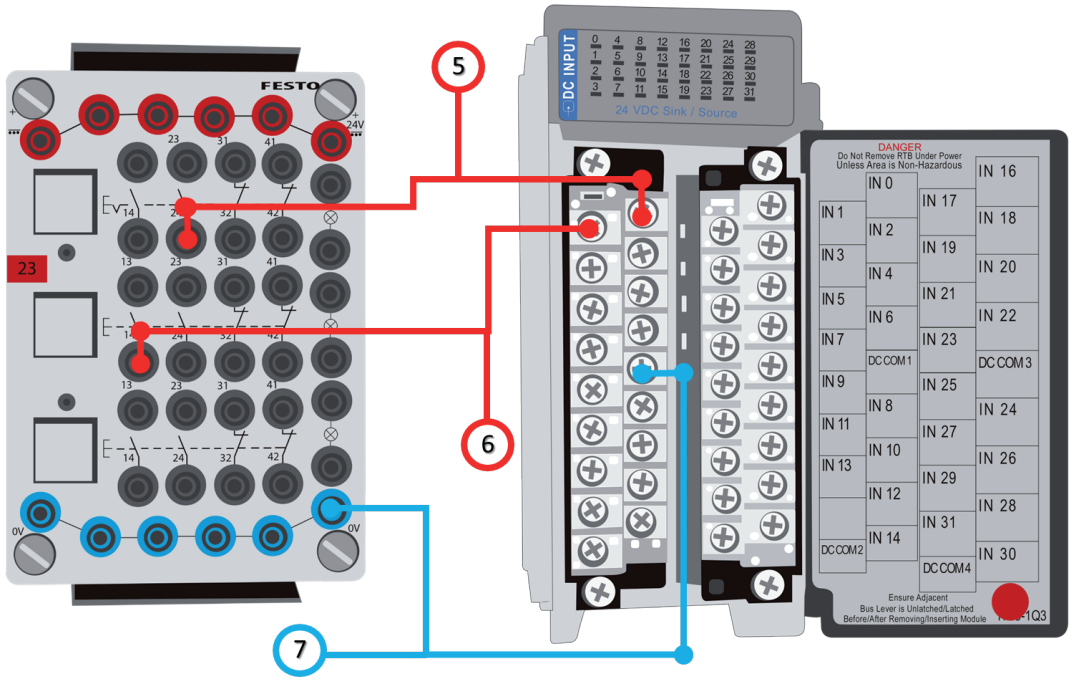
Cableado de botonera a módulo de entradas



5.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
6.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.
7.-Tierra para DC Com 1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

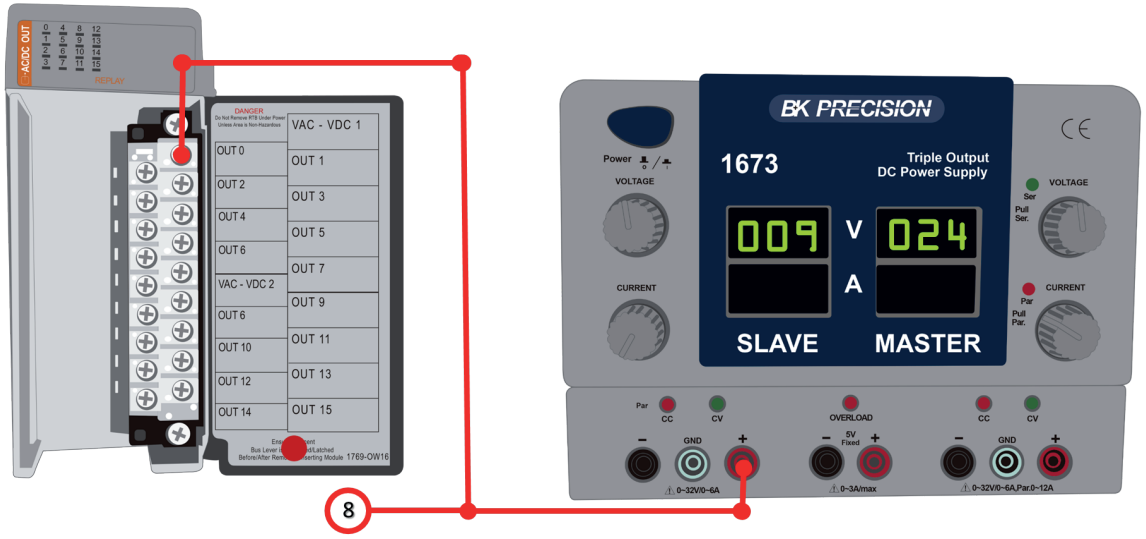




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

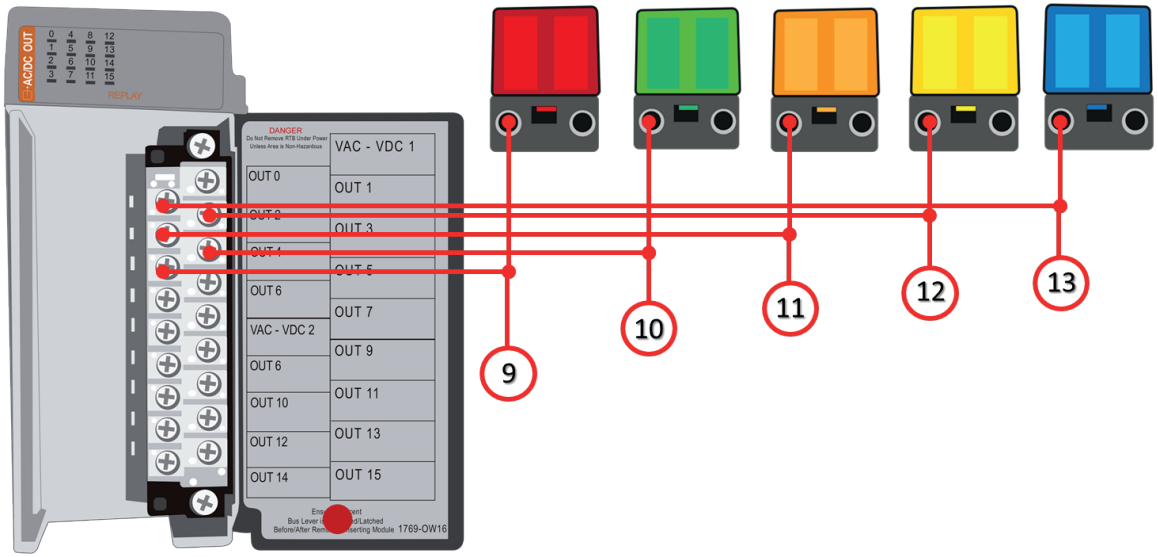




Cableado de módulo de salidas a actuadores



9.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
11.- Conexión de la terminal Out 2 a la lámpara naranja.
12.-Conexión de la terminal Out 3 a la lámpara verde.
13.-Conexión de la terminal Out 4 a la lámpara rojo.

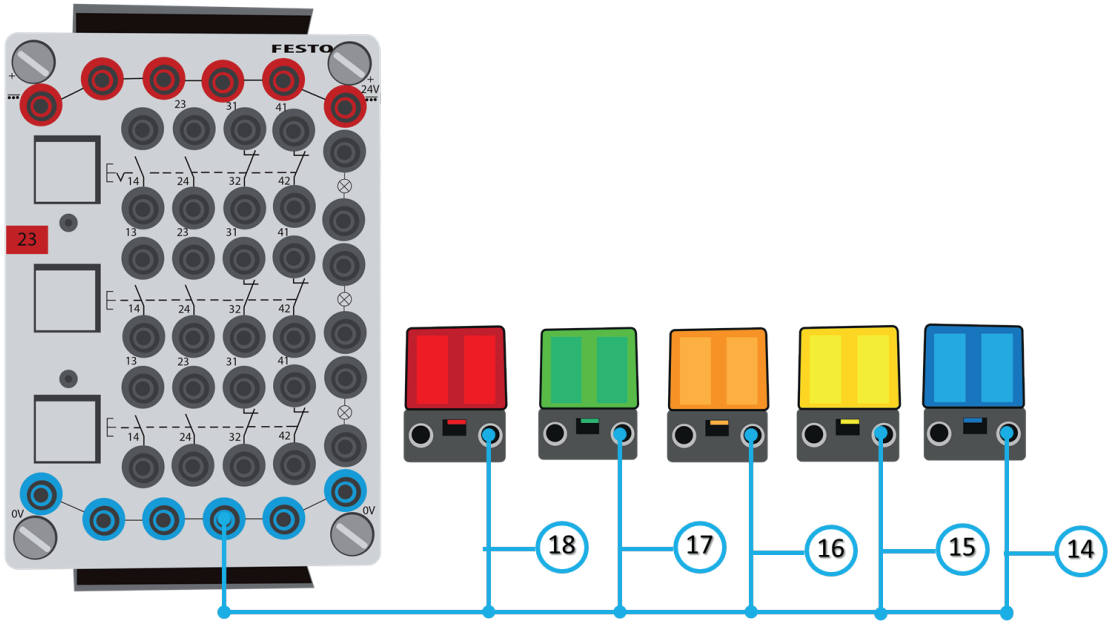




Cableado de salidas externas a botonera



14.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
15.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
16.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.
17.-Conexión de la terminal de la lámpara verde a tierra.
18.-Conexión de la terminal de la lámpara rojo a tierra.



Asegúrate que todos los cableados estén conectados correctamente. Si lo están, puedes conectar los cables que van a la fuente de poder.

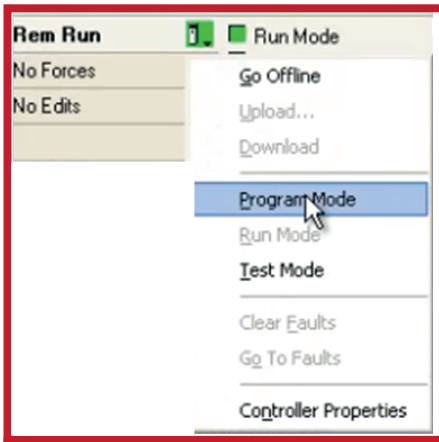




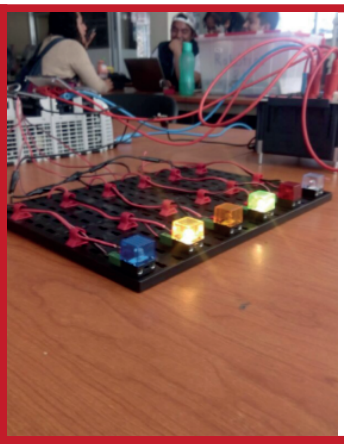
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



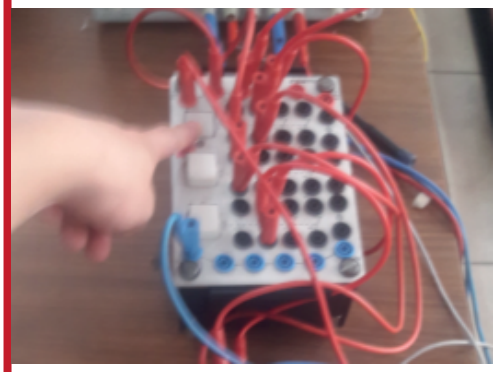
Puesta en marcha y representación física



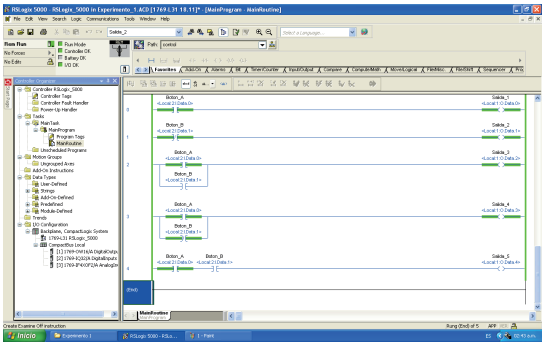
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



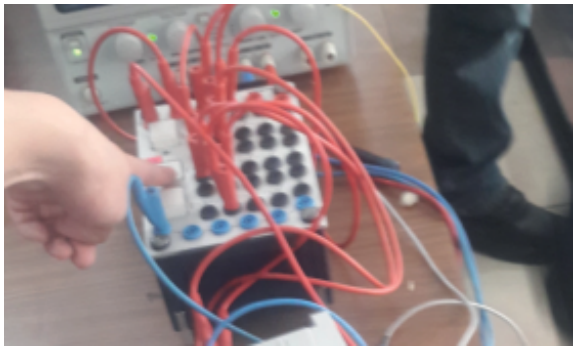
3 Presiona el botón "A"



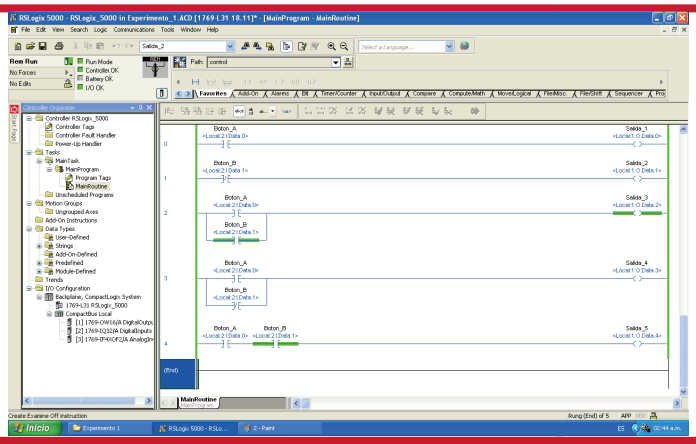
4 Observa los contactos "A" activarse



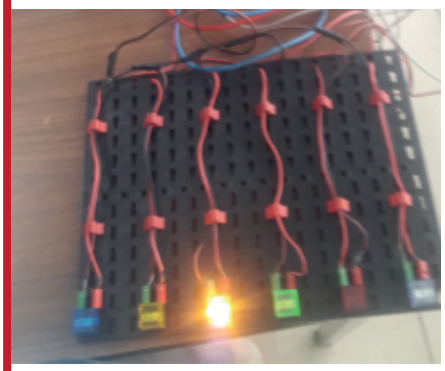
5 Mira las lámparas 1-4 se encienden



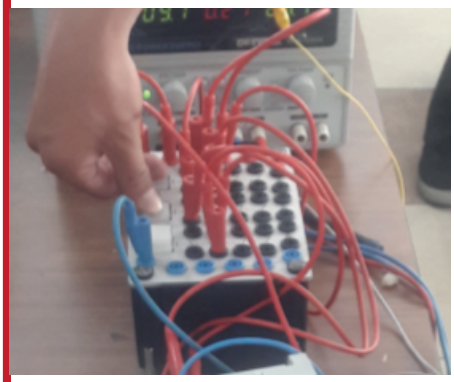
6 Presiona el botón "B"



7
Observa los contactos "B" activarse



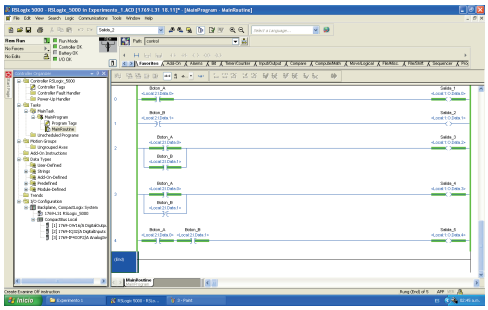
8
Mira la lámpara 3 encenderse



9
Presiona ambos botones



10
La lámpara 1,3,4,5 seencienden



11 Observa los contactos "A" y "B" activarse



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Qué pasa si cambias la salida actual (Local: 1:O.Data.1) en el escalón 1 a la dirección Local: 1:O.Data.0? ¿Estaría activa la salida Local: 1:O.Data.0 siempre, si/no, por qué? Y si alguno de los contactos no tuviera continuidad, ¿Estaría activa la salida de todas formas?

2.- En el escalón 2 se encuentran dos contactos XIC (A y B), ¿La salida Local.1:O.Data.0 se activaría si uno de estos no se cerrara, si/no, por qué?

3.- ¿Qué pasa si en el escalón 3 las instrucciones XIC y XIO son verdaderas, la salida Local. 1:O.Data.3 se encendería, si/no, por qué?



Experimento 2



Pista 40

Funcionamiento de los elementos de enclavamiento

En este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de elementos de enclavamiento y desenclavamiento en un diagrama en escalera.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31
2.- Botonera didáctica
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad
4.- Fuente de poder DC
5.- 2 bombillas incandescentes

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contendrá tres contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, I:0.0/2, un contacto normalmente cerrado (XIO): B3:0.0, una bobina (OTE): O:0.0/0, una bobina de enclavamiento (Latch): O:0.0/1, y bobina de desenclavamiento (Unlath): O:0.0/1 . El programa realizará lo siguiente:

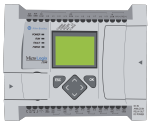


Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

1.- Si la entrada I:0.0/0 se activa entonces las salidas O:0.0/0 se activa y el contacto relacionado con esta bobina se cierra.
Pero si la entrada I:0.0/1 se pone en alto, entonces la continuidad en el escalon 0001 se perderá y la bobina O:0.0/0 se apagará.

2.- Si la entrada I:0.0/2 se activa entonces la bobina de enclavamiento O:0.0/1 se enciende.

3.- Si la entrada B3:0.0 se activa, entonces las bobina de desenclavamiento O:0.0/1 se enciende y desactiva la salida O:0.0/1.



Programacion en RSLogix 500



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 1.3 se muestran las direcciones para este programa.

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO, OTL, OTU.

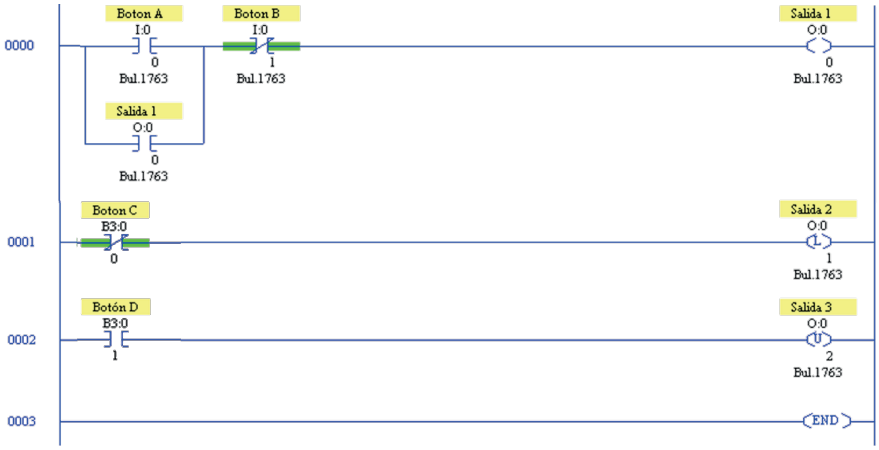


Figura 1-65: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Contacto normalmente cerrado (XIO)	I:0.0/1	Bobina (OTE)	O:0.0/0
	Contacto normalmente abierto (XIC)	O:0.0/0				
0001	Contacto normalmente abierto (XIO)	I:0.0/2			Bobina (Latch)	O:0.0/1
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.1			Bobina (Unlatch)	O:0.0/1

Tabla 1.3: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



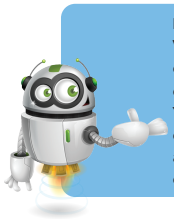
Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.





Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.

Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



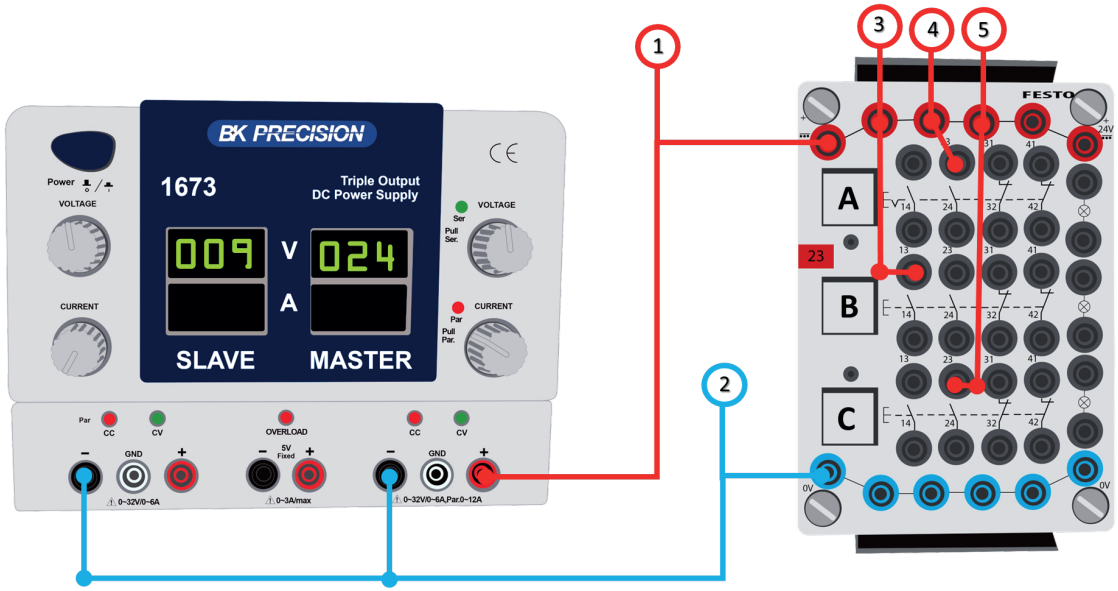
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».
4.- Conexión de 24 V al botón «B».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





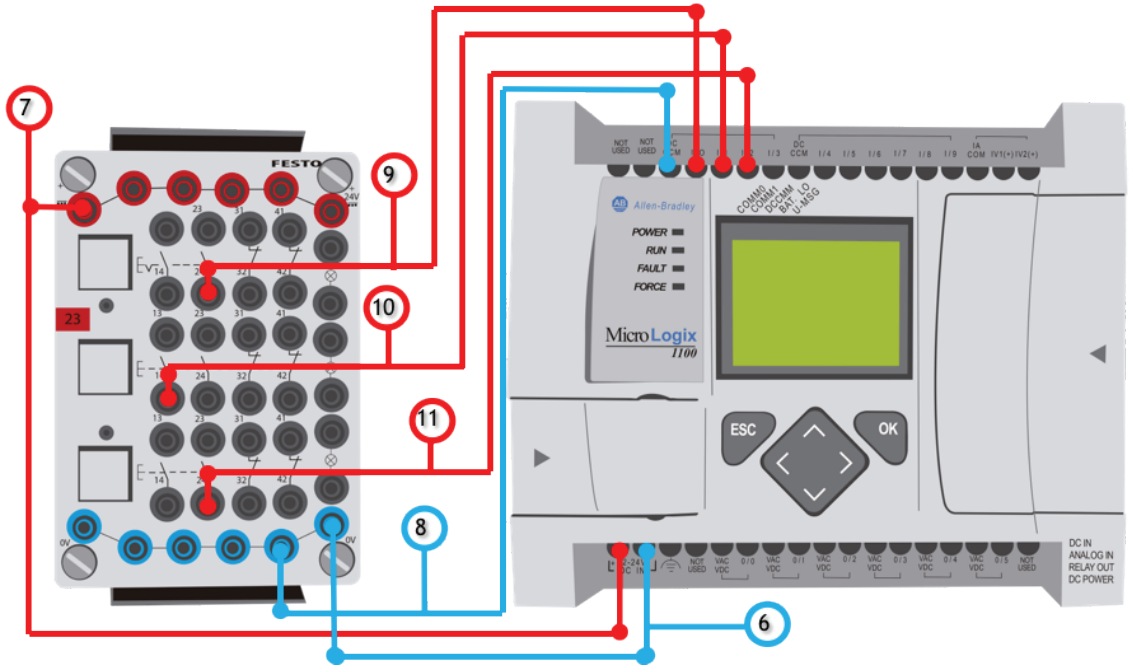
Cableado de botonera a PLC



6.- Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
8.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
10.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.
11.- Conexión a la entrada digital I:0.0/2.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

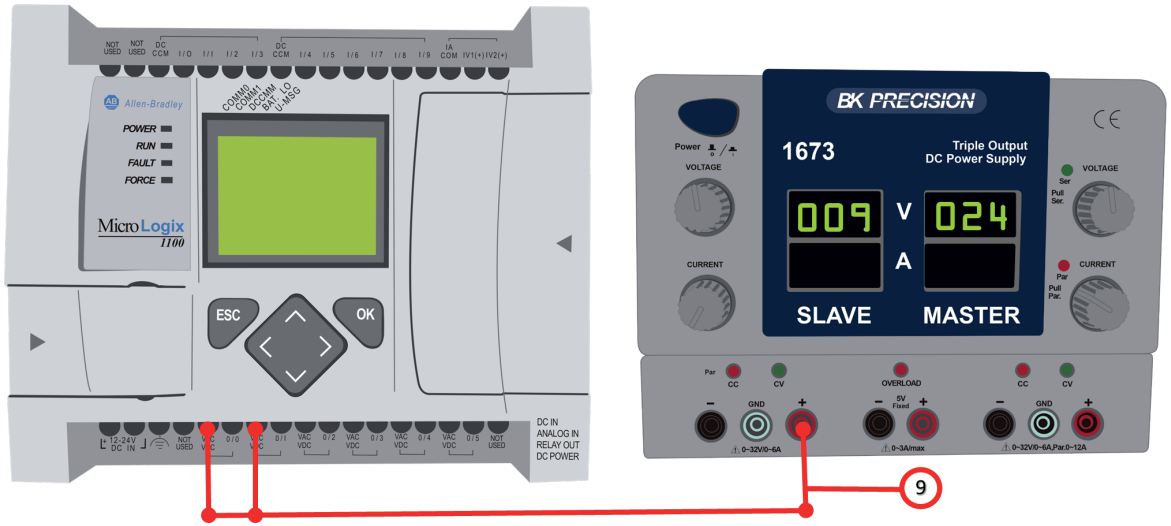




Cableado de PLC a fuente de poder



12.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

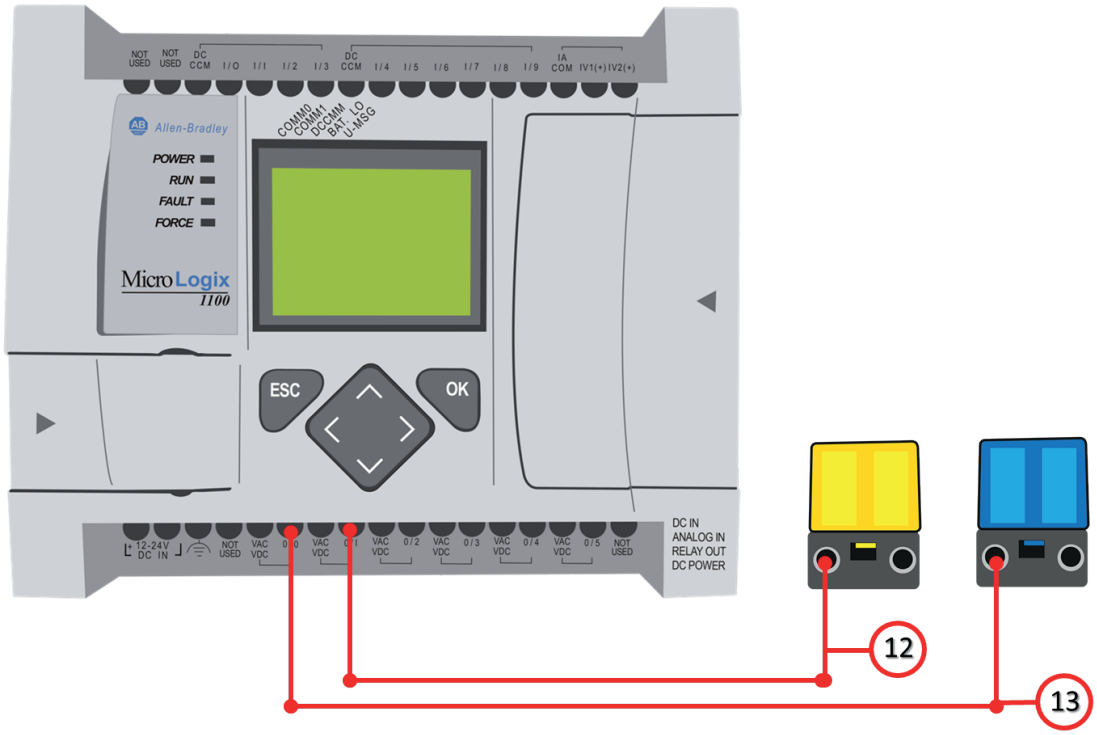




Cableado de PLC a salidas externas

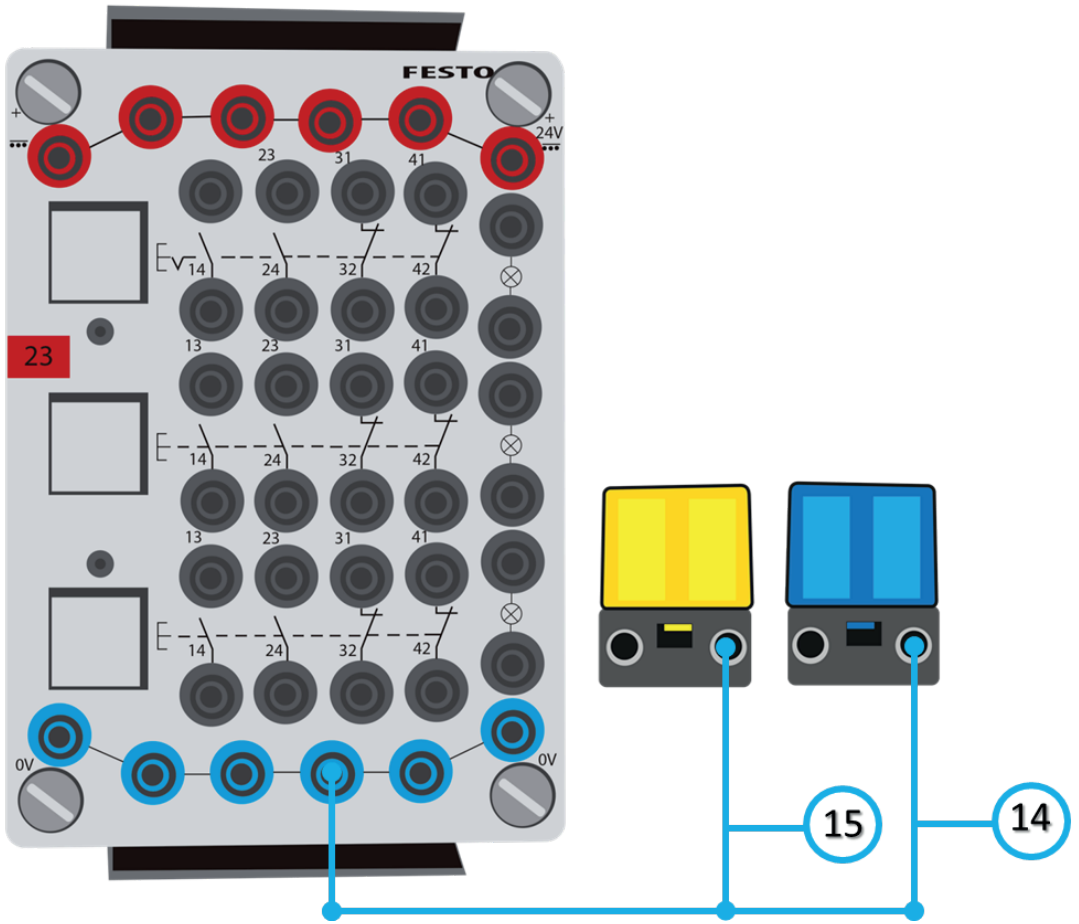


12.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
13.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

14.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
15.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



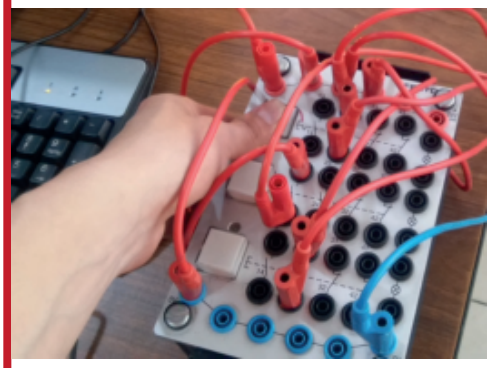
Puesta en marcha y representación física



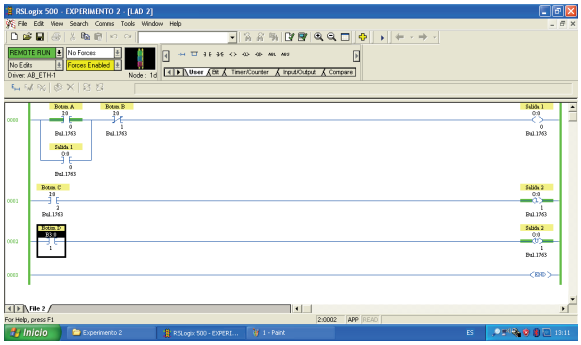
1 Poniendo en línea a el PLC



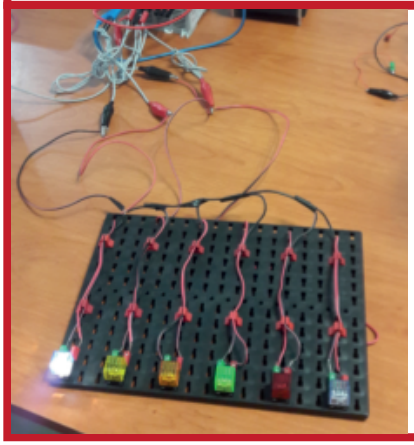
2 Programa funcionando



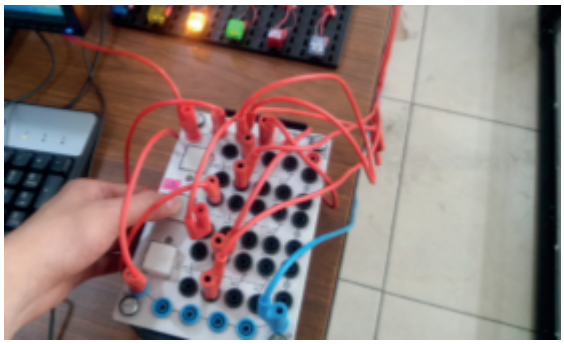
3 Presiona el botón "A"



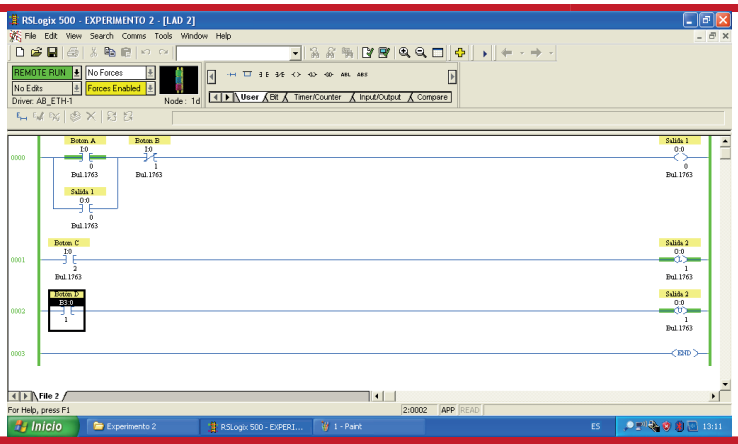
4 Observa los contactos "A" activarse



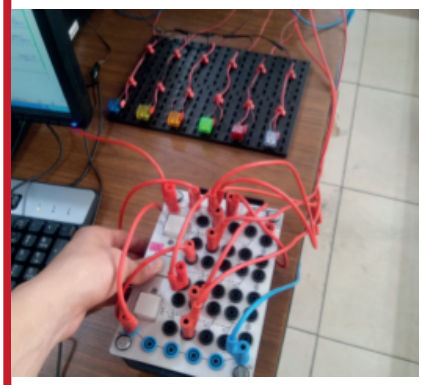
5 Mira las lámpara 1 se enciende



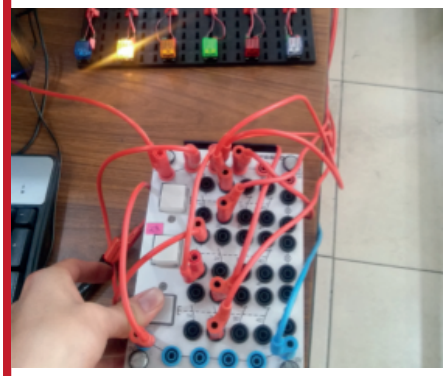
6 Presiona el botón "B"



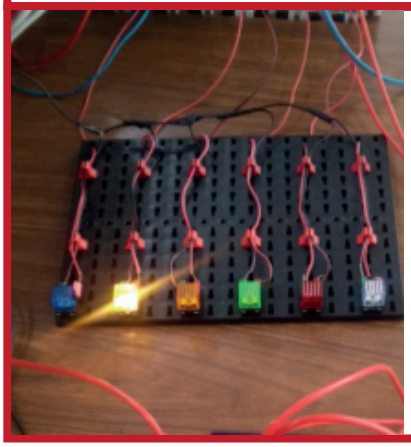
7
Observa los contactos "B" activarse



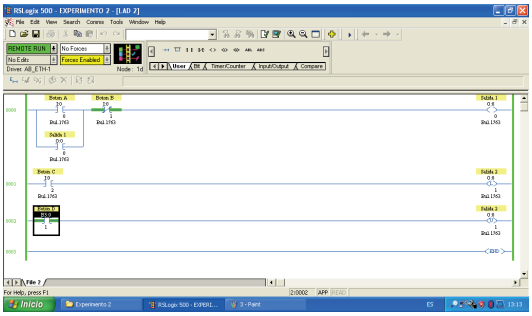
8
La lámpara 1 se desactiva



9
Presiona el botón "C"



10
La lámpara 2 se enclava



11 La lámpara se desenclava activando el contacto "D"



Programación en RSLogix 5000



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 1.4 se muestran las direcciones para este programa.

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO, OTL, OTU.

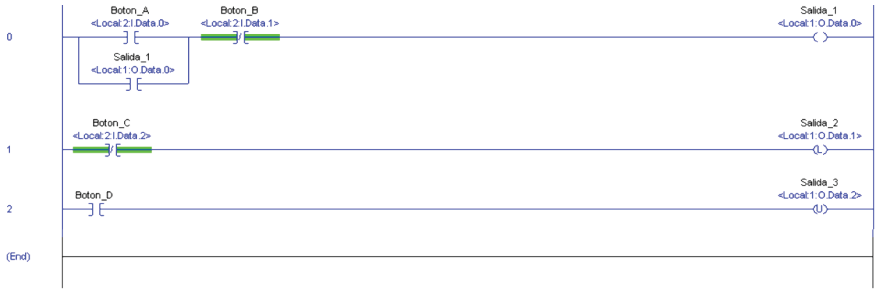


Figura 1-66: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0	Contacto normalmente cerrado (XIO)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local: 1:O.Data.0
	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Salida_1" Local: 1:O.Data.0				
0001	Contacto normalmente abierto (XIO)	"Botón_C" Local: 2: I.Data.2			Bobina (Latch)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Base Tag: Boton_D			Bobina (Unlatch)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1

Tabla 1.4: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el Compact Logix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



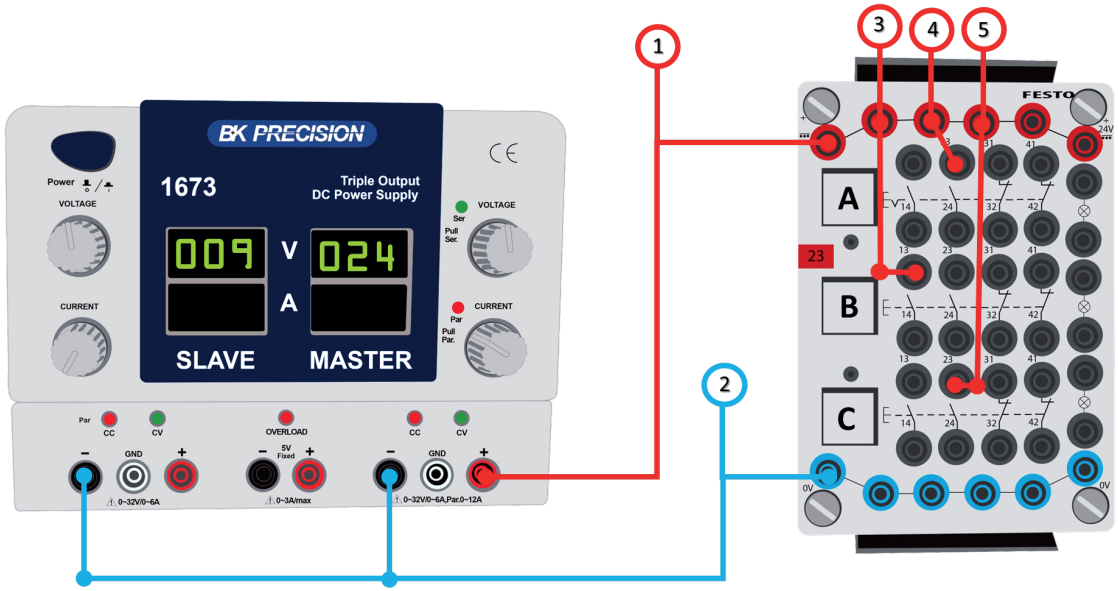
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





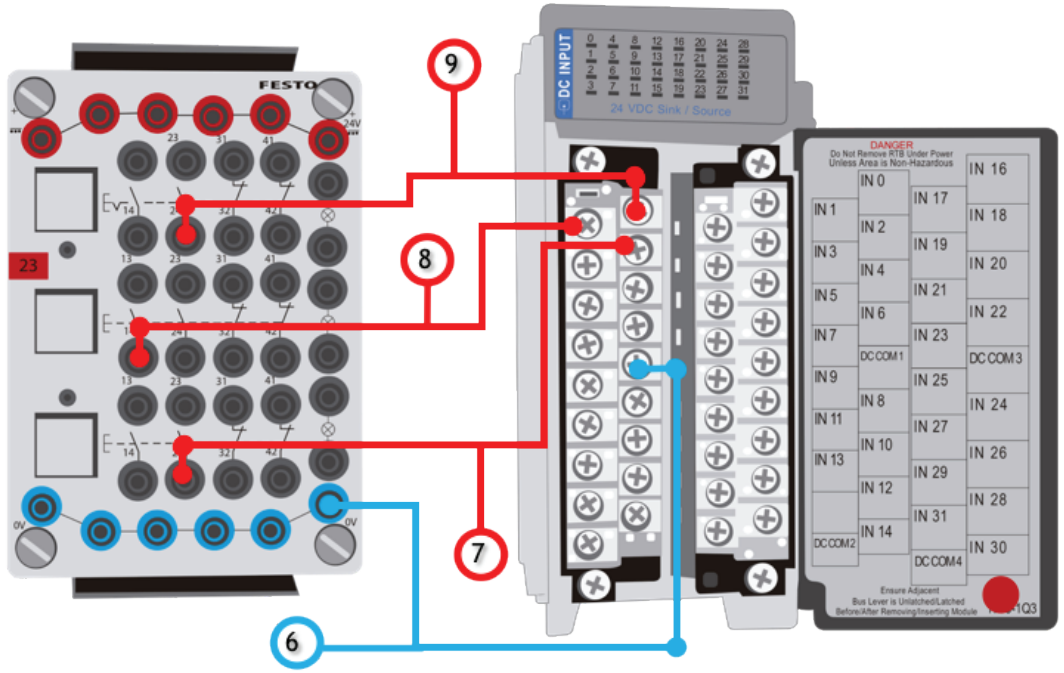
Cableado de botonera a módulo de entradas



6.-Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
8.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.
9.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.2.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

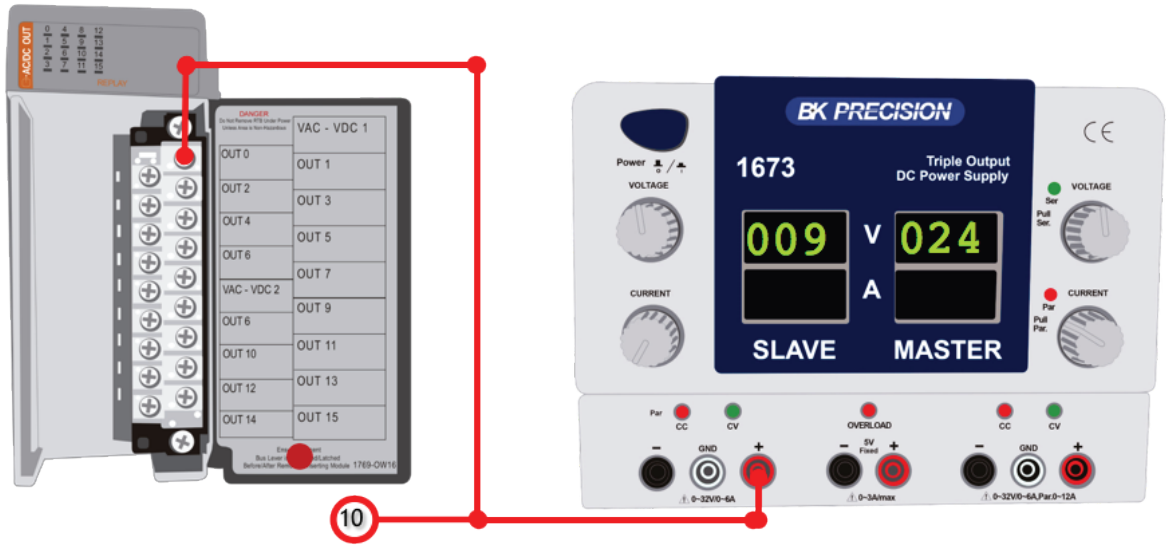




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

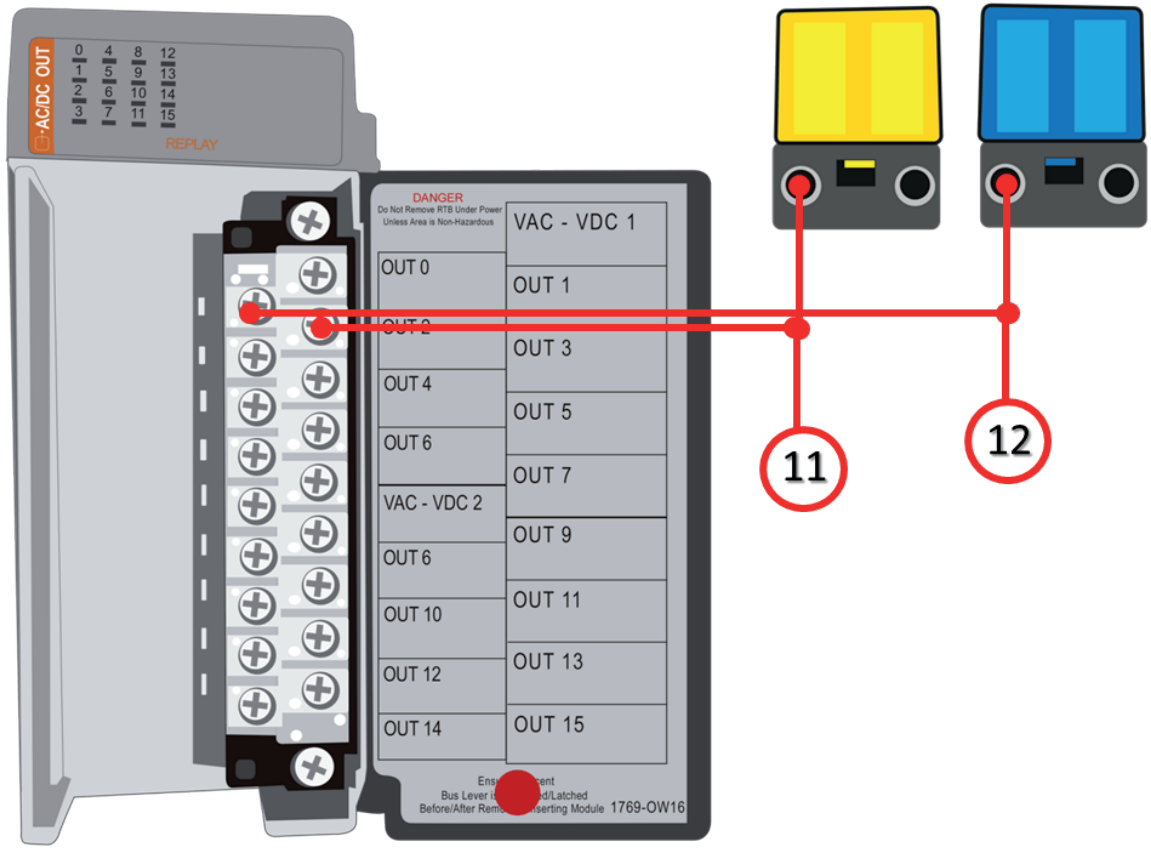




Cableado de módulo de salidas a actuadores

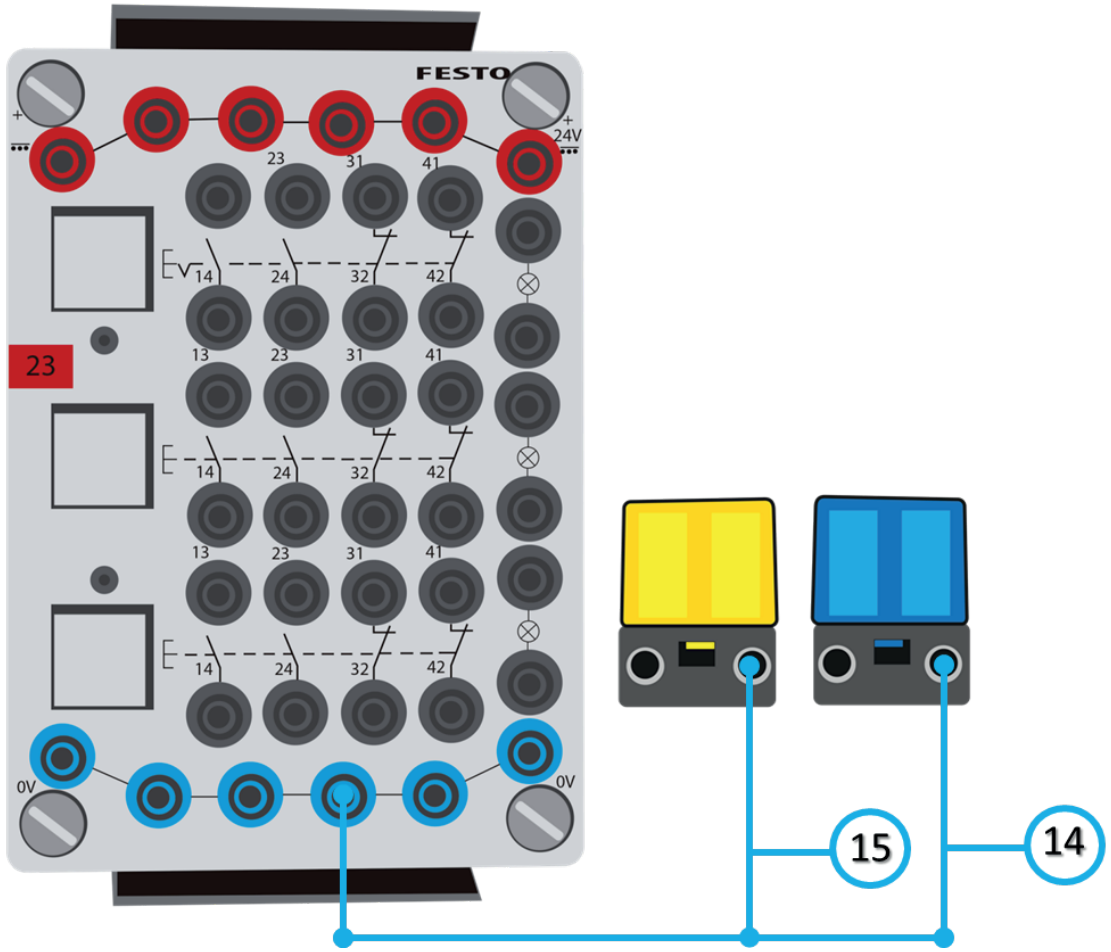


11.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

13.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.

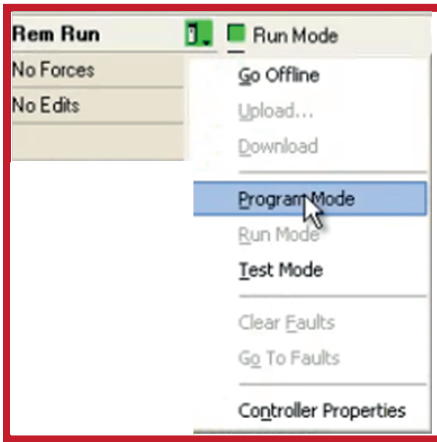




Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



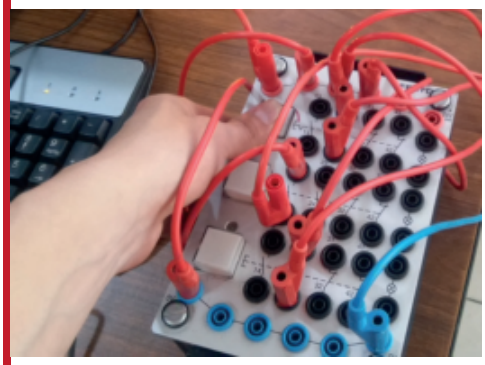
Puesta en marcha y representación física



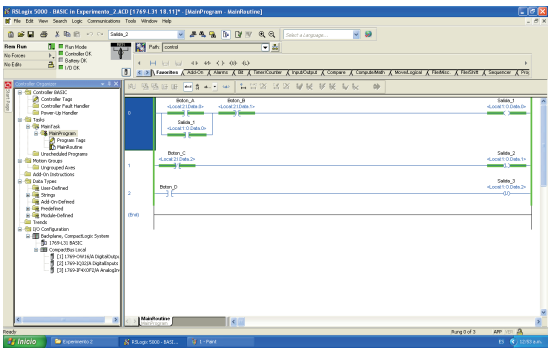
1 Poniendo en línea a el PLC



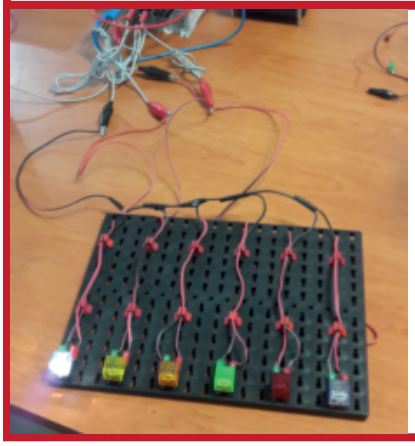
2 Programa funcionando



3 Presiona el botón "A"



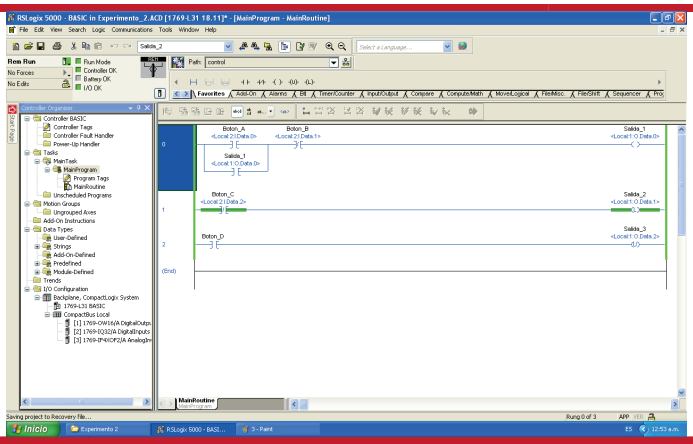
4 Observa los contactos "A" activarse



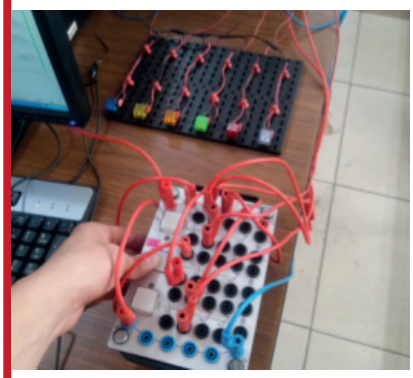
5 Mira las lámpara 1 se enciende



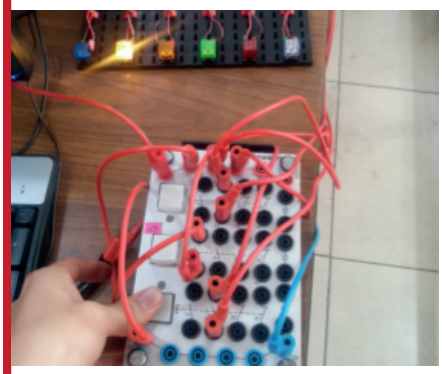
6 Presiona el botón "B"



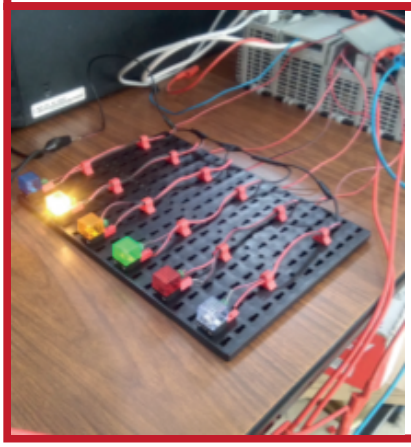
7
Observa los contactos "B" activarse



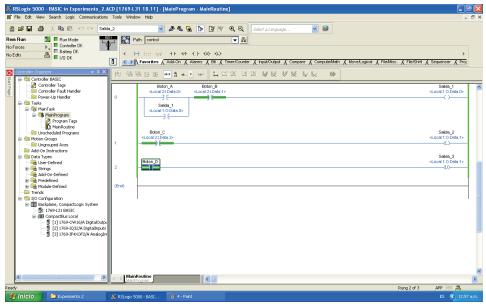
8
La lámpara 1 se desactiva



9
Presiona el botón "C"



10
La lámpara 2 se enclava



11 La lámpara se desenclava activando el contacto "D"



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Cuál es la función que tiene la bifurcación en el escalón 0?

2.- ¿Qué función desempeña la instrucción XIO en el escalón 0?

3.- Si se desplazara la instrucción XIO dentro de la bifurcación (dentro del bloque donde también se encuentra A) del escalón 0, ¿Seguiría operando la lógica del escalón la misma manera, si/no, por qué?

4.- ¿La instrucción de salida dentro del escalón 1 cumple con la misma función que la lógica en el escalón 0, si/ no, por qué?

5.- ¿Cuál es la función de la instrucción de salida en el escalón 2? ¿Y cuál es la instrucción que cumple con la misma función en el escalón 0?

6.- ¿Qué pasa si los escalones 1 y 2 tienen continuidad?

Ejercicio guiado para básicos del PLC

Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Material didáctico para aspectos básicos del PLC





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar y ejercitar tu imaginación, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

TEMPORIZADORES


Pista 59



Objetivos del capítulo

Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Describir la operación de los temporizadores retentivos, con retraso a la conexión, y desconexión.
- Diferenciar la operación entre un temporizador no retentivo y uno retentivo.
- Analizar e interpretar diagramas en escalera que utilicen temporizadores.
- Conocer los parámetros necesarios para programar los temporizadores
- Programar salidas usando los registros de los temporizadores.



Pista 45

Temporizadores

Los **temporizadores** (en inglés Timers) son funciones de programación que permiten el control de acciones específicas en función del tiempo (Petruzella, 2011).



1.- Los temporizadores pueden ser programados con diferentes bases de avance de tiempo. Ejemplo: 1 segundo, 0.1 segundos y 0.01 segundos.

- Los temporizadores integrados en un PLC ofrecen varias ventajas:
- La configuración del tiempo se puede cambiar fácilmente.
- La implementación de los temporizadores se hace a través de un programa, en lugar de hacerlo dentro de un circuito cableado.

La exactitud del temporizador es extremadamente alta.



Pista 46

Parámetros de los temporizadores



Ejemplo:
Si se requiere un retardo de tiempo de diez segundos, el valor preestablecido será de diez segundos

En las instrucciones de temporizador se pueden encontrar 3 parámetros:

El tiempo preestablecido (Preset time): Representa la duración de tiempo para la instrucción del temporizador.

El tiempo acumulado (Accumulated time): Representa la cantidad de tiempo transcurrido desde el momento en que la instrucción se hizo verdadera.



Ejemplo:
Si un programador eligiera el valor de 0.1 para la base de avance del tiempo, y un tiempo preestablecido de 50, el temporizador tuviera un retardo de 5 segundos (50 x 0.1s = 5s)

Base de avance del tiempo (Time-base): Representa los intervalos de tiempo a los cuales avanza el acumulador para alcanzar el valor preestablecido, y así hacer la instrucción verdadera.



Pista 47



2.- En la figura 2-1 se muestra un ejemplo de una dirección para un temporizador, en la cual sus registros y elementos se describen de la siguiente manera:

T4: Temporizador con número de archivo 4.

:2 : Número de temporizador utilizado en el programa (se puede utilizar un rango de 0-255 temporizadores por cada programa).

T4:2/DN: Es la dirección para el bit DN del temporizador.

T4:2/TT: Es la dirección para el bit TT del temporizador.

T4:2/EN: Es la dirección para el bit EN del temporizador.

Funcionamiento de un temporizador

El funcionamiento de un temporizador se puede resumir de la siguiente manera:

- Se agrega una instrucción de temporizador a un escalón, se le asigna una dirección y se identifica como un temporizador.
- Como parte de la instrucción también se incluye el tiempo preestablecido, el tiempo acumulado, y la base de avance del tiempo.
- Cuando el escalón en el que se encuentra el temporizador se hace verdadero, el temporizador comienza a contar hasta que el valor acumulado es igual al preestablecido.
- Cuando el tiempo acumulado es igual al tiempo preestablecido la salida del temporizador se energiza.



Pista 48

Programación general de un temporizador

Normalmente, el temporizador se puede encontrar en un PLC como un archivo del tipo $T4_2$. Y está compuesto de 3 "palabras" (Words) de 16 bits cada una (figura 2-1) (Petruzella, 2011).

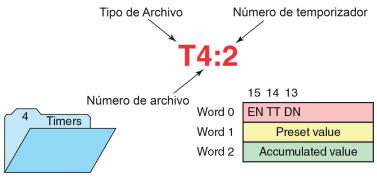


Figura 2-1. Mapa conceptual de un archivo de temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)

Para cada temporizador corresponde ciertos elementos de control, a los cuales se les conoce como **registros.** Estos se localizan en la primera palabra, de las tres que éste tiene (figura 2-1), también se le denomina como **palabra de control** (Petruzella, 2011).

Los registros que contiene la palabra de control son los siguientes:

Bit Enable (EN): Este bit es verdadero (valor de estado 1) cada vez que la instrucción del temporizador es cierta. Cuando la instrucción del temporizador es falsa (valor de estado 0) entonces el bit también lo es.

Bit Timer-timing (TT): Este bit es verdadero siempre que el valor del acumulador está cambiando, lo cual quiere decir que el contador sigue cronometrando. Cuando no lo está, el bit TT es falso.

Bit Done (DN): El cambio de estado de este bit depende del tipo de temporizador que se utiliza.

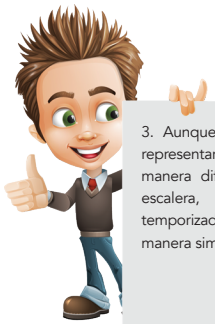


Pista 49

Tipos de temporizadores

De forma general, hay 3 tipos[3] de temporizadores (figura 2-2) y una instrucción de reseteo:

- **El temporizador con retardo a la conexión (TON):** Empieza a contar el tiempo cuando la instrucción es verdadera.
- **El temporizador con retardo a la desconexión (TOF):** Empieza a contar el tiempo cuando la instrucción es falsa.
- **El temporizador retentivo (RTO):** Empieza a contar cuando la instrucción es verdadera y conserva el valor acumulado cuando la instrucción se hace falsa.
- **La función RES (Reset):** Reestablece el valor del temporizador acumulado a cero.



3. Aunque cada fabricante puede representar temporizadores de manera diferente en un diagrama escalera, la mayoria de los temporizadores operan de una manera similiar.

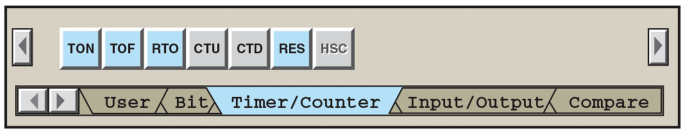


Figura 2-2. Barra de herramientas para seleccionar temporizadores y contadores.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 50

Temporizador con retraso a la conexión (TON)

Un temporizador de retardo a la conexión (figura 2-3) es una función que hace un retraso de tiempo antes de que una instrucción sea verdadera. Cuando el estado del escalón que contiene el temporizador es verdadero, el acumulador comienza a contar. Y en caso de que el valor del acumulador sea igual al preestablecido, el temporizador activa una señal de salida (De León, 2011).

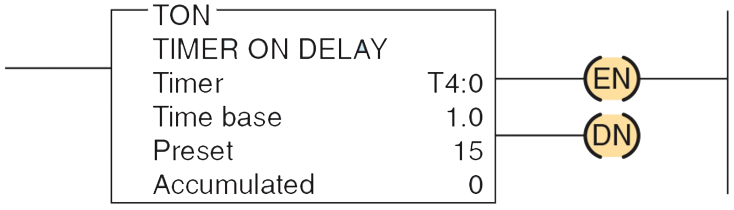


Figura 2-3. Ejemplo de un temporizador con retraso a la conexión.
Fuente: (Petruzella 2011)

Comportamiento de los registros del temporizador TON

A continuación, se muestra el cambio de estado de los registros (Tabla 2-1) durante la activación del temporizador TON (figura 2-4).
El registro Enable (EN) se activa siempre y cuando haya continuidad en el escalón donde se encuentre el

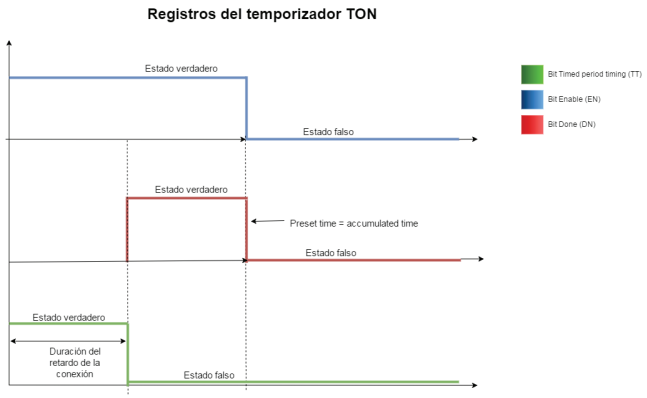


Figura 2-4. Comportamiento de los registros durante la activacióndel temporizador TON
Fuente: (Petruzella 2011)

Tabla 2-1 Comportamiento de los registros del temporizador TON

Nombre del registro o bit	Estado del bit cuando la instrucción es verdadera	Estado del bit cuando el valor del acumulador está cambiando	Estado del bit cuando el valor del acumulador alcanza el valor preestablecido
Enable (EN)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Verdadero (I)
Timed perlod timming (TT)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Falso(0)
Done (DN)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)



Pista 51

Temporizador con retraso a la desconexión (TOF)

Un temporizador de retardo a la desconexión (figura 2-5) es una función que mantiene su salida energizada por un periodo de tiempo después de que el escalón donde ésta se encuentre pierda su continuidad.

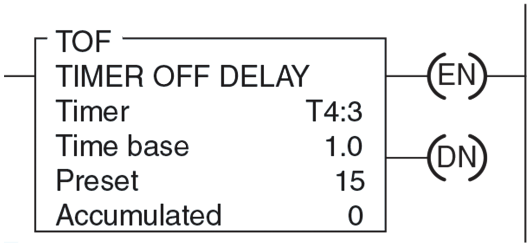


Figura 2-5. Ejemplo de un temporizador con retraso a la desconexión.
Fuente: (Petruzella 2011)

Comportamiento de los registros del temporizador TOF

En esta sección se muestra el cambio de estado de los registros (Tabla 2-2) durante la activación del temporizador TON (figura 2-6).

El registro Enable (EN) se activa siempre y cuando haya continuidad en el escalón donde se encuentre el temporizador. Este bit no debe permanecer siempre activo, de lo contrario el ciclo del temporizador no comenzará.

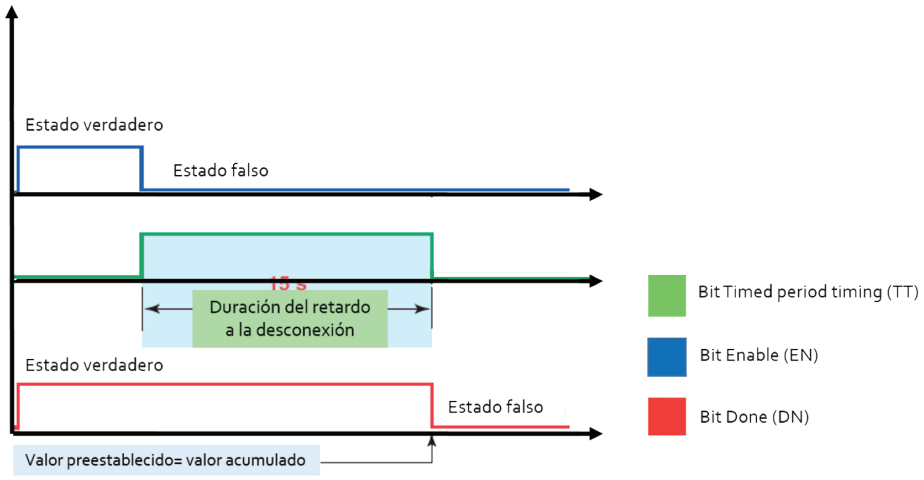


Figura 2-6. Comportamiento de los registros durante la activación del temporizador TOF
Fuente: (Petruzella 2011)

Tabla 2-2 Comportamiento de los registros del temporizador TON

Nombre del registro o bit	Estado del bit cuando la instrucción es verdadera	Estado del bit cuando la instrucción es flasa	Estado del bit cuando el valor del acumulador está cambiando	Estado del bit cuando el valor del acumulador alcanza el valor preestablecido
Enable (EN)	Verdadero (I)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)
Timed perlod timming (TT)	Falso(0)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Falso(0)
Done (DN)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Falso(0)



Pista 52

Temporizador retentivo (RTO)

Un temporizador retentivo (figura 2-7) es una función que cronometra el tiempo cuando es activado, detiene su cuenta cuando es desactivado, guarda el valor acumulado, y continúa la cuenta al reactivarse a partir de ese valor guardado. Y en caso de que el valor del acumulador sea igual al preestablecido, el temporizador activa una señal de salida (De León, 2011).

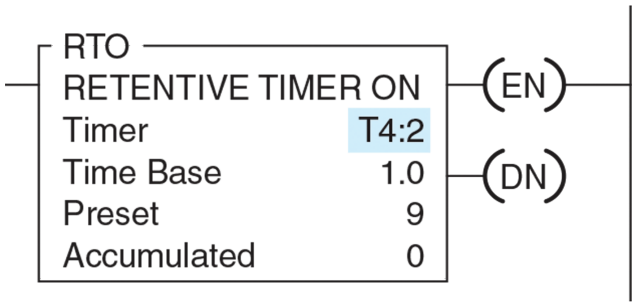


Figura 2-7. Ejemplo de un temporizador retentivo
Fuente: (Petruzella 2011)

Comportamiento de los registros del temporizador retentivo (RTO)

En seguida se muestra el cambio de estado de los registros (Tabla 2-3) durante la activación del temporizador RTO (figura 2-8).

El registro Enable (EN) se activa siempre y cuando haya continuidad en el escalón donde se encuentre el temporizador.



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 56 a la 62.
RSLogix 5000: De la página 97 a la 103.

A pesar de que no pueda haber continuidad en el escalón, los registros se mantienen activados si el temporizador alcanza su valor preestablecido.

Esta instrucción necesita de otra de reseteo para reestablecer el valor acumulado a cero y desactivar el bit DN. Este reseteo puede activarse en cualquier momento que el temporizador esté trabajando.

Tabla 2-3 Comportamiento de los registros del temporizador RTO

Nombre del registro o bit	Estado del bit cuando la instrucción es verdadera	Estado del bit cuando la instrucción es flasa	Estado del bit cuando el valor del acumulador está cambiando	Estado del bit cuando el valor del acumulador alcanza el valor preestablecido
Enable (EN)	Verdadero (I)	Falso(0)	Verdadero (I)	Falso(0)
Timed perlod timming (TT)	Verdadero (I)	Falso(0)	Verdadero (I)	Falso(0)
Done (DN)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)

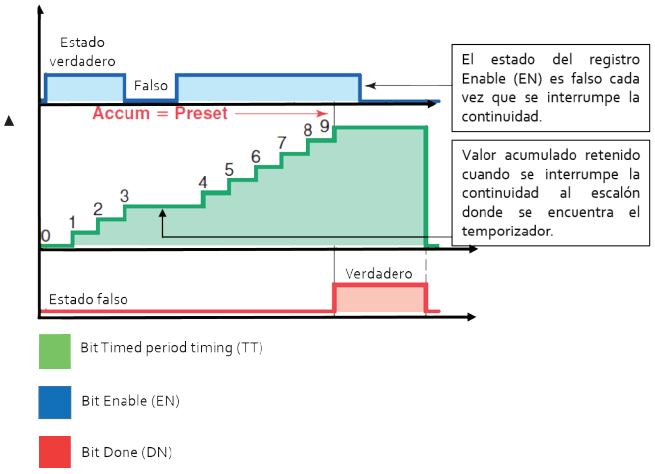


Figura 2-8. Comportamiento de los registros durante la activación del temporizador RTO
Fuente: (Petruzella 2011)

Bibliografía

De León, P. R. (2011). Manual de contenido del participante PLC básico. Buenos Aires: Ternium.

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.



Experimento 1



Pista 53

Funcionamiento del temporizador TON

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador con retraso a la conexión y sus registros.

Descripción del experimento



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 2 bombillas incandescentes.

El diagrama en escalera contendrá:

- Una instrucción de temporizador TON: T4:0.
- Tres contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, T4:0.DN, y T4:0.TT.
- Dos bobinas (OTE): O:0.0/0, y O:0.0/1.

El programa realizará lo siguiente:

1.-Mientras I:0.0/0=0, ambas bobinas O:0.0/0, y O:0.0/1 están desactivadas.

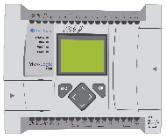


Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

2.- Después de que I:0.0/0=1, los registros del temporizador EN, y TT se vuelve verdaderos. Durante este momento el temporizador está activado midiendo el tiempo (es por eso que el registro TT es verdadero y la bobina O:0.0/1 también esta prendida). Y ya que el temporizador esta activado, el acumulador ACC está avanzando una unidad por segundo.

3.- Tan pronto como el acumulador alcanza el valor del tiempo preestablecido (T4:0.ACC=T4:0.PRE=5) el registro TT se vuelve falso, la bobina O:0.0/1 se apaga, y los registros ACC y EN permanecen en verdadero. Cuando el temporizador para su ciclo de funcionamiento,el registro DN se vuelve verdadero y la bobina O:0.0/0 se prende.

4.- Cuando la entrada I:0.0/0=0 es desactivada el escalon 0000 pierde continuidad lógica, y por consiguiente todos los registros también.



Programación en RSLogix 500

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador TON.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 2.4 se muestran las direcciones para este programa.

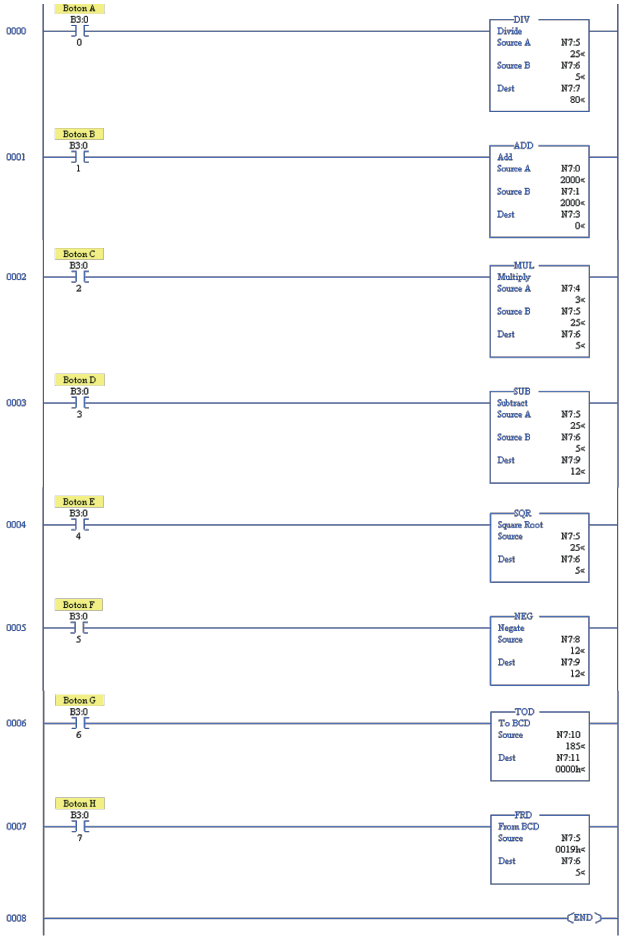


Figura 2-9: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0=0	Temporizador TON	T4:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. DN	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. TT	Bobina (OTE)	O:0.0/1

Tabla 2.4: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



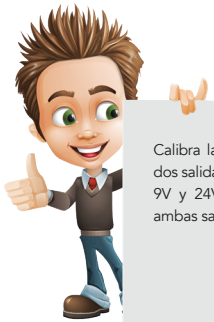
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



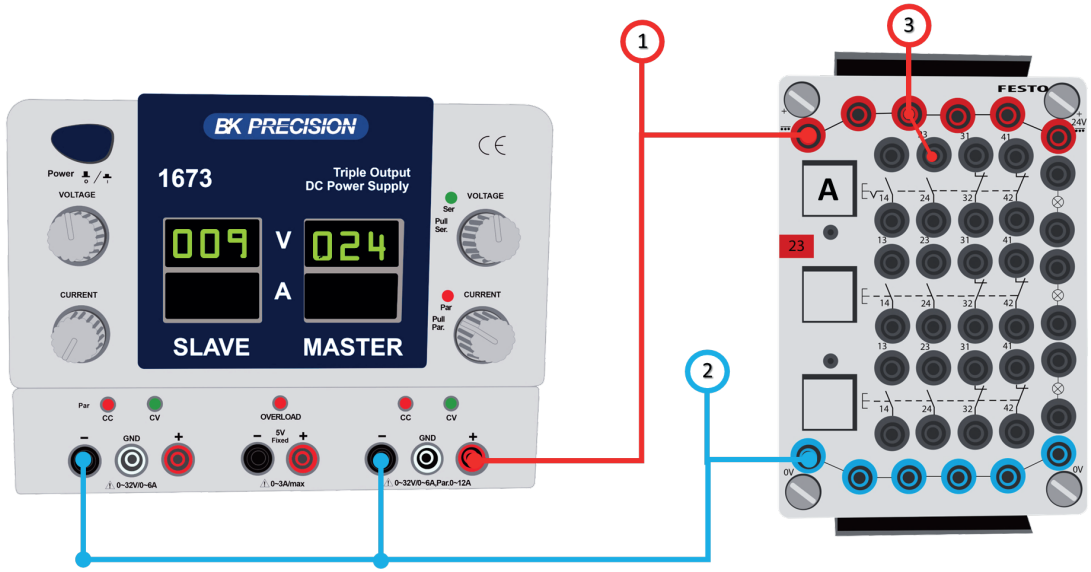
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





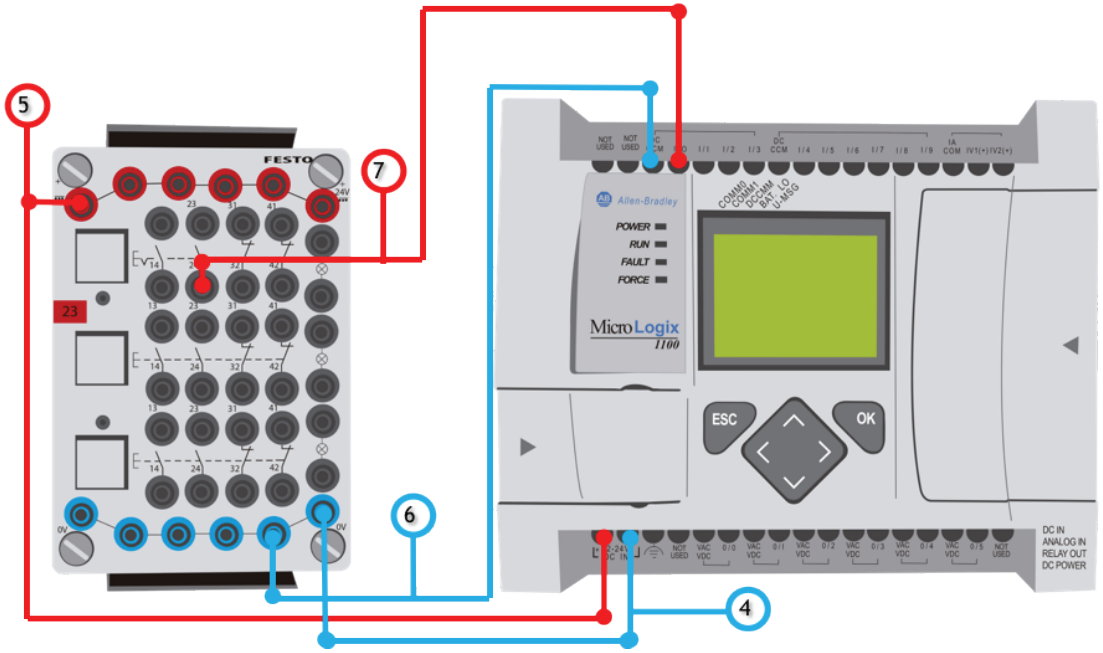
Cableado de botonera a PLC



4.- Tierra para DC Com 1.
5.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
6.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
7.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

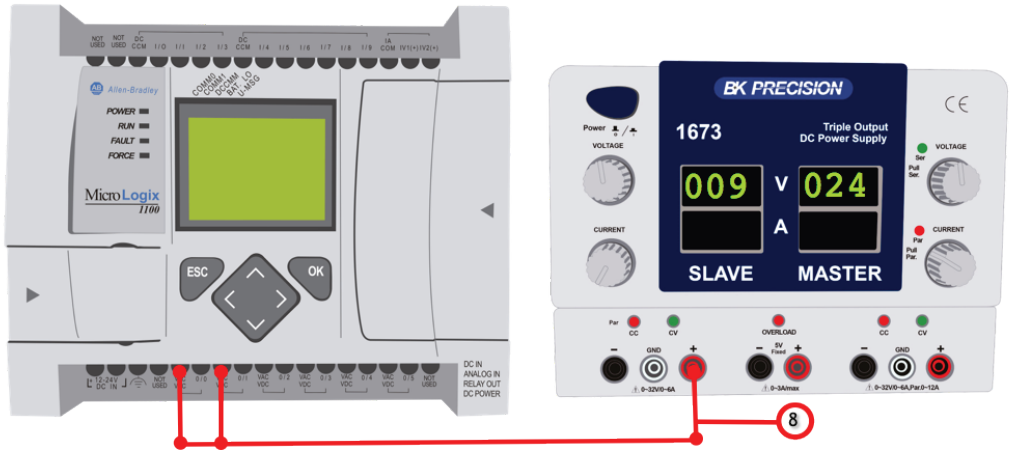




Cableado de PLC a fuente de poder



8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

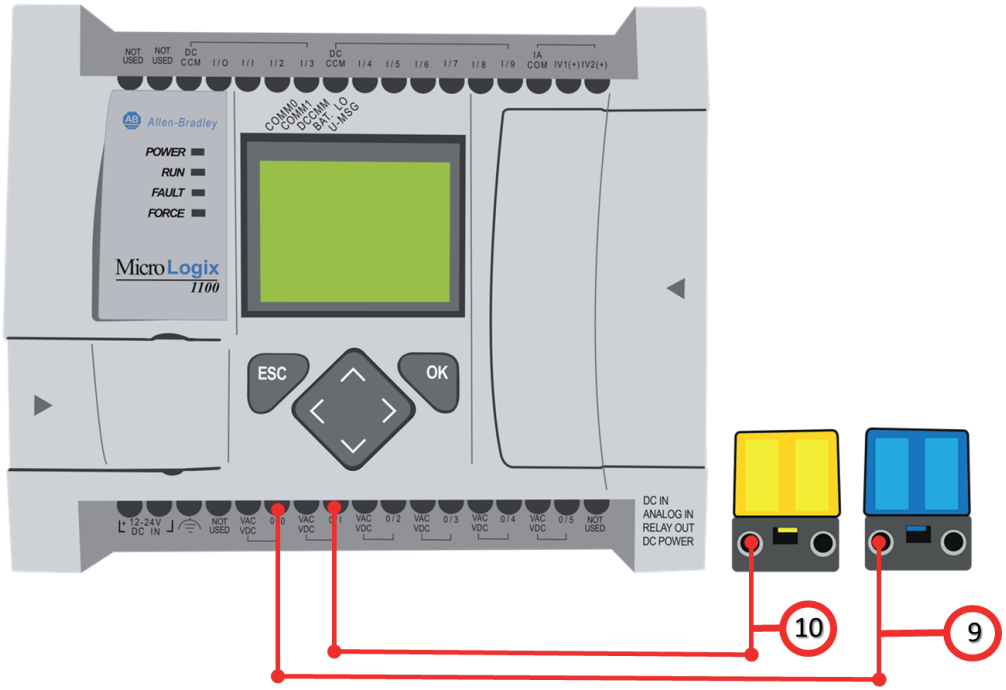




Cableado de PLC a salidas externas



9.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.

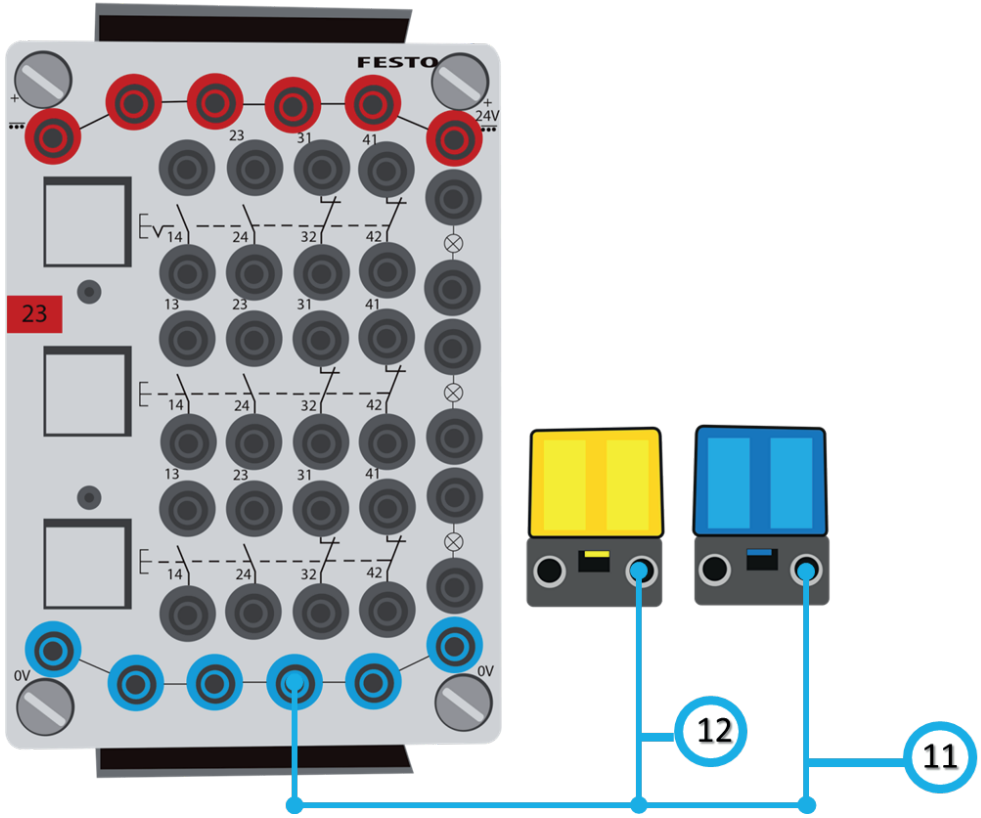




Cableado de salidas externas a botonera



11.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
12.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



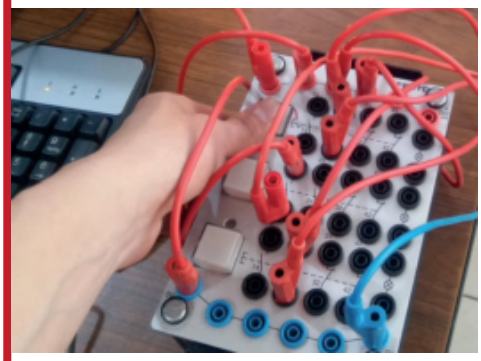
Puesta en marcha y representación física



1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



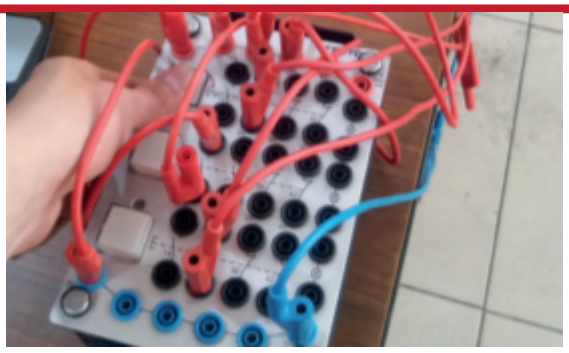
3 Presiona el botón "A"



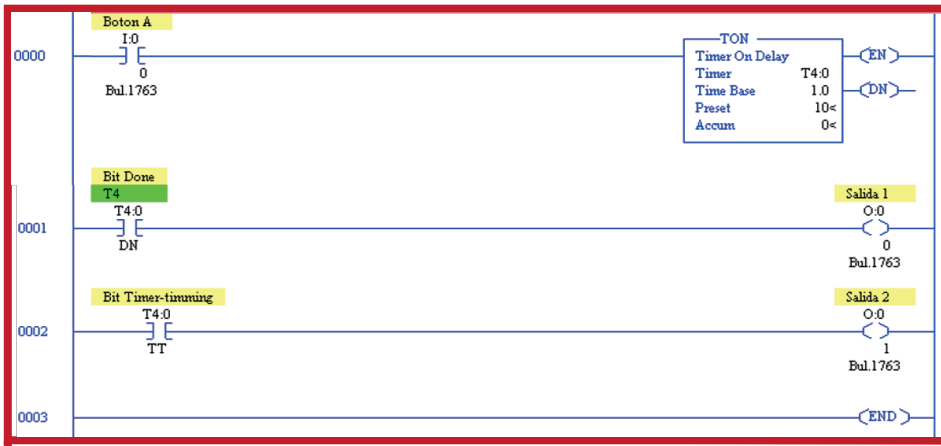
4 Observa el contacto "A" activarse



5 Mira la lámpara 2 se enciende cada vez que el temporizador se enciende

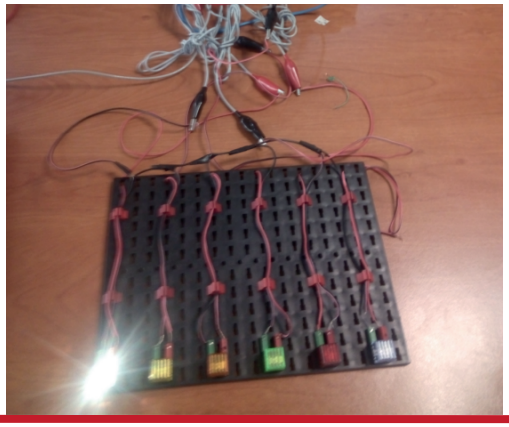


6 No te olvides de mantener presionado el botón "A", de contrario el temporizador se desactivara



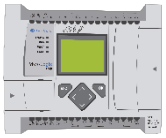
7

Observa que el contacto T4:O.DN se cerró y que la salida 1 se activo



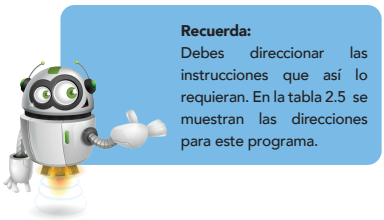
8

La lámpara 1 se activa



Programación en RSLogix 5000

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador TON.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 2.5 se muestran las direcciones para este programa.

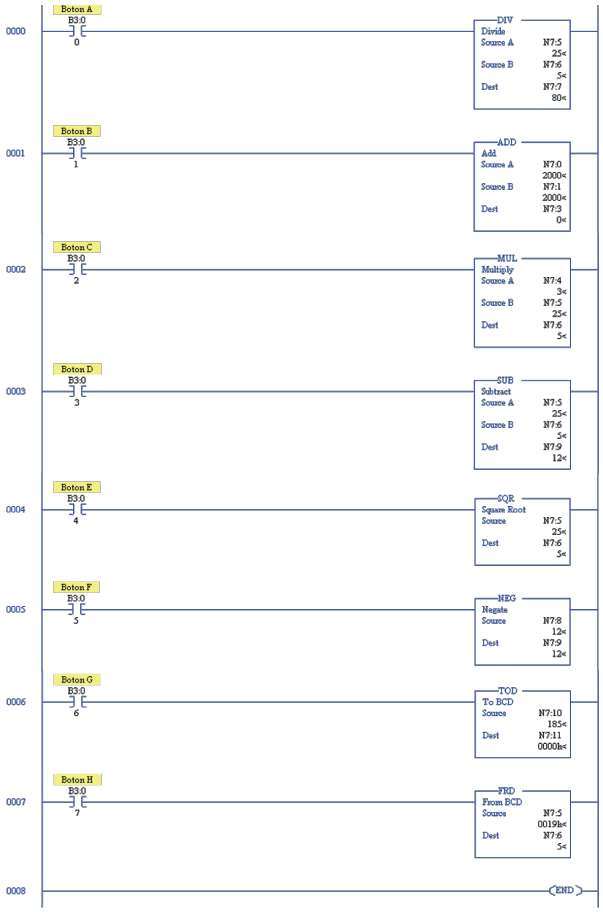


Figura 2-9: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón A" Local:2:I.Data.0	Temporizador TON	Timer: Temporizador_1 Preset: 10000 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.DN	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local:1:O.Data.0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.TT	Bobina (OTE)	"Salida_2" Local: 1: O.Data:1

Tabla 2.5: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



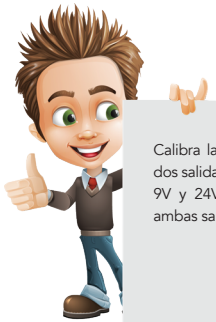
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



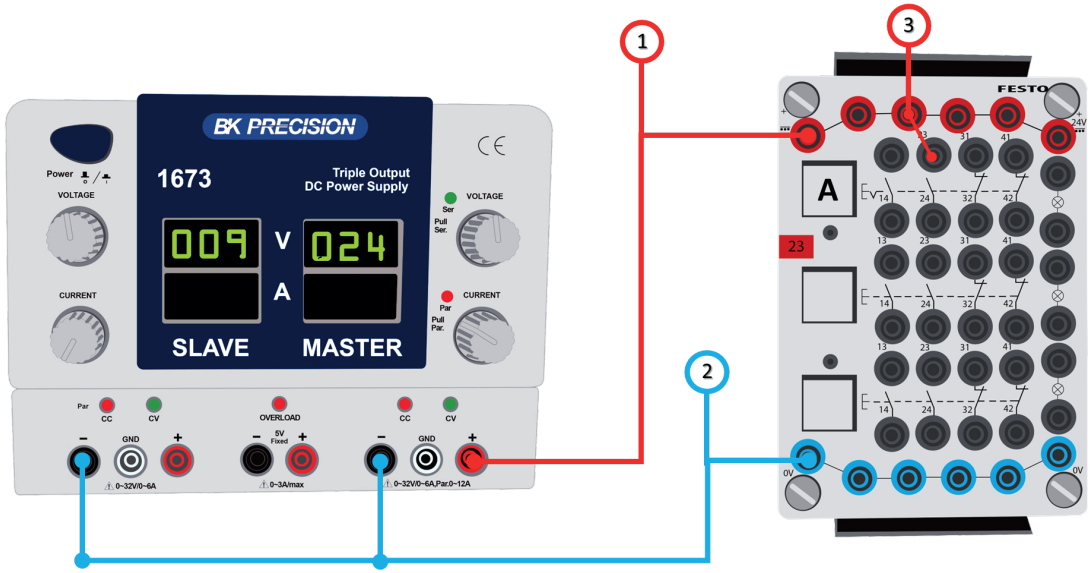
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





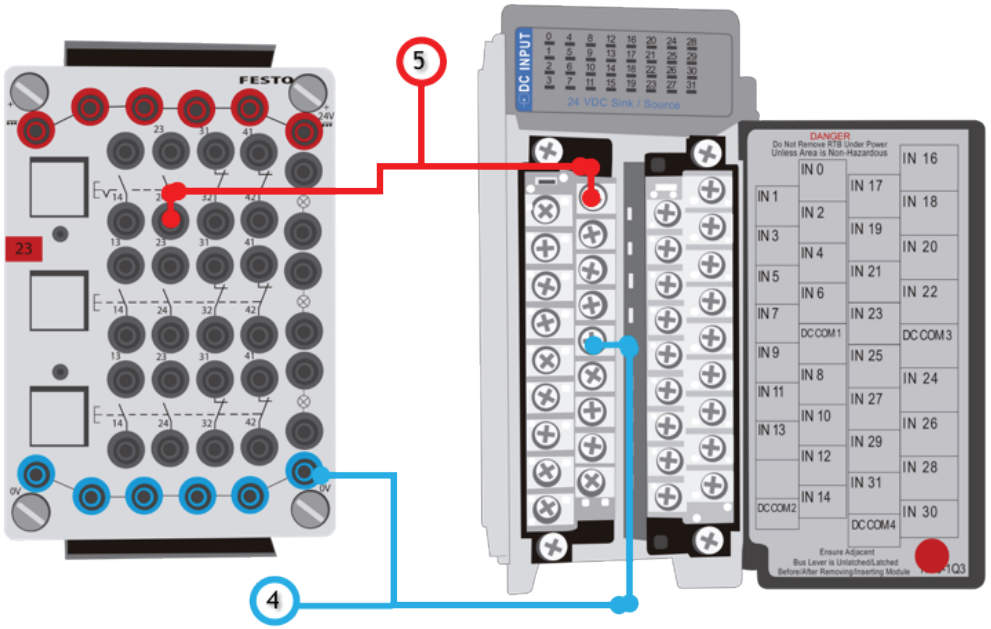
Cableado de botonera a módulo de entradas



4.- Tierra para DC Com 1.
5.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.





Cableado de fuente de poder a módulo de salidas

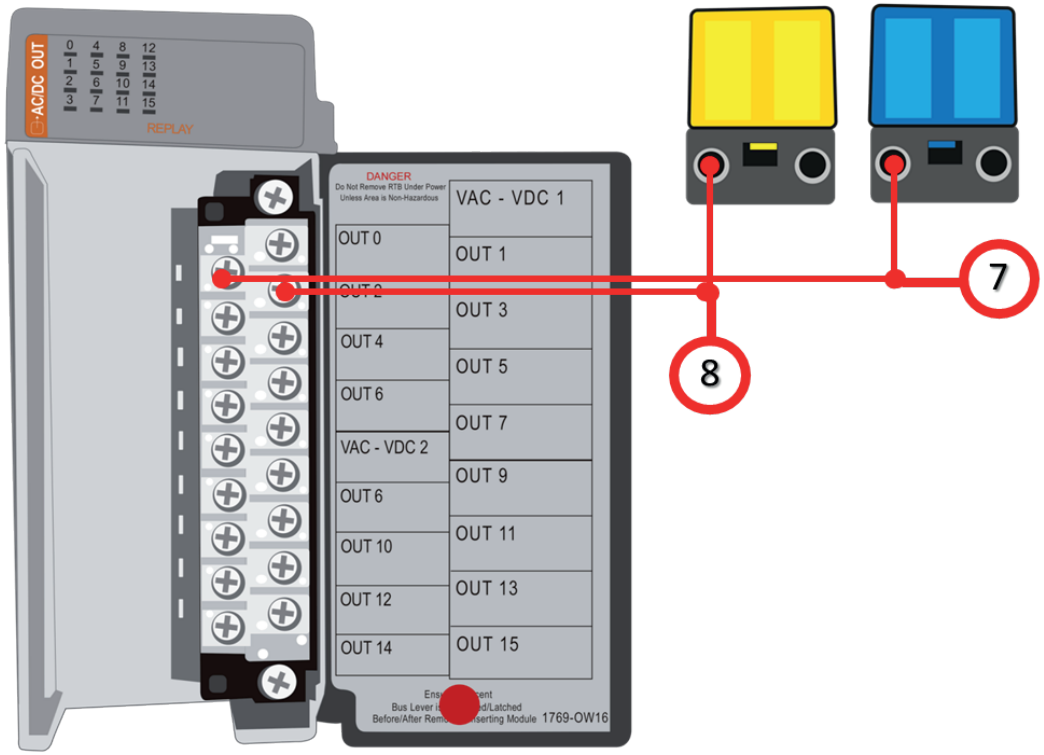


6.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.



Cableado de módulo de salidas a actuadores

7.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
8.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.

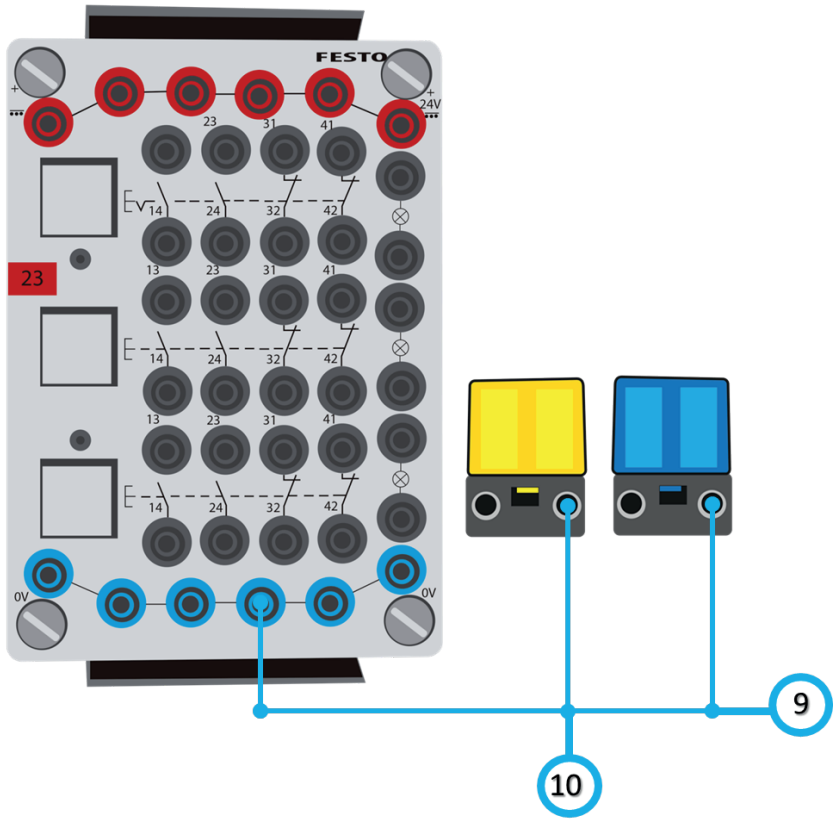




Cableado de salidas externas a botonera



9.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
10.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





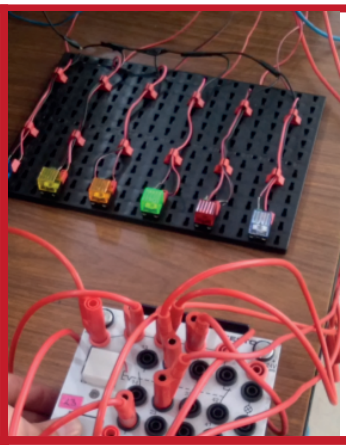
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



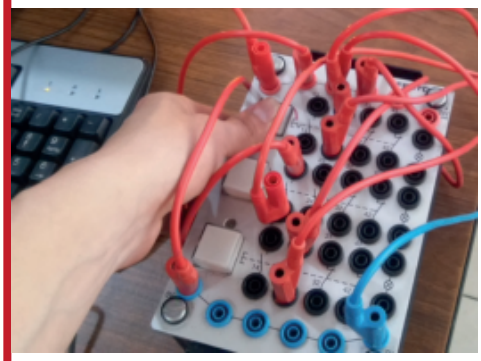
Puesta en marcha y representación física



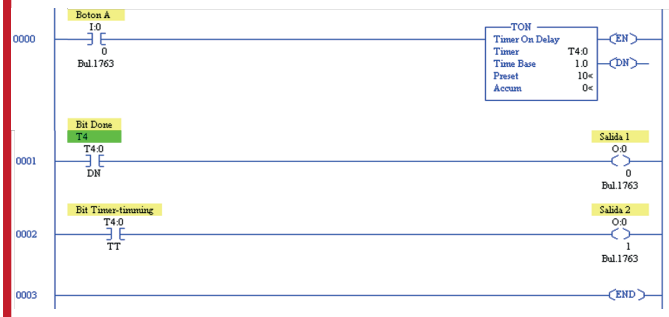
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



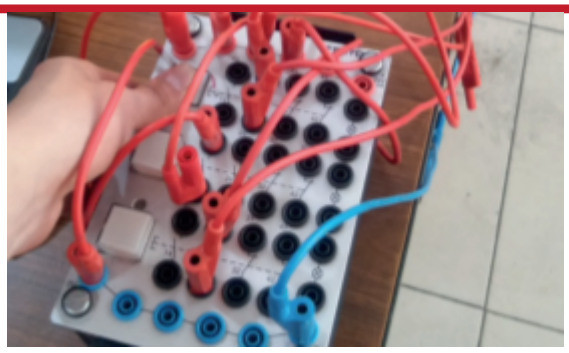
3 Presiona el botón "A"



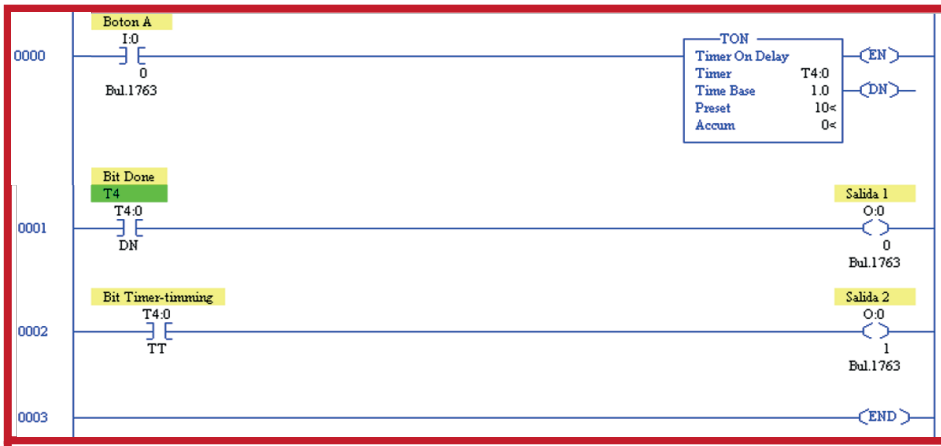
4 Observa el contacto "A" activarse



5 Mira la lámpara 2 se enciende cada vez que el temporizador se enciende

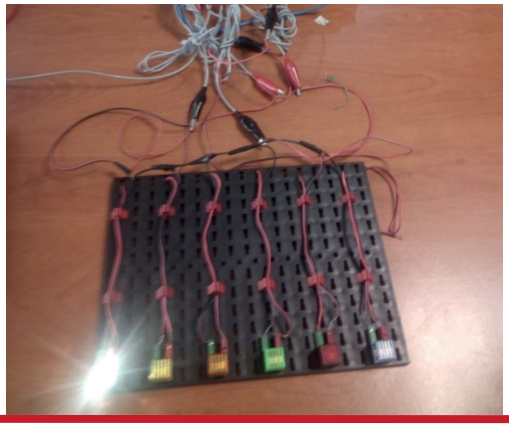


6 No te olvides de mantener presionado el botón "A", de contrario el temporizador se desactivara



7

Observa que el contacto T4:O.DN se cerró y que la salida 1 se activo



8

La lámpara 1 se activa



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Cuando hay continuidad en el escalón 0?

2.- ¿Qué bits reaccionan inmediatamente cuando el escalón 0 tiene continuidad?

3.- Desde el instante que los registros .EN y .TT se activan, ¿Cuándo tardan en este estado? ¿Y qué pasa después que estos se desactivan?



Experimento 2



Pista 54

Funcionamiento del temporizador TOF

En este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador con retraso a la desconexión y sus registros.

Descripción del experimento



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 2 bombillas incandescentes.

El diagrama en escalera contendrá:

- Una instrucción de temporizador TOF: T4:0.
- Tres contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, T4:0.DN, y T4:0.TT .
- Dos bobinas (OTE): O:0.0/0, y O:0.0/1.

El programa realizará lo siguiente:

1.- Mientras I:0.0/0 este desactivado, ambas bobinas O:0.0/0, y O:0.0/1 están desactivadas.

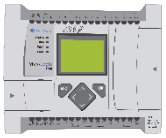


Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

2.- Después de que I:0.0/0 se activa por un breve momento, los registros del temporizador DN, y TT se vuelven verdaderos y el registro EN mantiene en falso. Durante este momento el temporizador está activado midiendo el tiempo (es por eso que el registro TT es verdadero y la bobina O:0.0/1 también esta prendida). Y ya que el temporizador esta activado, el acumulador ACC está avanzando una unidad por segundo.

3.- Tan pronto como el acumulador alcanza el valor del tiempo preestablecido (T4:0.ACC=T4:0.PRE=5) el registro TT se vuelve falso, la bobina O:0.0/1 se apaga, y el registro DN se vuelve falso, y hace que la lampara O:0.0/0 también se apague.

4.- Cuando la entrada I:0.0/0=0 es activada otra vez, vuelve a repetir el ciclo anterior.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador TOF.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 2.6 se muestran las direcciones para este programa.

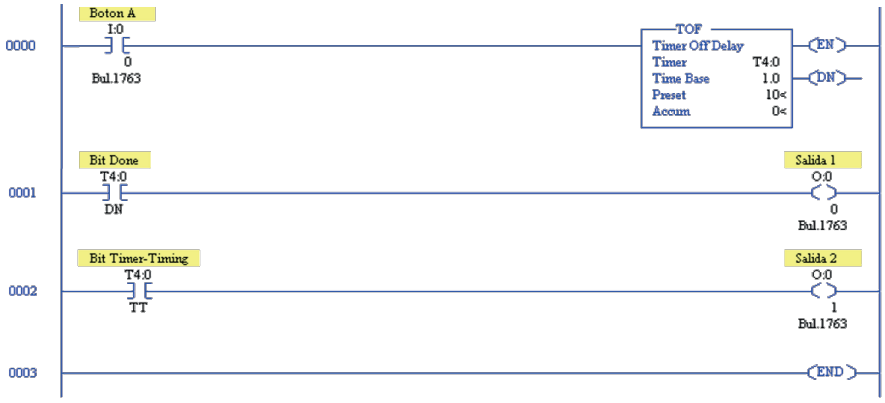


Figura 2-10: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0=0	Temporizador TOF	T4:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. DN	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. TT	Bobina (OTE)	O:0.0/1

Tabla 2.6: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



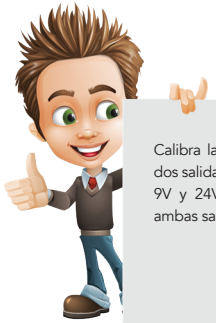
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



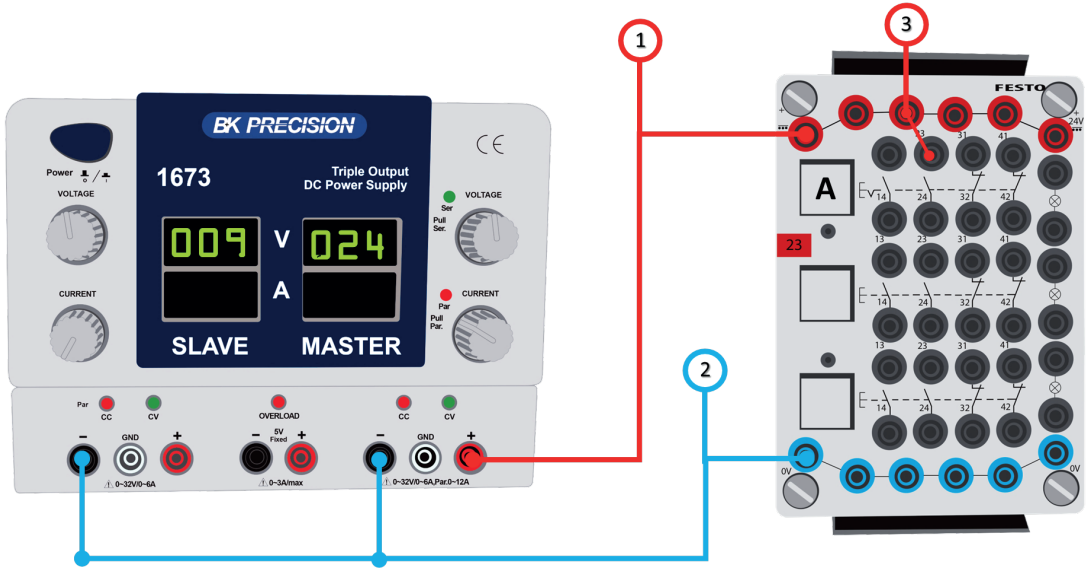
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





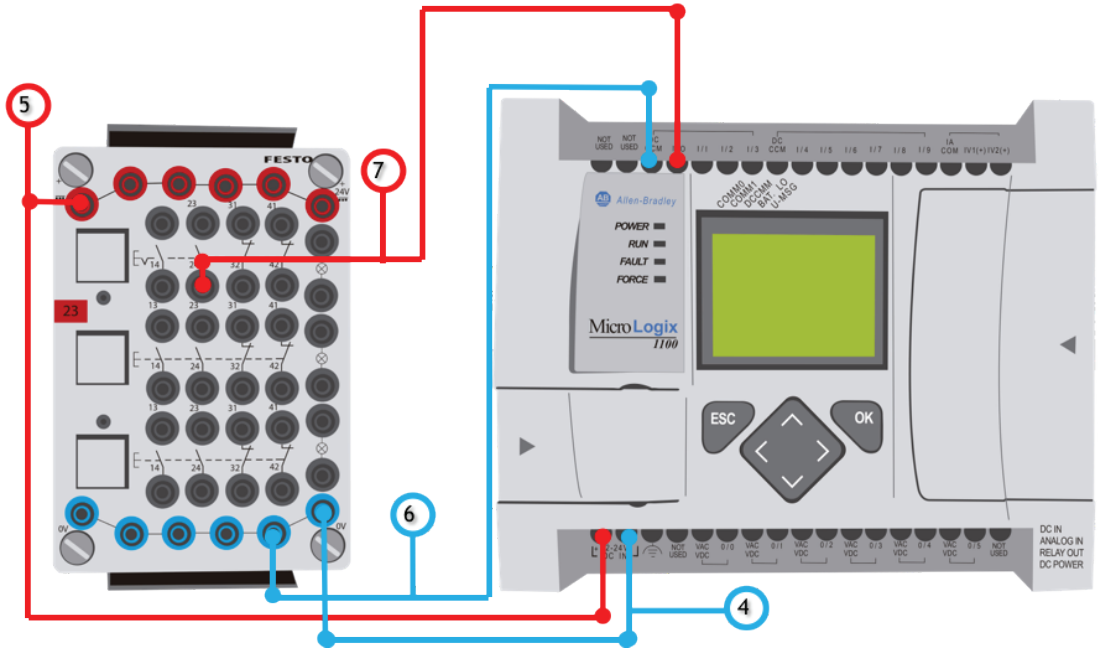
Cableado de botonera a PLC



4.- Tierra para DC Com 1.
5.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
6.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
7.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

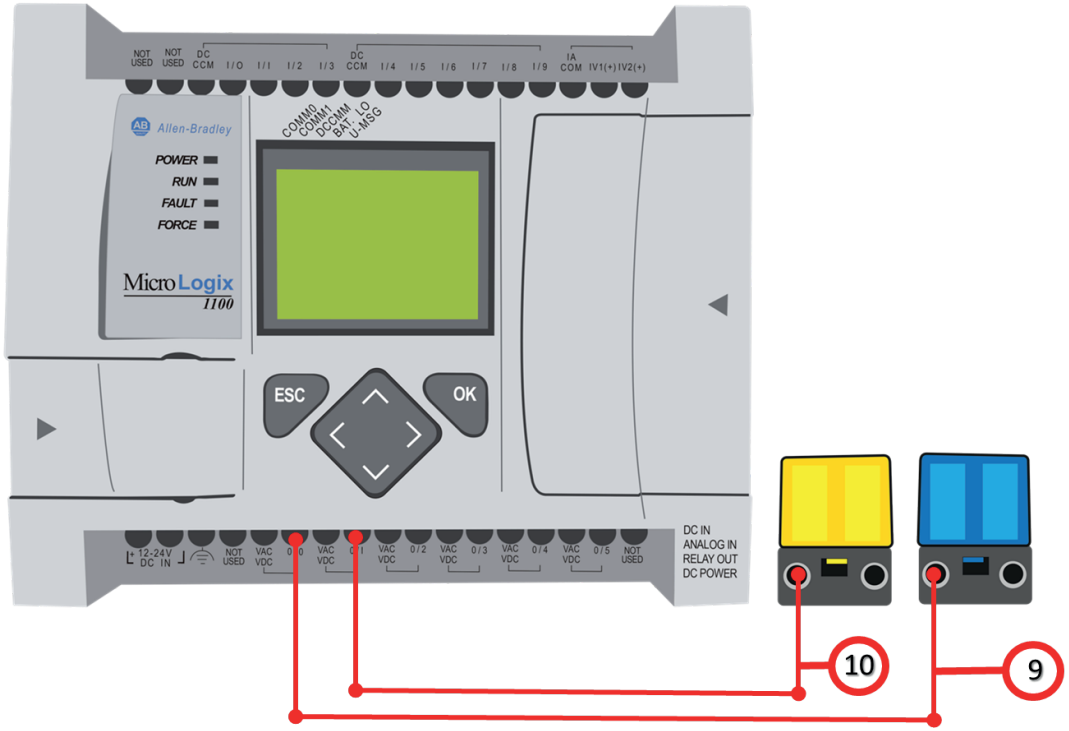




Cableado de PLC a salidas externas

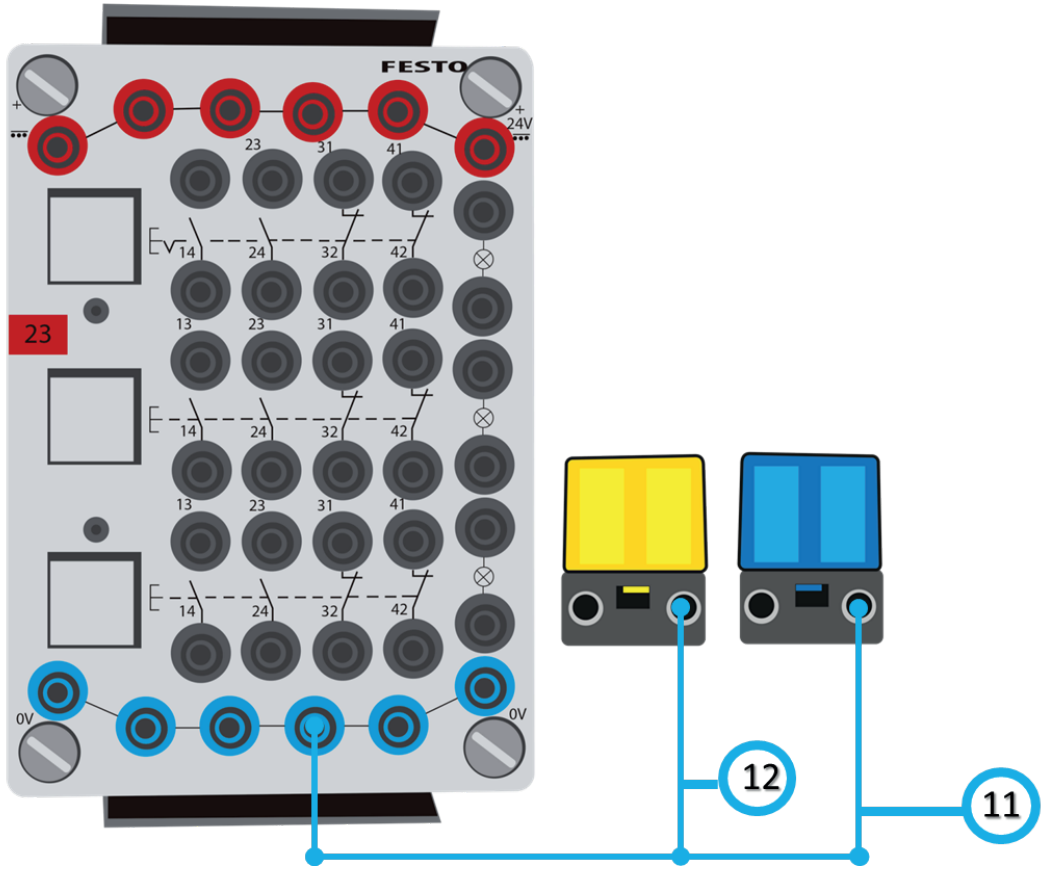


9.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

11.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
12.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





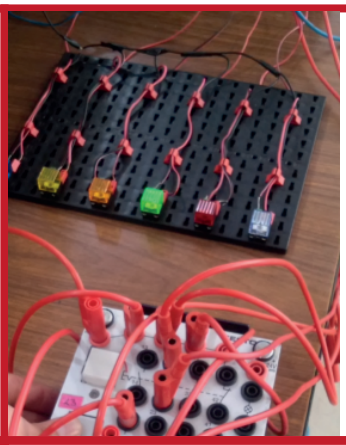
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



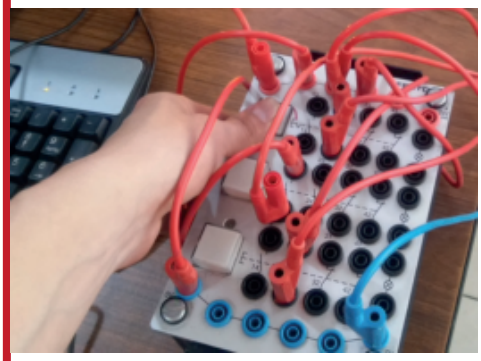
Puesta en marcha y representación física



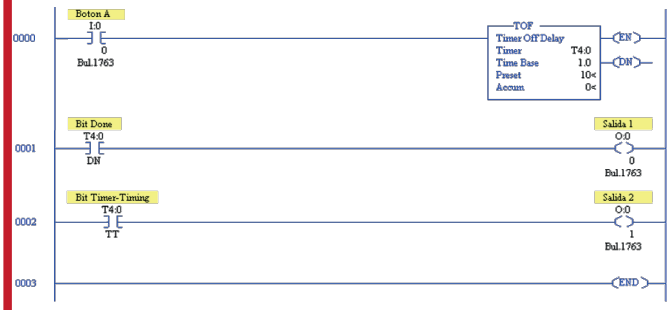
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



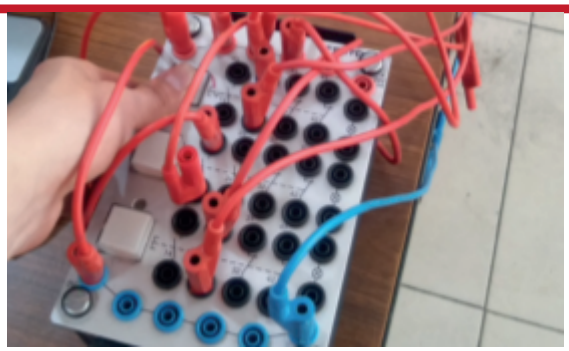
3 Presiona el botón "A"



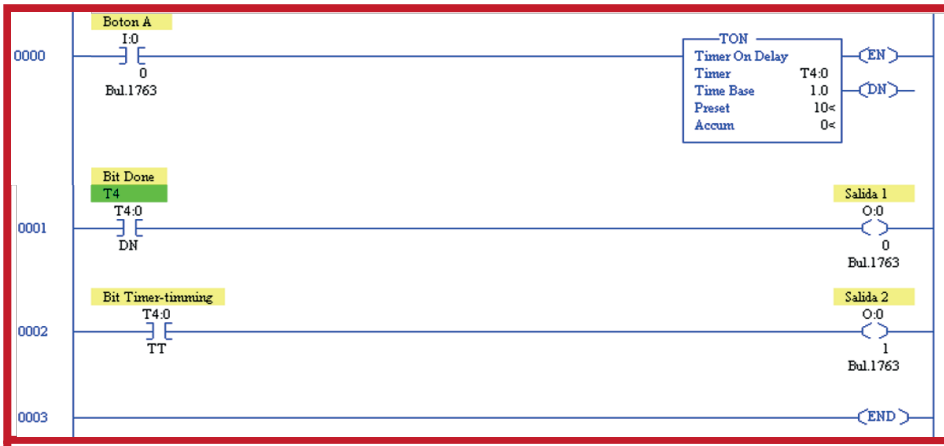
4 Observa el contacto "A" activarse



5 Mira la lámpara 2 se enciende cada vez que el temporizador se enciende

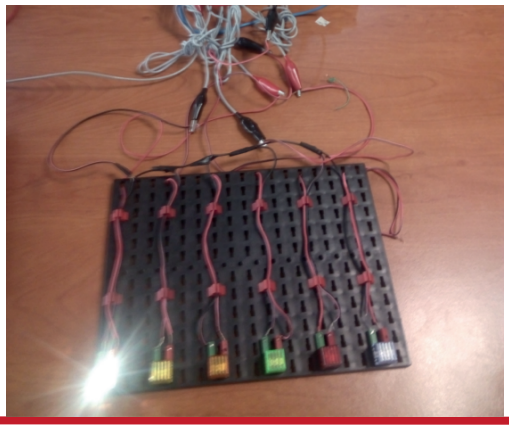


6 No te olvides de soltar el botón "A", de contrario el temporizador no se activará



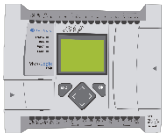
7

Observa que el contacto T4:O.DN se cerró y que la salida 1 se activo



8

La lámpara 1 se activa



Programación en RSLogix 5000



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 2.7 se muestran las direcciones para este programa.

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador TOF.

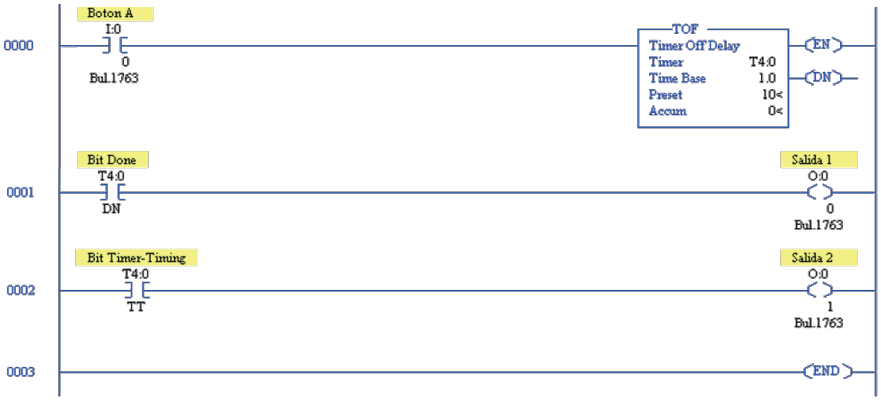


Figura 2-11: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón A" Local:2:I.Data.0	Temporizador TOF	Timer: Temporizador_1 Preset: 10000 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.DN	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local:1:O.Data.0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.TT	Bobina (OTE)	"Salida_2" Local: 1: O.Data:1

Tabla 2.7: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



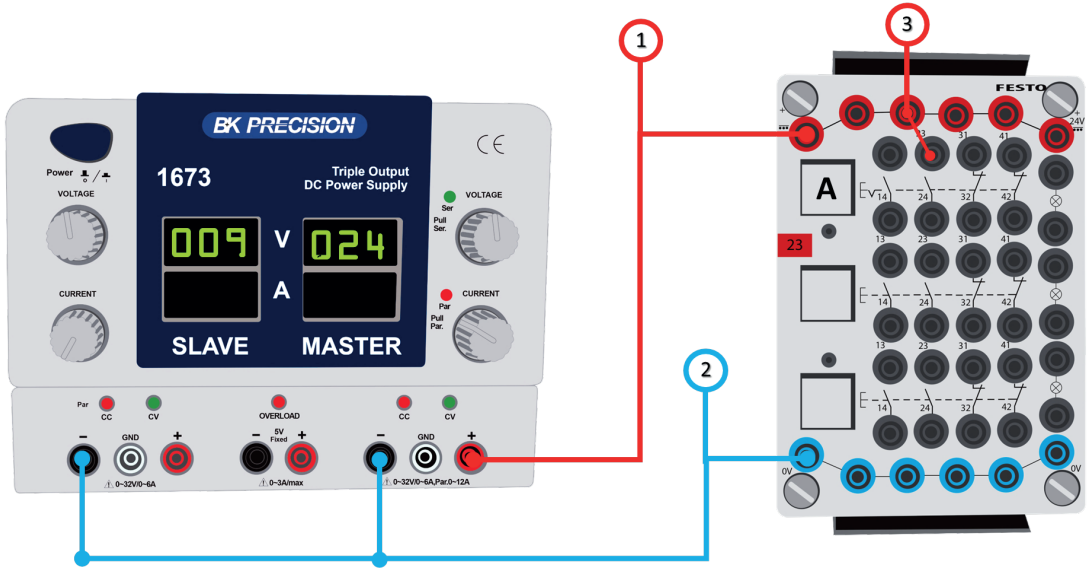
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





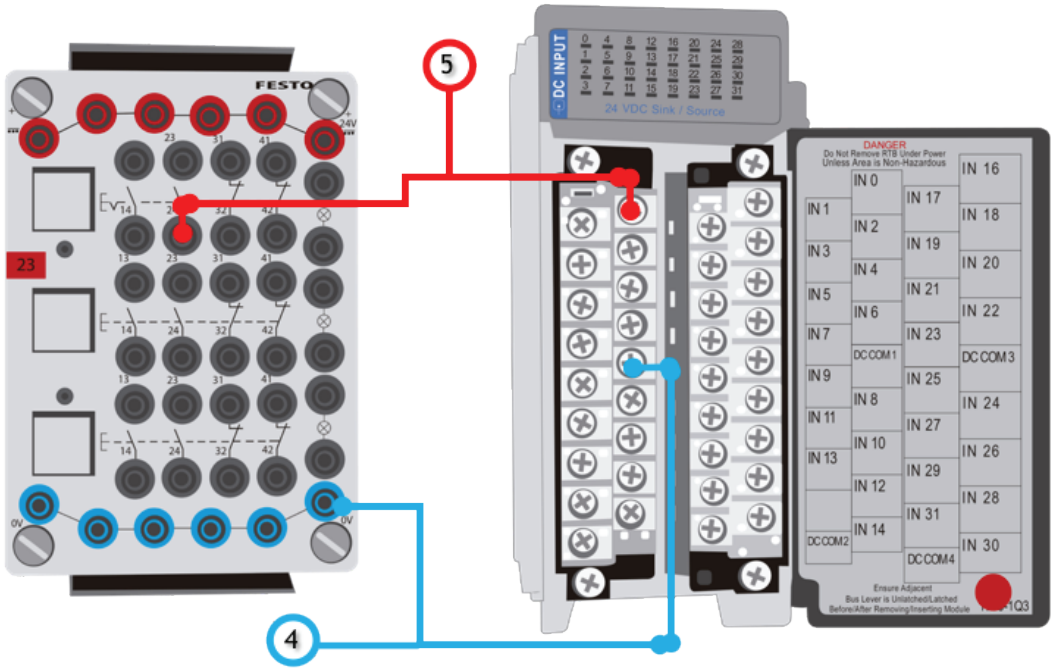
Cableado de botonera a módulo de entradas



4.- Tierra para DC Com 1.
5.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

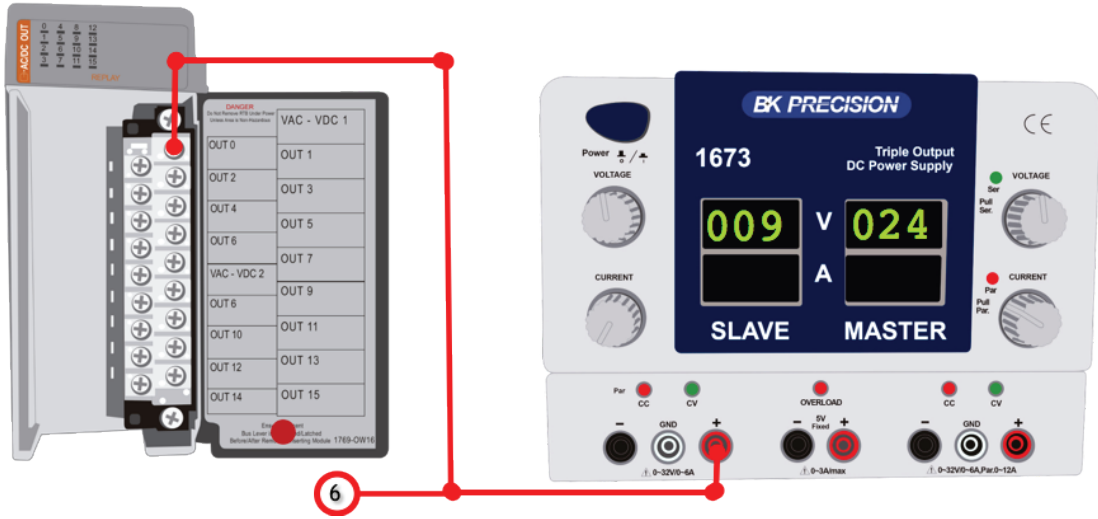




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



6.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

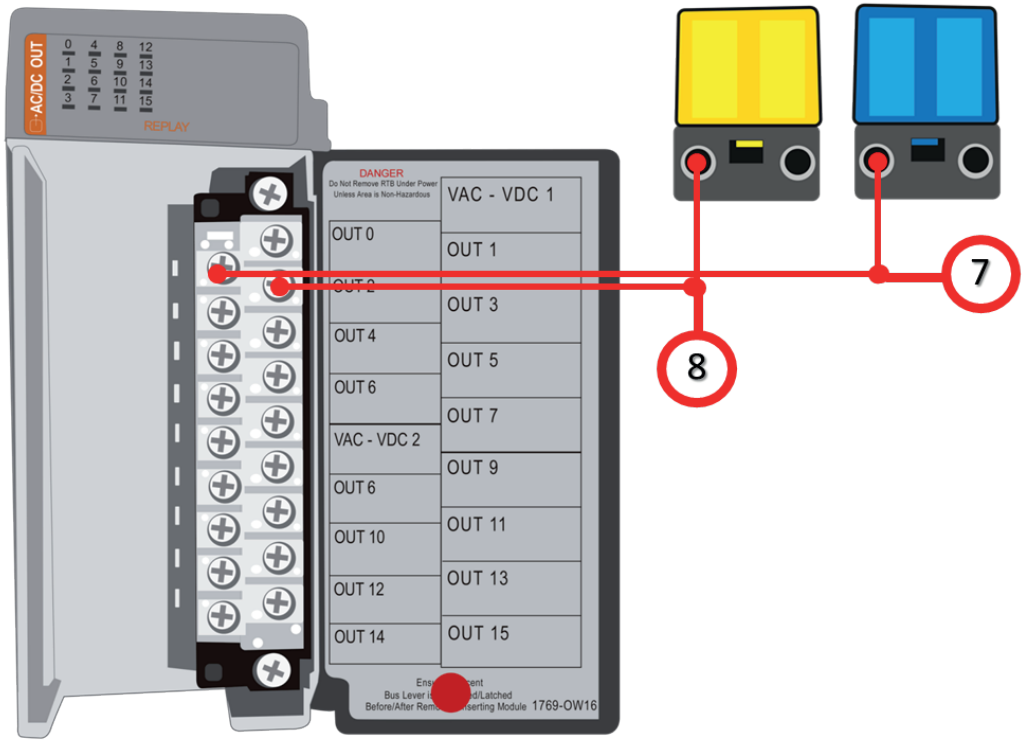




Cableado de módulo de salidas a actuadores

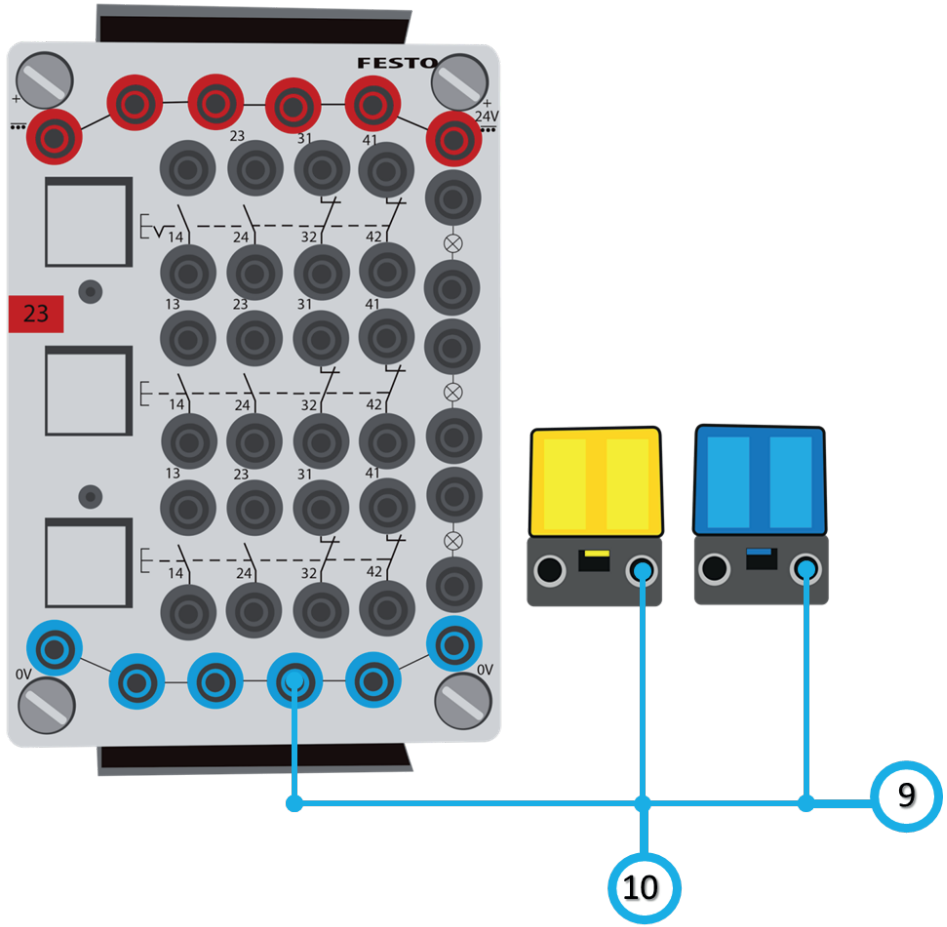


7.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
8.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

9.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
10.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





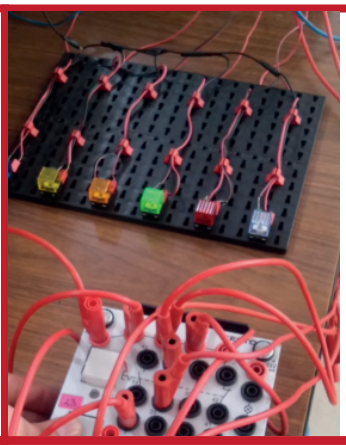
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



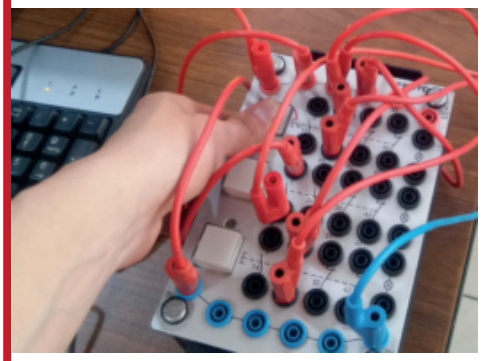
Puesta en marcha y representación física



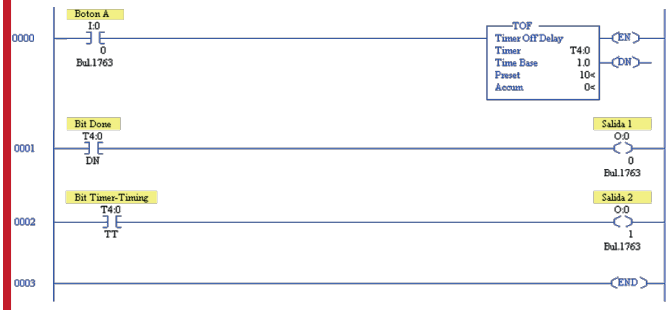
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



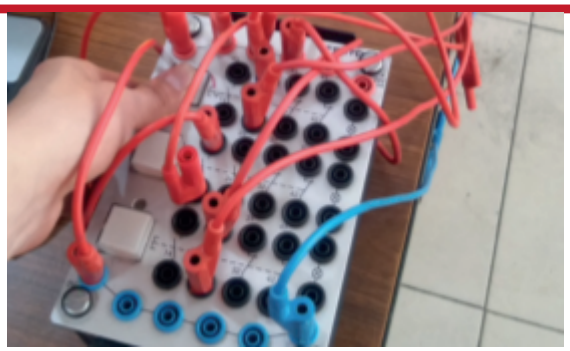
3 Presiona el botón "A"



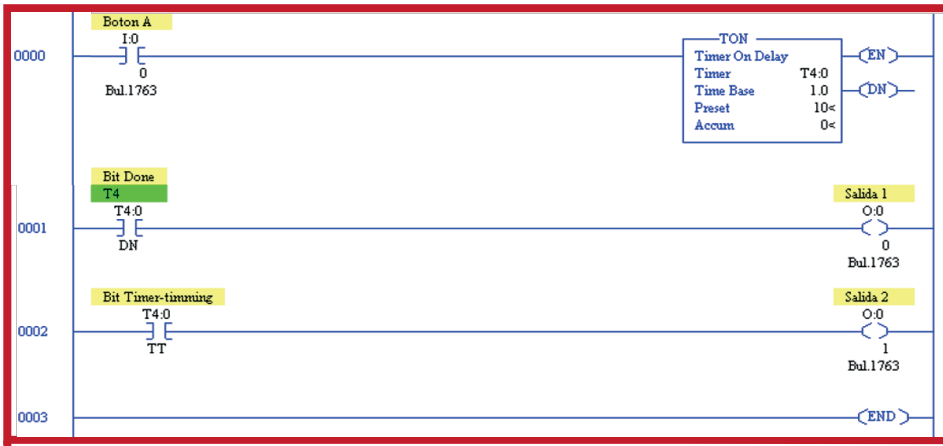
4 Observa el contacto "A" activarse



5 Mira la lámpara 2 se enciende cada vez que el temporizador se enciende

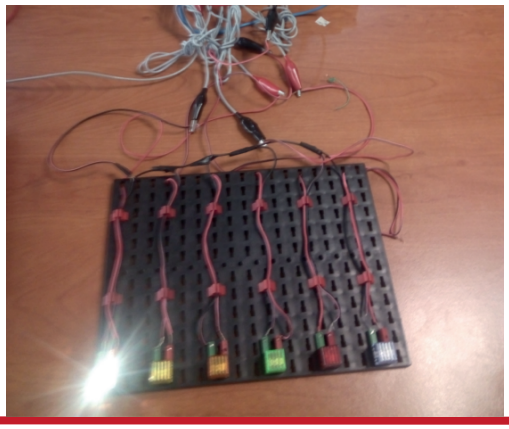


6 No te olvides de soltar el botón "A", de contrario el temporizador no se activará



7

Observa que el contacto T4:O.DN se cerró y que la salida 1 se activo



8

La lámpara 1 se activa



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Cuando hay continuidad en el escalón 0?

2.- ¿Qué bits reaccionan inmediatamente cuando el escalón 0 tiene continuidad?

3.- Desde el instante que los registros .EN y .TT se activan, ¿Cuándo tardan en este estado? ¿Y qué pasa después que estos se desactivan?



Experimento 3



Pista 55

Funcionamiento del temporizador RTO

En este tercer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador con retención y sus registros.

Descripción del experimento



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 2 bombillas incandescentes.

El diagrama en escalera contendrá:

- Una instrucción de temporizador RTO: T4:0.
- Tres contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, T4:0.DN, y T4:0.TT.
- Dos bobinas (OTE): O:0.0/0, y O:0.0/1.
- Una instrucción de reseteo.

El programa realizará lo siguiente:

1.-Mientras I:0.0/0 este desactivado, ambas bobinas O:0.0/0, y O:0.0/1 están desactivadas.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

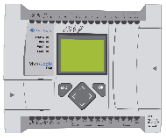
2.- Siempre que I:0.0/0 este activado, los registros del temporizador EN, y TT se vuelven verdaderos. Durante este momento el temporizador está activado midiendo el tiempo (es por eso que el registro TT es verdadero y la bobina O:0.0/1 también esta prendida). Así como también el acumulador ACC está avanzando una unidad por segundo.

Si la entrada I:0.0/0 se desactiva el acumulador retiene su valor, y al reanudar la activacion del temporizador retoma su conteo desde el valor en que paró.

3.- Tan pronto como el acumulador alcanza el valor del tiempo preestablecido (T4:0.ACC=T4:0.PRE=5) el registro TT se vuelve falso, la bobina O:0.0/1 se apaga, y los registros ACC y EN permanecen en verdadero.

Cuando el temporizador para su ciclo de funcionamiento,el registro DN se vuelve verdadero y la bobina O:0.0/0 se prende.

4.- Cuando la entrada I:0.0/0=0 es desactivada el escalon 0000 pierde continuidad lógica, pero es necesario hacer uso de una instrucción RES para reestablecer los valores iniciales de los registros y parametros del temporizador.



Programacion en RSLogix 500

Para este tercer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador RTO.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 2.8 se muestran las direcciones para este programa.



Figura 2-12: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Temporizador TON	T4:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. DN	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. TT	Bobina (OTE)	O:0.0/1
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Instrucción de reseteo	T4:0

Tabla 2.8: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



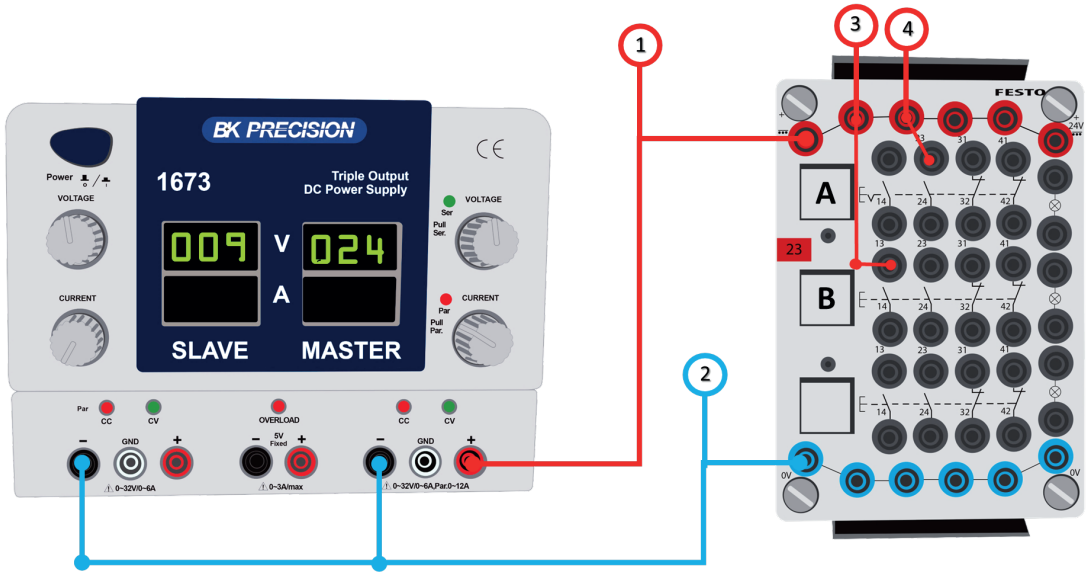
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.

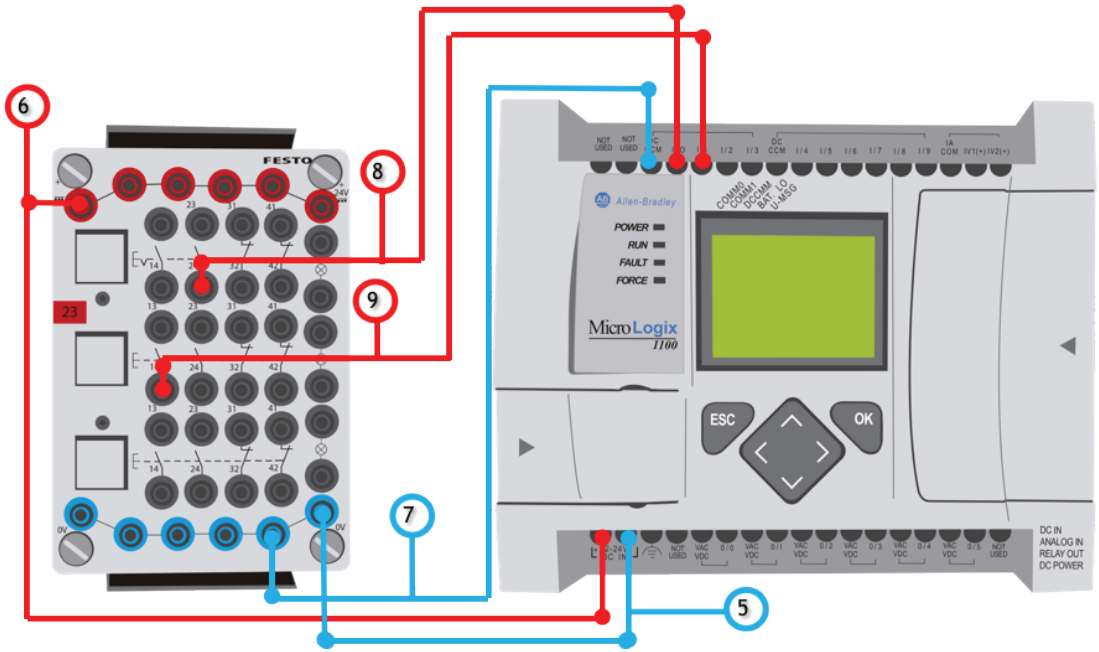




Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.

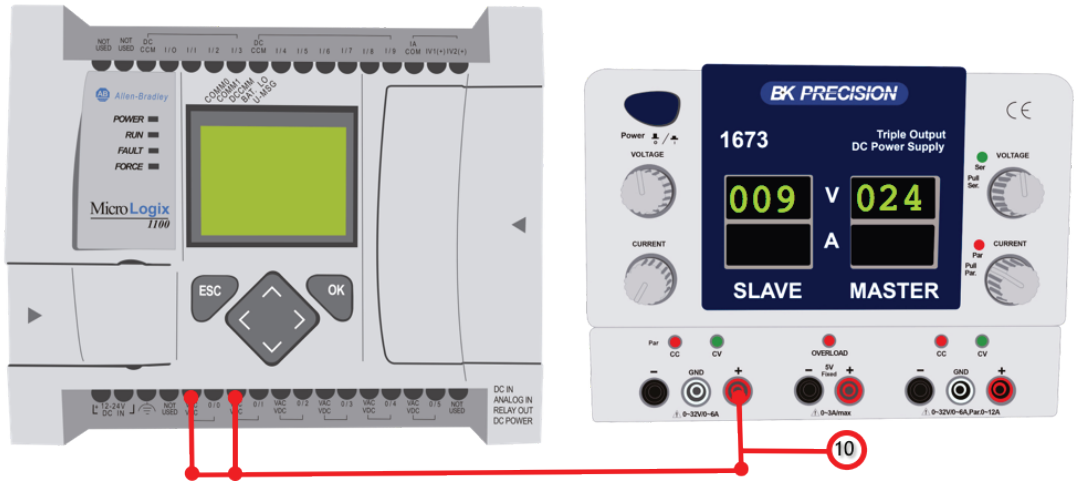




Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

Cableado de PLC a fuente de poder

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

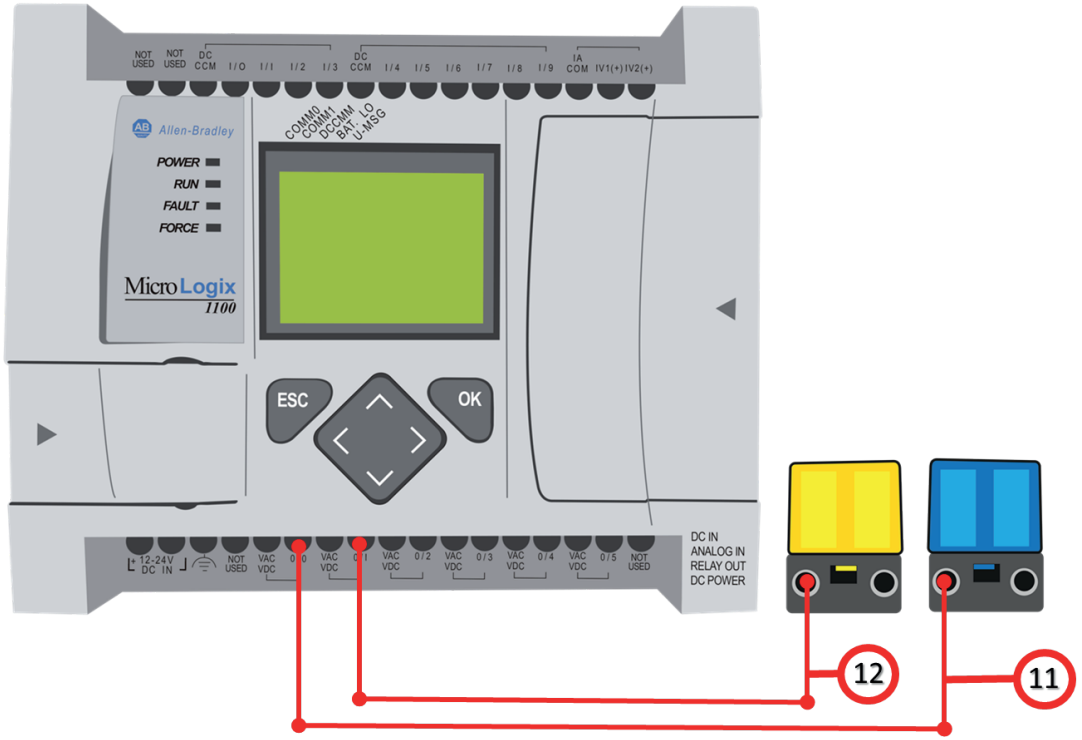




Cableado de PLC a salidas externas

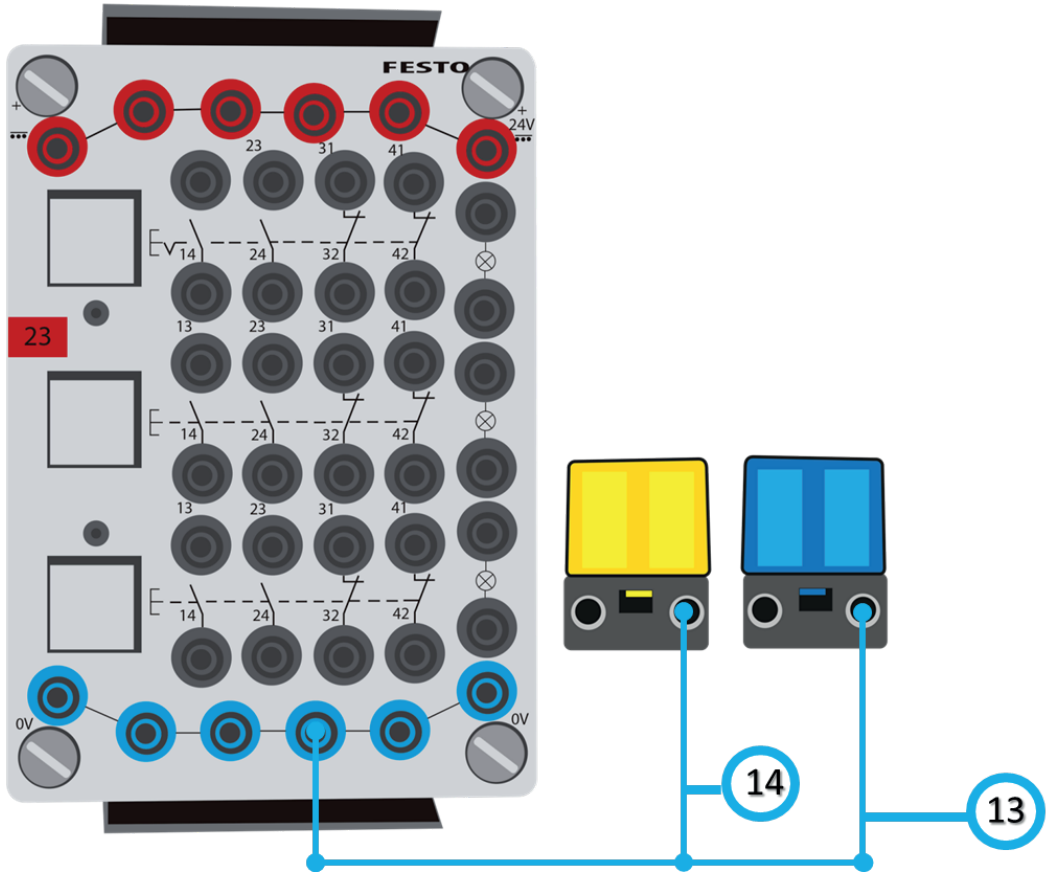


11.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

13.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



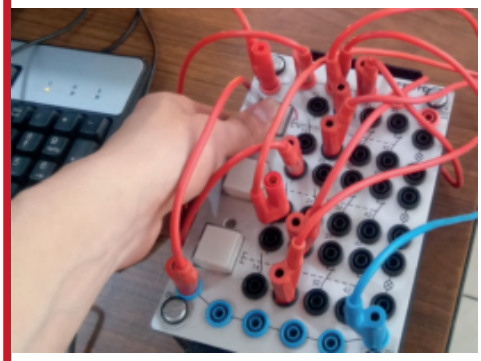
Puesta en marcha y representación física



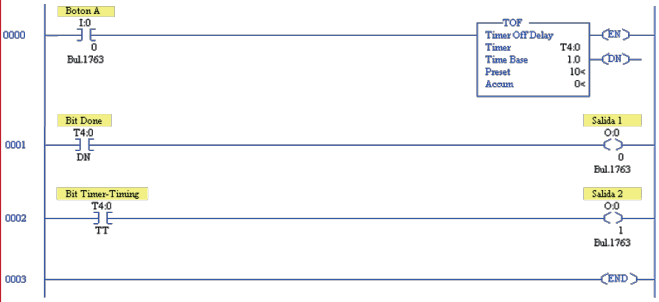
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



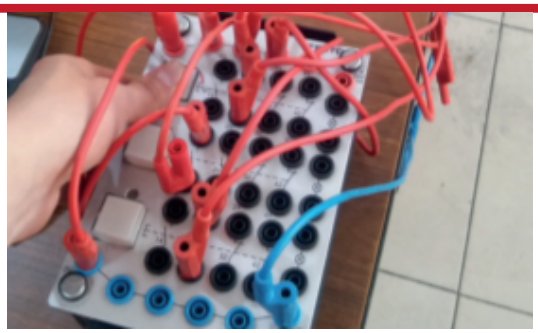
3 Presiona el botón "A"



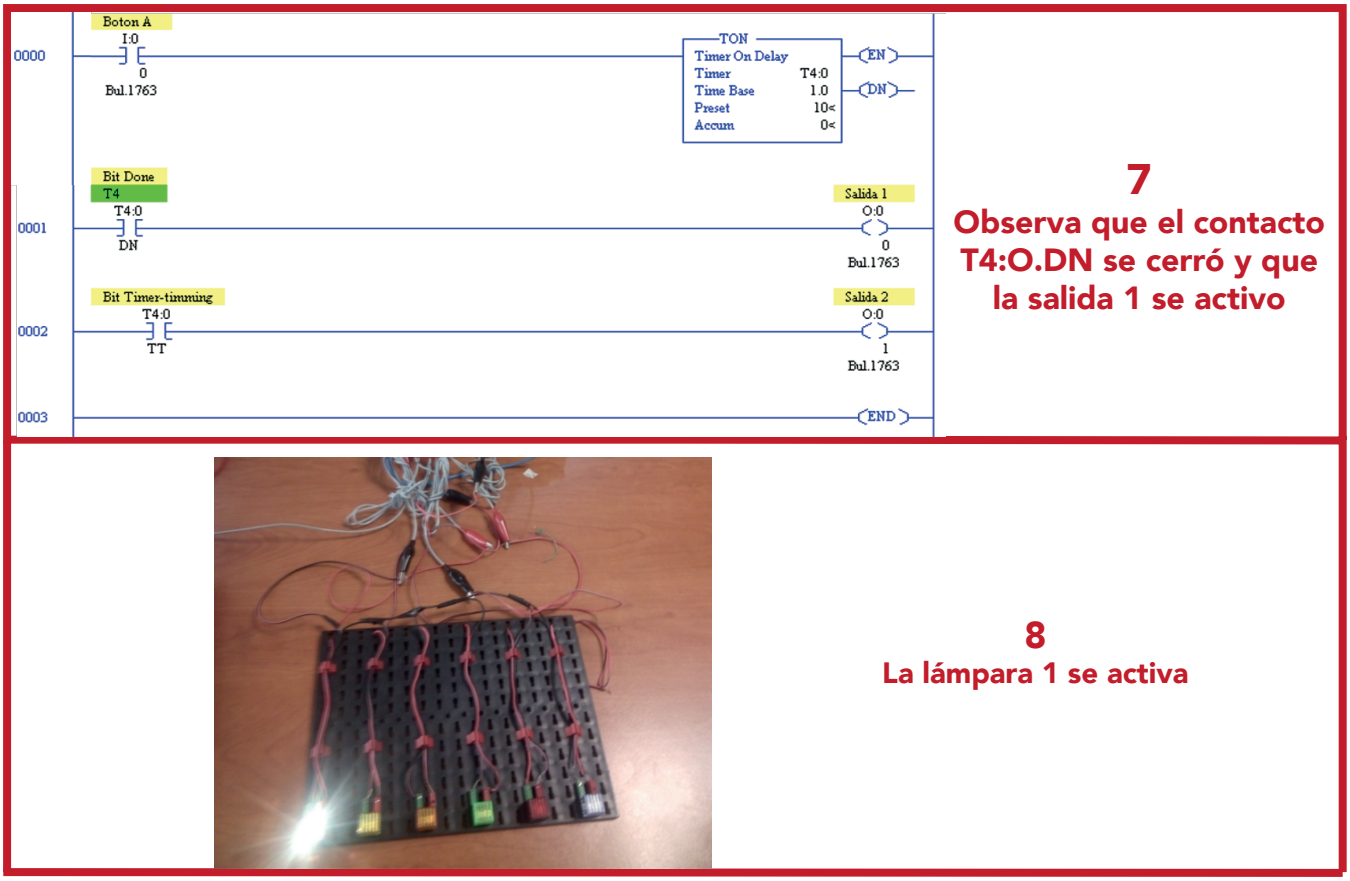
4 Observa el contacto "A" activarse



5 Mira la lámpara 2 se enciende cada vez que el temporizador se enciende



6 No te olvides de presionar y soltar el botón "A",para que observes como acumula el tiempo este temporizador

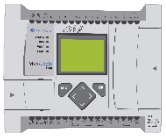


7

Observa que el contacto T4:O.DN se cerró y que la salida 1 se activo

8

La lámpara 1 se activa



Programación en RSLogix 5000



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 2.9 se muestran las direcciones para este programa.

Para este tercer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del temporizador RTO.



Figura 2-13: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local:2:I.Data.0	Temporizador TON	Timer: Temporizador_1 Preset: 10000 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.DN	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local:1:O.Data.0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.TT	Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_B" Local:2:I.Data.1	Instrucción de reseteo	Temporizador_1

Tabla 2.9: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



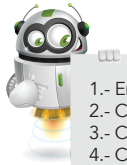
Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



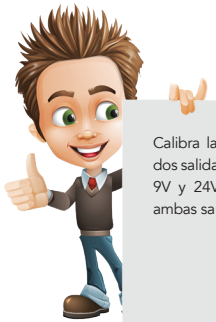
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



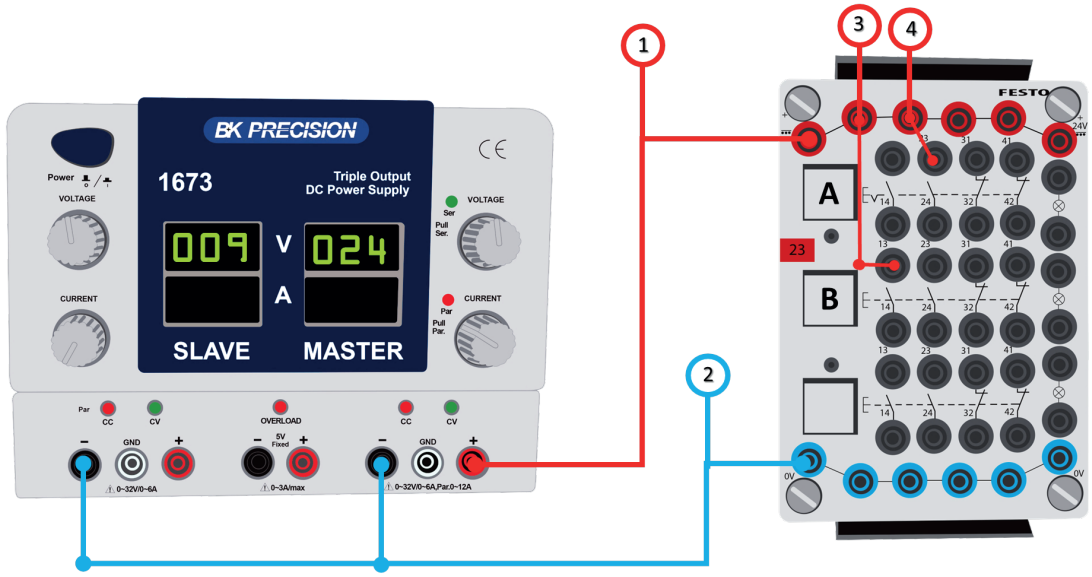
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





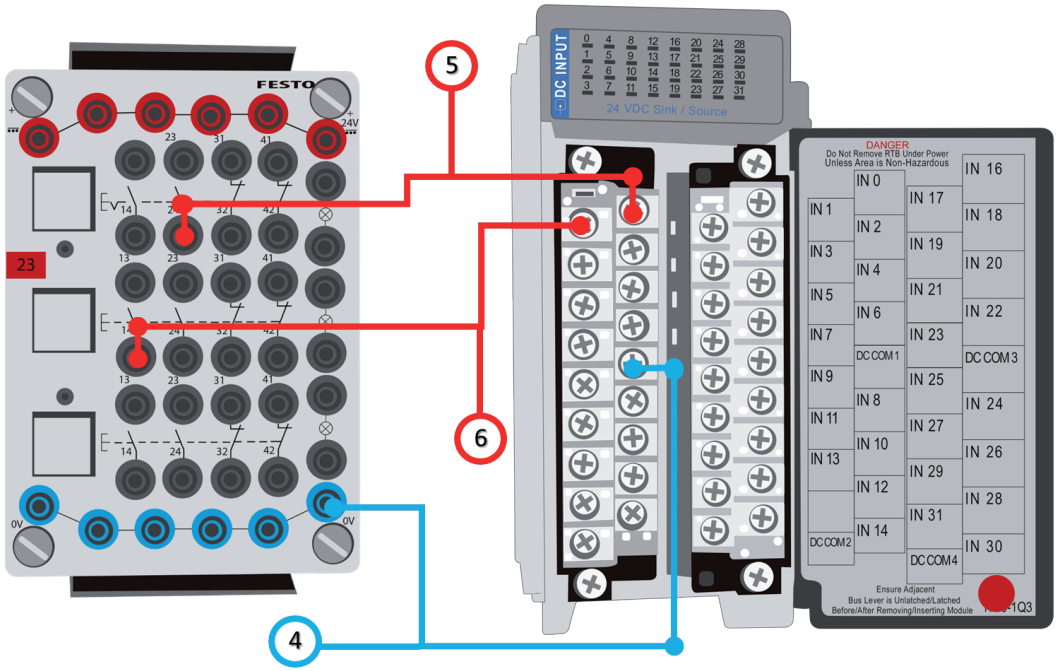
Cableado de botonera a módulo de entradas



4.-Tierra para DC Com 1.
5.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
6.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.



Recuerda:
Todas las tierras debe ir en un solo lugar.

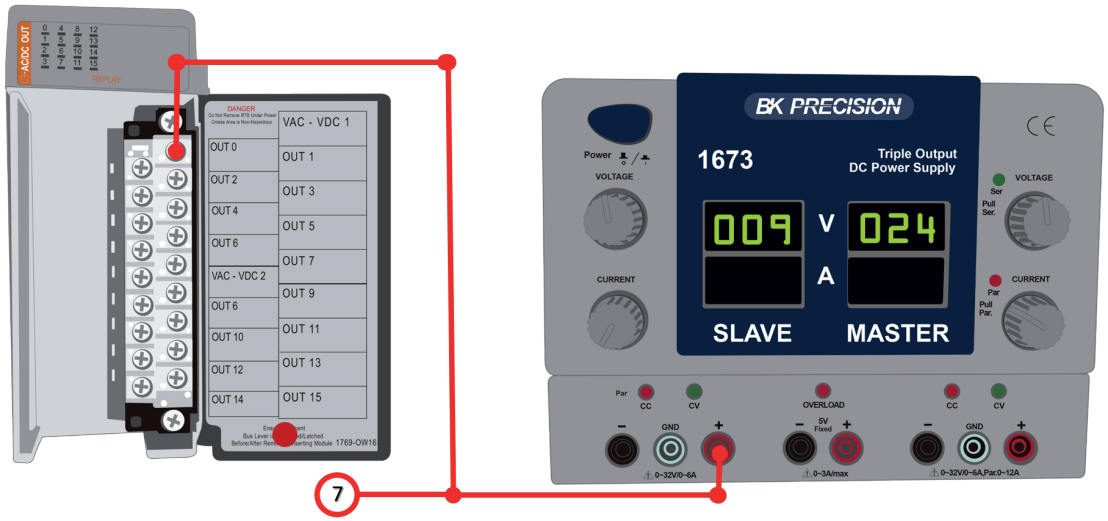




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



7.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

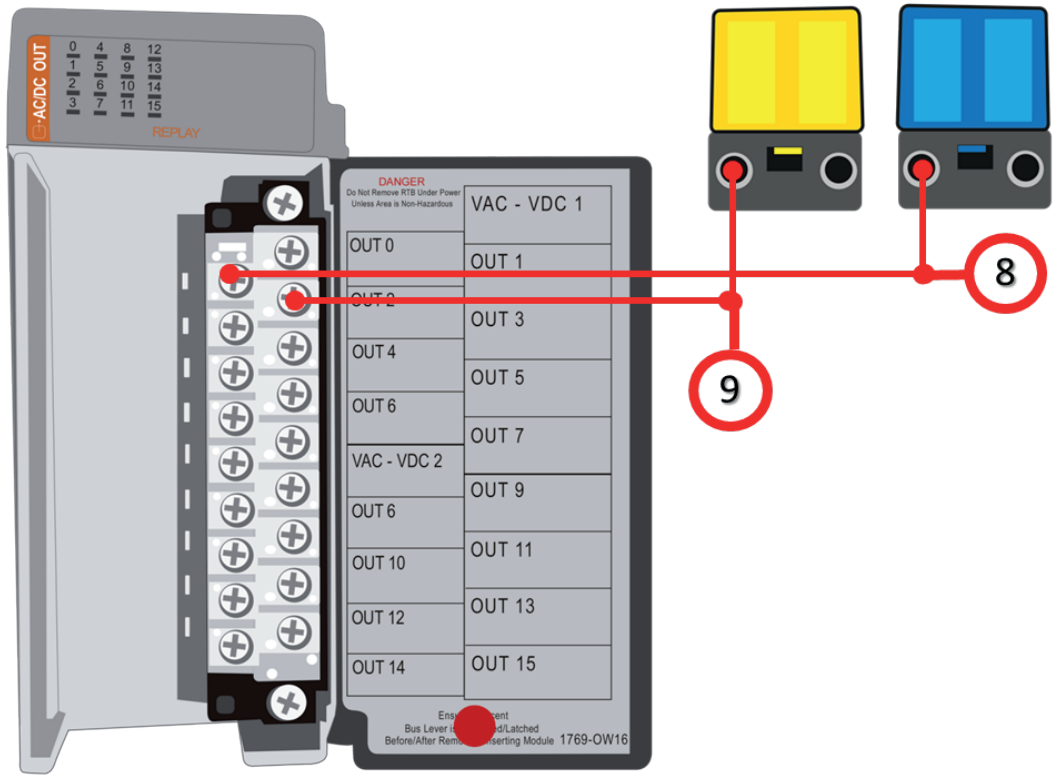




Cableado de módulo de salidas a actuadores

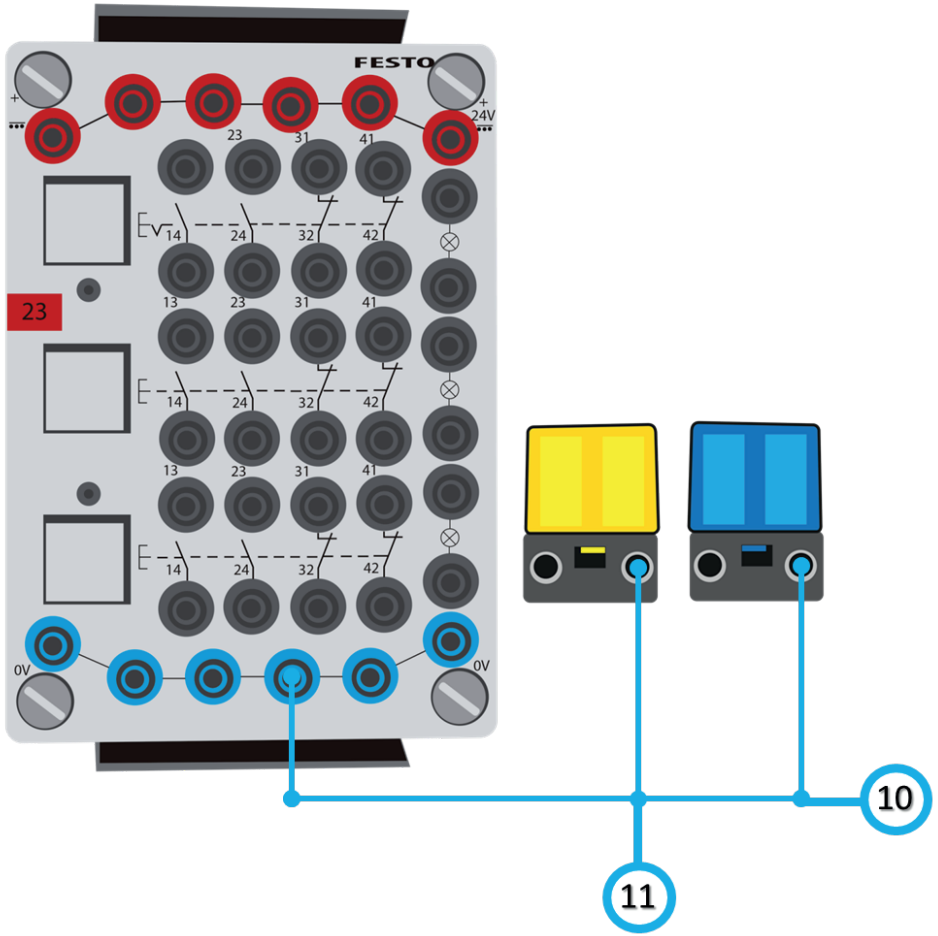


8.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
9.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

10.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
11.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



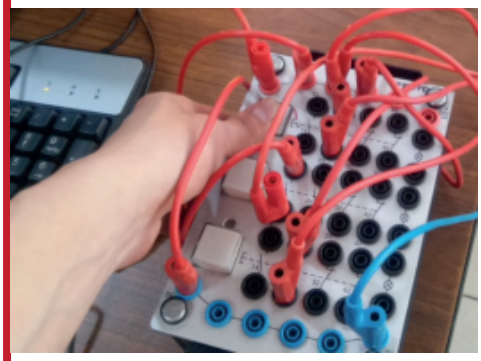
Puesta en marcha y representación física



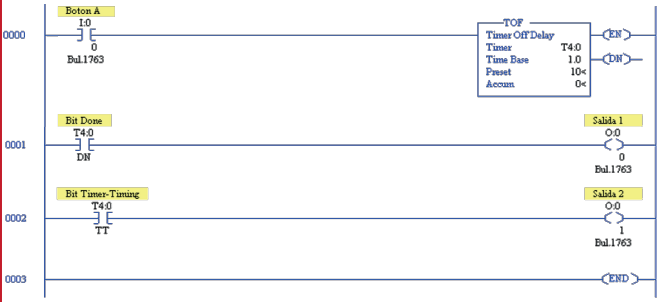
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



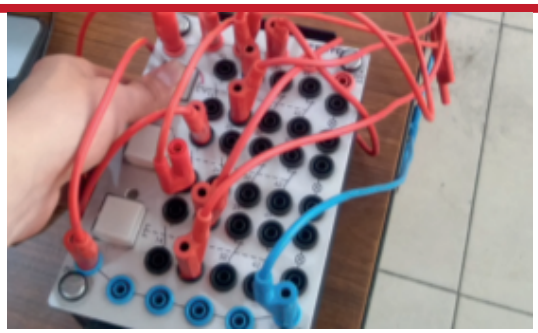
3 Presiona el botón "A"



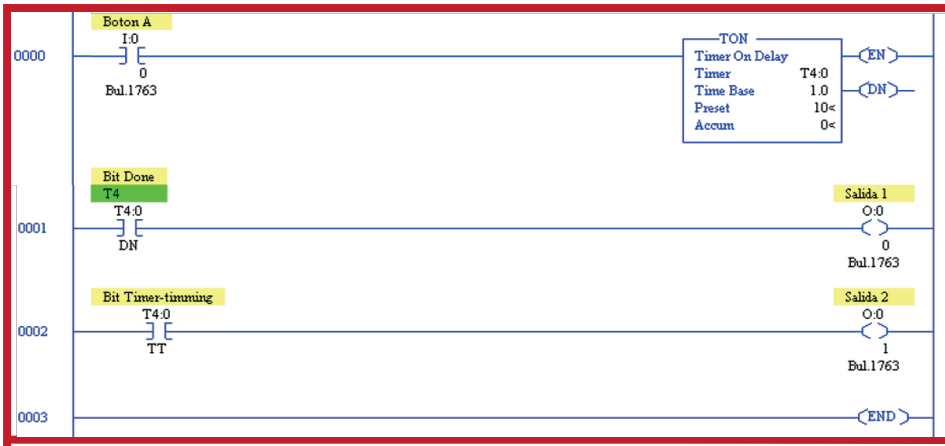
4 Observa el contacto "A" activarse



5 Mira la lámpara 2 se enciende cada vez que el temporizador se enciende

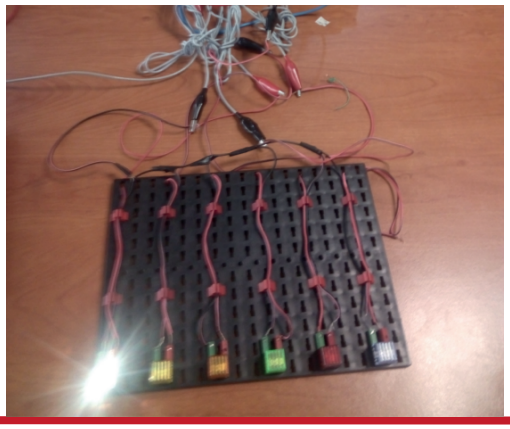


6 No te olvides de presionar y soltar el botón "A",para que observes como acumula el tiempo este temporizador



7

Observa que el contacto T4:O.DN se cerró y que la salida 1 se activo



8

La lámpara 1 se activa



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Cuando hay continuidad en el escalón 0?

2.- ¿Qué bits reaccionan inmediatamente cuando el escalón 0 tiene continuidad?

3.- ¿Qué sucede cuando el temporizador pierde continuidad?

4.- Desde el instante en que los registros .EN y .TT se activan, ¿Cuándo tardan en este estado? ¿Y qué pasa después que se desactivan?

Ejercicio guiado para temporizadores

Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Material didáctico para Temporizadores





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar tu imaginación, ejercitar la manipulación y construcción de sistemas, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

CONTADORES


Pista 59



Objetivos del capítulo

Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Describir la operación de los contadores ascendentes y descendentes.
- Analizar e interpretar diagramas en escalera que utilicen contadores.
- Conocer los parámetros necesarios para programar los contadores
- Programar salidas usando los registros de los contadores.



Pista 60

Contadores

Los **contadores** (en inglés Counters) son funciones de cómputo retentivas que permiten efectuar la cuenta de acontecimientos. La cuenta se puede programar en forma progresiva (ascendente) o regresiva (descendente).

El contador permite dos entradas, una para contar, y la otra para reestablecer el valor acumulado por medio de la función de reseteo.

Hay dos maneras de representar un contador dentro del programa en diagrama escalera de un PLC: como una bobina (figura 3-1) o como un bloque de instrucción (figura 3-2) (Petruzella, 2011).

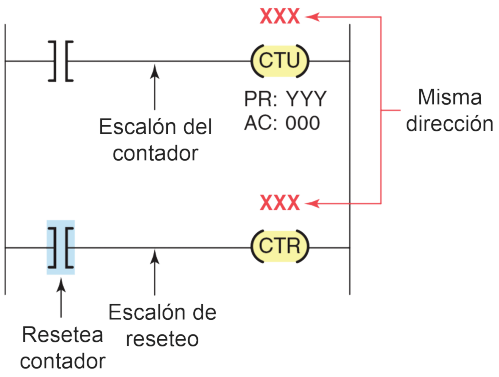


Figura 3-1: Instrucción de un temporizador en forma de bobina.
Fuente: (Petruzella 2011)

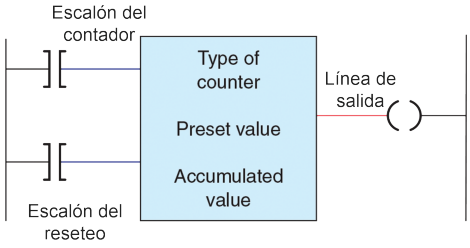


Figura 3-2: Instrucción de un temporizador en forma de bloque de función.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 61



Para saber más acerca del tipo de archivo que debe introducirse en la casilla Counter revisa el Apéndice E.

Parámetros de los contadores

En las instrucciones de contador se pueden encontrar 3 parámetros:

- **Número de contador (Counter):** Este número nombra al contador.
- **Valor del contador preestablecido (Counter Preset value):** Representa cuenta que debe alcanzar la instrucción del contador. El número es almacenado de forma binaria.
- **Valor acumulado (Accumulated value):** Indica el valor del contador alcanzado hasta ese momento. Este valor sigue contando a pesar de que alcance el valor preestablecido.



Ejemplo:
Si se requiere que la salida del contador se active a la cuenta de cincuenta, se debe introducir en la casilla "Preset" el valor 50.



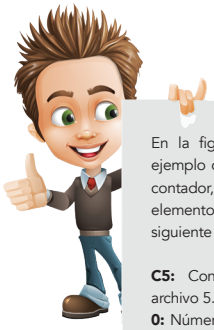
Pista 62

Funcionamiento de un contador

Un contador incrementa o decrece su valor acumulado en una unidad cada vez que el escalón donde se encuentra tiene continuidad. Cuando el valor acumulado es igual al valor preestablecido, la salida del contador se activa, cambiando su valor de cero a uno (Fattahzadeh, 2010).



Pista 63



En la figura 3-3 se muestra un ejemplo de una dirección para un contador, en la cual sus registros y elementos se describen de la siguiente manera:

C5: Contador con número de archivo 5.
0: Número de contador utilizando en el programa.
C5:0/CD o C5:0/CU: Es la dirección para el bit EN del contador.
C5:0/DN: Es la dirección para el bit DN del contador.
C5:0/OV: Es la dirección para el bit OV del contador.
C5:0/UN: Es la dirección para el bit UN del contador.

Programación general de un contador

Normalmente, el contador se puede encontrar en un PLC como un archivo del tipo C5. Cada contador está compuesto de 3 "palabras" (words) de 16 bits cada una. Cada uno de estos elementos comparte la misma dirección, la cual es la dirección del contador.
Para cada contador corresponde ciertos elementos de control, a los cuales también se les conoce como registros o bits de control. Estos se localizan en la primera palabra, de las tres que este tiene: **palabra de control**, palabra de valor acumulado, palabra de valor preestablecido (Petruzella, 2011).
Los registros que contiene la palabra de control son los siguientes:

Bit Count-up (CU) Enable: Este bit es usado con el contador ascendente y se activa cada vez que el contador también lo hace. Y es desactivado cada vez que el contador lo está.

Bit Count-down (CD) Enable: Este bit es usado con el contador descendente y se activa cada vez que el contador también lo hace. Y es desactivado cuando el contador igualmente apagado.

Bit Done (DN): Este bit se cambia a estado verdadero cuando el valor acumulado es igual o mayor al preestablecido en el contador.

Bit Overflow (OV): Este bit cambia a verdadero cuando el contador ha pasado su valor máximo, el cual es 32,767. Alcanzado este valor, el contador cuenta de 32,768 a 0.

Bit Underflow (UN): Este bit es verdadero cuando el contador se encuentra por debajo del valor de 32,767.

Bit Accumulator Update: Este bit es usado solo con un contador de alta velocidad.

Tipo de contadores



Aunque cada fabricante puede representar contadores de manera diferente en un diagrama escalera, la mayoría operan de una manera similar.

De forma general, hay 2 tipos de contadores (figura 3-4) y una instrucción de reseteo:

- **Contador ascendente**
- **Contador descendente**
- **Función RES (Reset)**

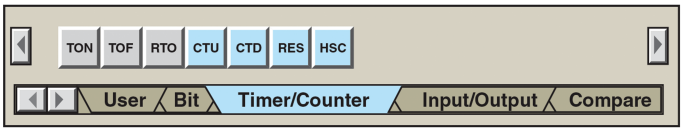


Figura 3-4: Barra de herramientas para seleccionar temporizadores y contadores.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 65

Contador ascendente

El contador ascendente (figura 3-5) es una instrucción con una salida, cuya función es incrementar en una unidad su valor acumulado hasta un determinado valor establecido, momento en el cual mandará una señal para activar el bit done (DN) (Petruzella, 2011).

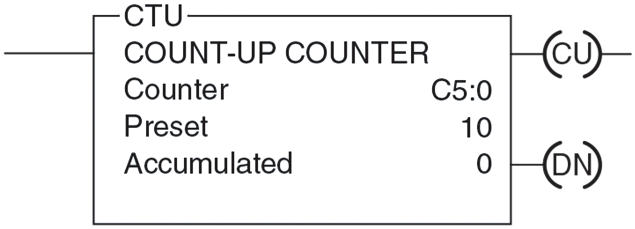


Figura 3-5: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)

Comportamiento de los registros del contador ascendente CTU

A continuación, se muestra el cambio de estado de los registros durante el funcionamiento del contador ascendente CTU.

El registro Count-up (CU) Enable se activa siempre y cuando haya continuidad en el escalón donde se encuentre el contador. Esta continuidad debe ser momentánea, para que así el contador pueda terminar su ciclo correctamente.

Tabla 2-1 Comportamiento de los registros del temporizador TON

Nombre del registro o bit	Estado del bit cuando la instrucción es verdadera	Estado del bit cuando la instrucción es falsa	Estado del bit cuando el valor del acumulador está cambiando	Estado del bit cuando el valor del acumulador alcanza el valor preestablesido	Estado del bit cuando el acumulador está por debajo de 32,767.	Estado del bit cuando el acumulador está por encima de 32,767.
Enable (CU)	Verdadero (I)	Falso(0)	Verdadero (I)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)
Done (DN)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Verdadero (I)
Bit Overlow (OV)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)
Bit Underflow (UN)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)	Falso(0)



Pista 66

Contador descendente

El contador descendente (figura 3-6) es una instrucción con una salida, cuya función es restar en una unidad su valor acumulado, hasta un determinado valor preestablecido, momento en el cual mandará una señal para activar el bit done (DN) (Petruzella, 2011).

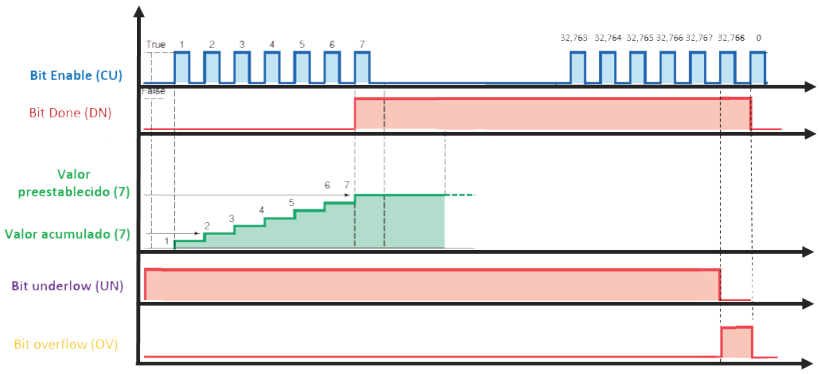


Figura 3-6: Comportamiento de los registros durante la activación del contador CTU
Fuente: (Petruzella 2011)

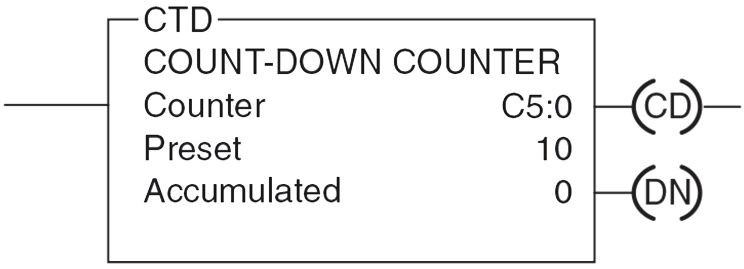


Figura 3-7: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 63 a la 68.
RSLogix 5000: De la página 104 a la 109.

Comportamiento de los registros del contador descendente CTD

A continuación, se muestra el cambio de estado de los registros durante el funcionamiento del contador ascendente CTD.
El registro Count-down (CD) Enable se activa siempre y cuando haya continuidad en el escalón donde se encuentre el contador. Esta continuidad debe ser momentánea, para que así el contador pueda terminar su ciclo correctamente.

Tabla 2-2 Comportamiento de los registros del Dontador Descendente

Nombre del registro o bit	Estado del bit cuando la instrucción es verdadera	Estado del bit cuando la instrucción es falsa	Estado del bit cuando el valor del acumulador está cambiando	Estado del bit cuando el valor del acumulador alcanza el valor preestablesido	Estado del bit cuando el acumulador está por debajo de 32,767.	Estado del bit cuando el acumulador está por encima de 32,767.
Enable (CU)	Verdadero (I)	Falso(0)	Verdadero (I)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)
Done (DN)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)	Verdadero (I)	Verdadero (I)
Bit Overlow (OV)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)
Bit Underflow (UN)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Falso(0)	Verdadero (I)	Falso(0)

Bibliografía

Fattahzadeh, S. (2010). Programming Allen Bradley PLCs using RSLogix 500 software. Ebook.

Green, C. (2015). Learn how to program and troubleshoot ladder logic. eUniversity.

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.



Experimento 1



Pista 67

Funcionamiento del contador CTU

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador ascendente y sus registros.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 3 bombillas incandescentes.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contendrá:

- Una instrucción de contador CTU: C5:0.
- Cinco contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1.
- C5:0.DN, C5:0.OV, C5:0.CU.
- Tres bobinas (OTE): O:0.0/0, O:0.0/1, O:0.0/2.
- Una instrucción de reseteo (RES): C5:0.

El programa realizará lo siguiente:

1.- Cada vez que el contacto I:0.0/0 se abre y se cierra, el Cotador recibirá un pulso que pondrá el registro CU y la bobina O:0.0/2 en alto el tiempo que dure el pulso.

2.- Al mismo tiempo que sucede lo anterior, el acumulador aumenta en una unidad su cuenta.

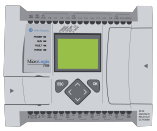
3.- Tan pronto como el acumulador alcanza el valor de la cuenta preestablecido (C5:0.ACC=C5:0.PRE=4) el registro DN y la bobina O:0.0/0 se ponen en alto.

4.- El contador puede seguir acumulando si se le sigue enviando pulsos. Puede llegar a acumular la cuenta de 32 767. Y al llegar a este número el registro OV se volverá uno (o verdadero), y activará la bobina.

5.- Para resetear el programa es necesario cerrar el contacto I:0.0/1 para activar la instrucción de salida RES.

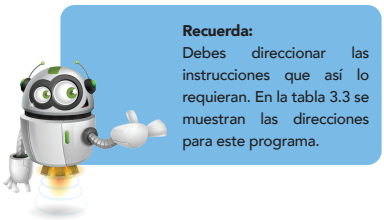


Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.



Programacion en RSLogix 500

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador CTU.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 3.3 se muestran las direcciones para este programa.

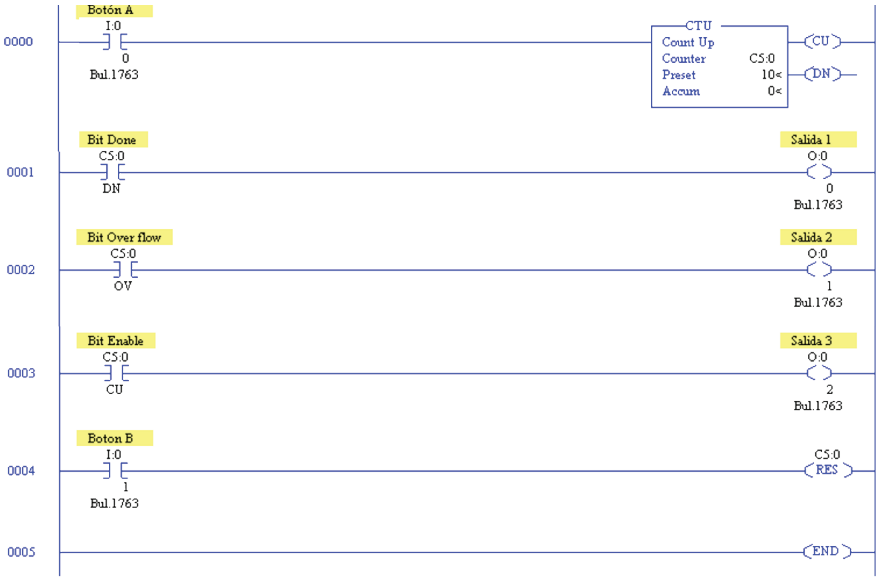


Figura 3-8: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Contador CTU	C5:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	C5:0. DN	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	C5:0. OV	Bobina (OTE)	O:0.0/1
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	C5:0.CU	Bobina (OTE)	O:0.0/2
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Instrucción de salida RES	C5:0

Tabla 3.3: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



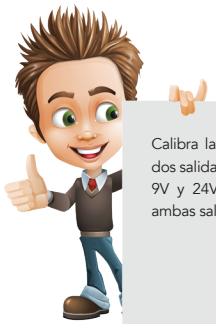
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



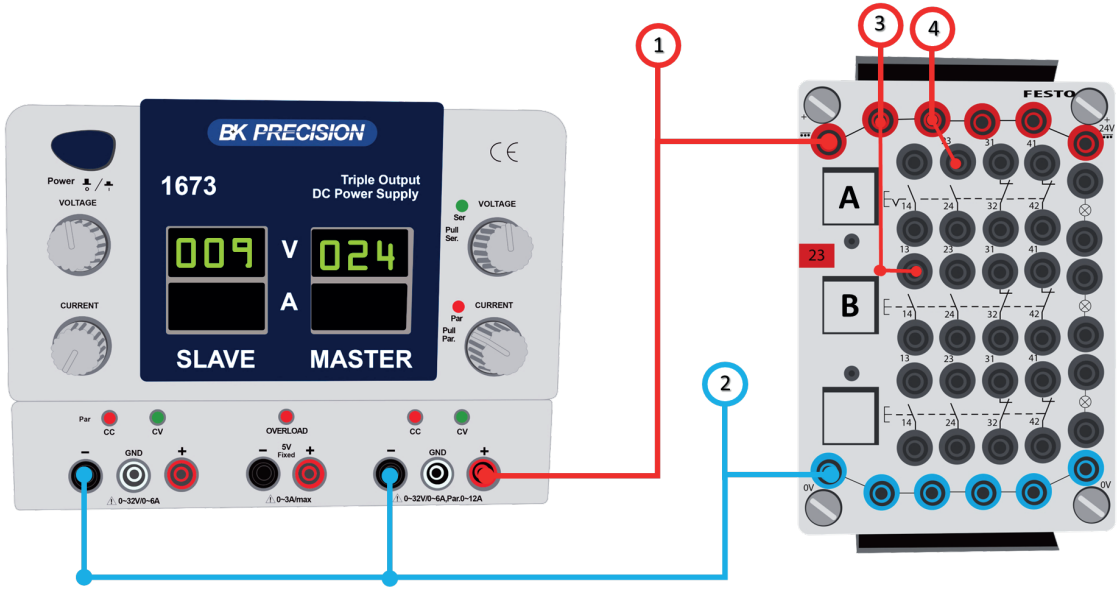
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





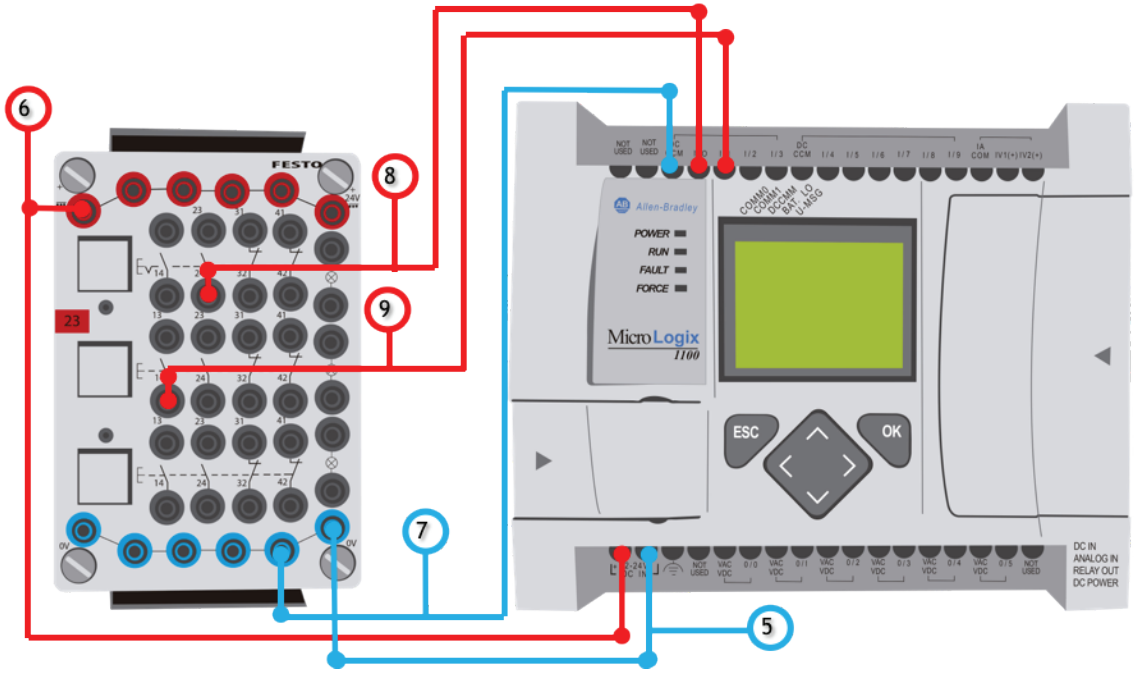
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



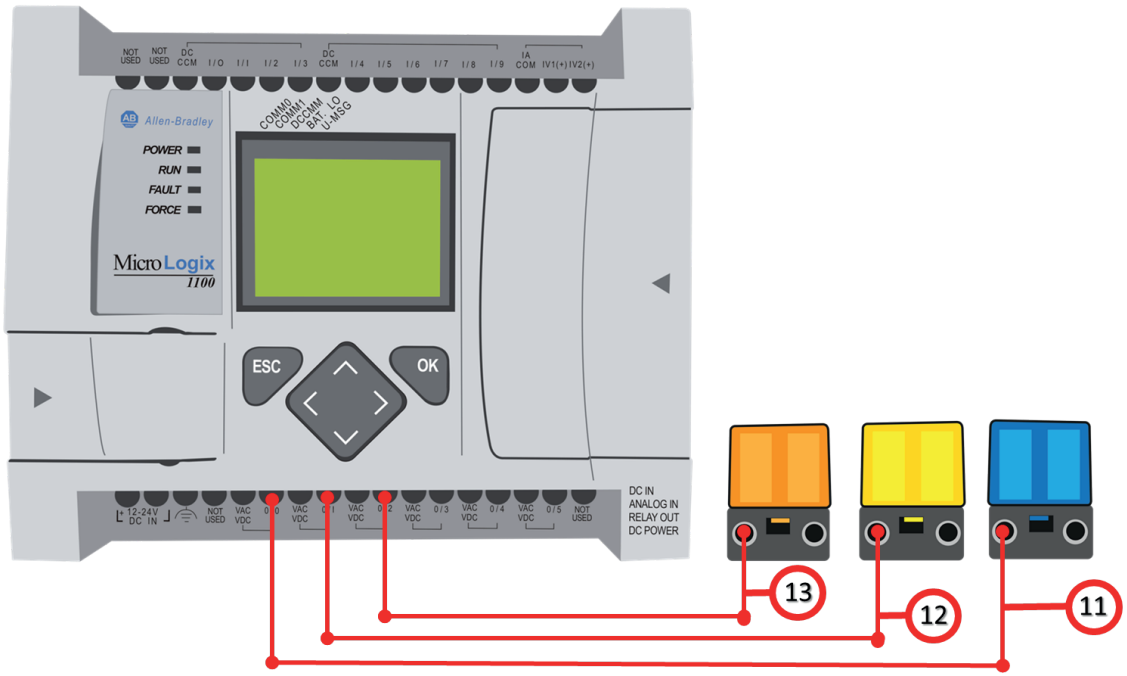
Cableado de PLC a fuente de poder

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.



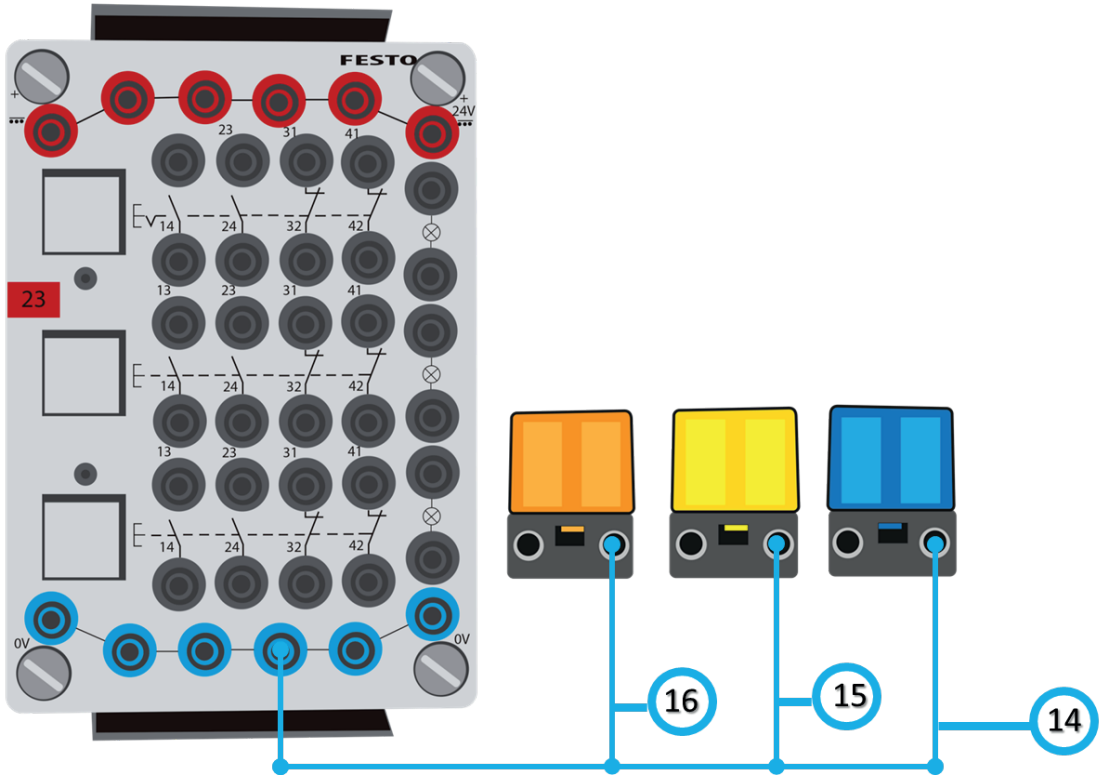
Cableado de PLC a salidas externas

11.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
13.- Conexión de la terminal O/2 a la lámpara naranja.



Cableado de salidas externas botonera

14.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
15.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
16.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.





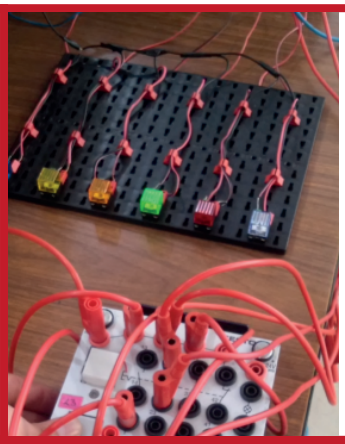
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



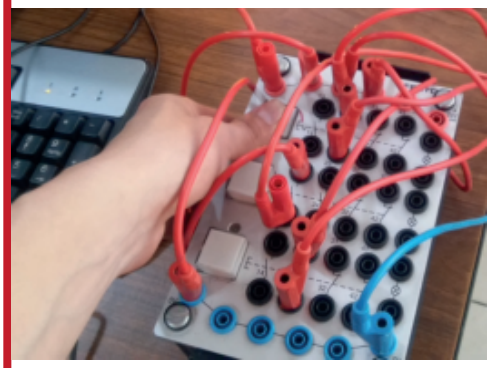
Puesta en marcha y representación física



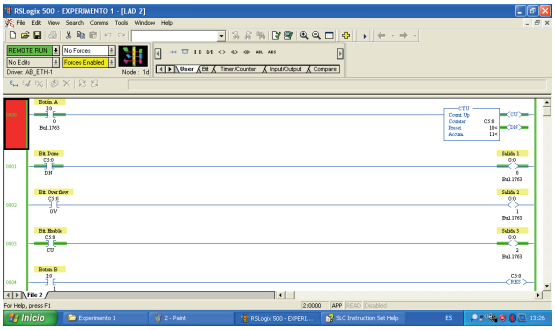
1 Poniendo en línea a el PLC



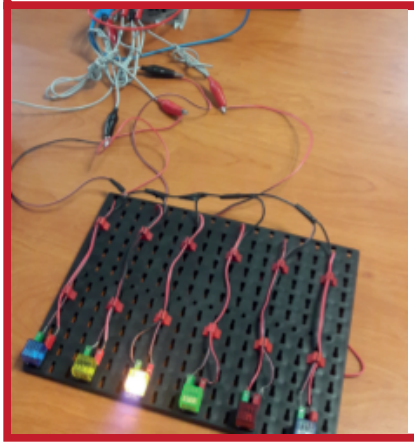
2 Programa funcionando



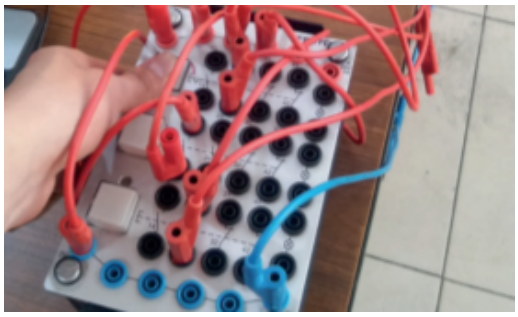
3 Presiona el botón "A"



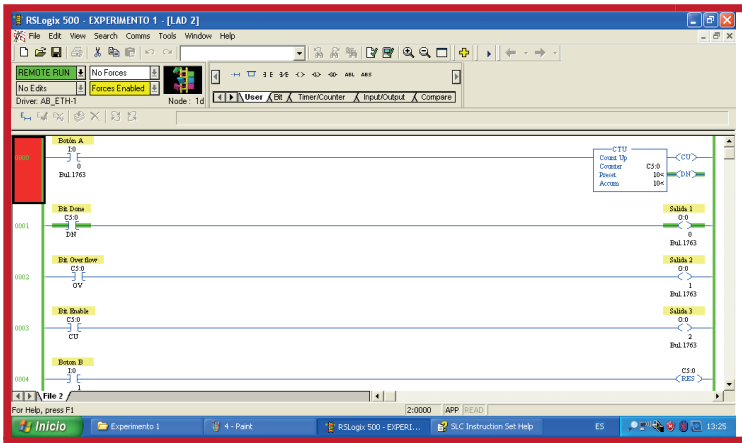
4 Observa los contactos "A" activarse



5 Mira la lámpara 3 se enciende cada vez que presionas el botón "A"



6 Presiona repetidamente el botón "A" hasta que el acumulador llegue a 10



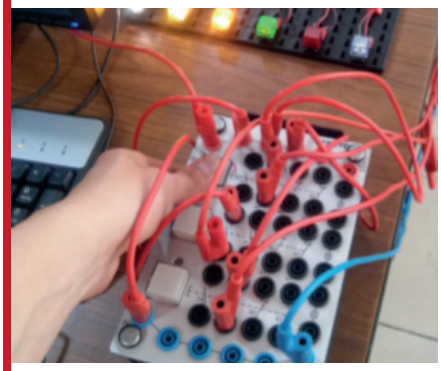
7

Observa que el contacto C5:0.DN se cerró y que la salida 2 se activo



8

La lámpara 1 se activa



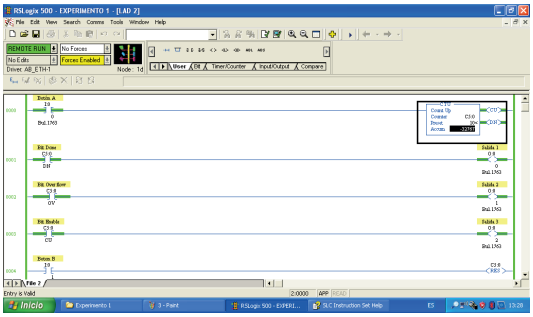
9

Cambiar el valor acumulado a 32,767 y sigue presionando el botón "A"



10

Hasta que el contacto C5:0.0V se cierre y encienda la lámpara 2

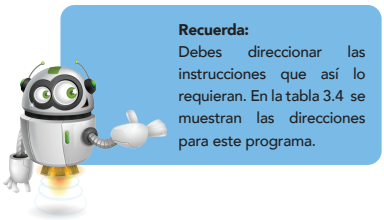


11 **Se resetea el botón "B" para resetear el contador**



Programación en RSLogix 5000

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador CTU.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 3.4 se muestran las direcciones para este programa.



Fuente 3-9: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección/Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0	Contador CTU	Counter: Contador_CTU Preset: 10 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	Contador_CTU.DN	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local: 1:O.Data.0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Contador_CTU.OV	Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	Contador_CTU.CU	Bobina (OTE)	"Salida_3" Local: 1:O.Data.2
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1	Instrucción de salida RES	Contador_CTU

Tabla 3.4: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31.

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



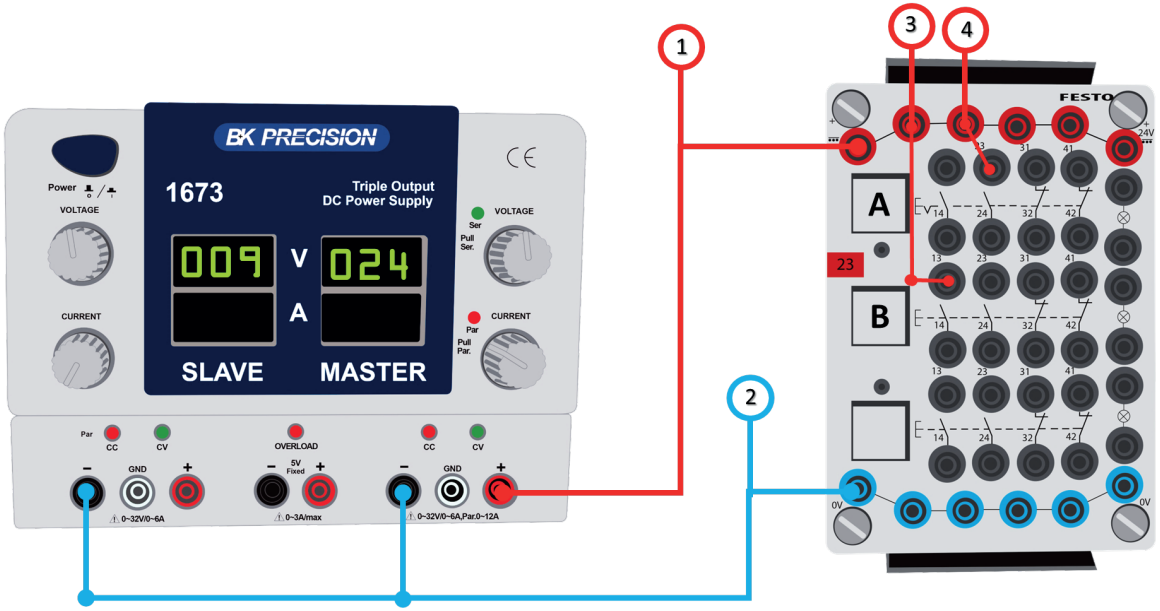
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





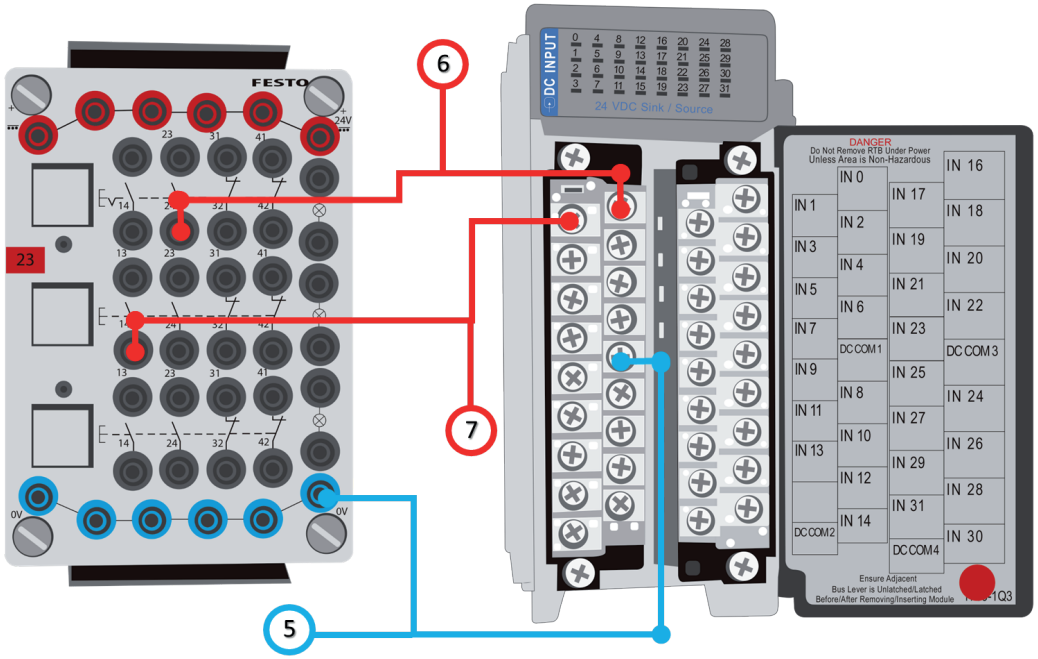
Cableado de botonera a módulos de entrada



5.-Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
7.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

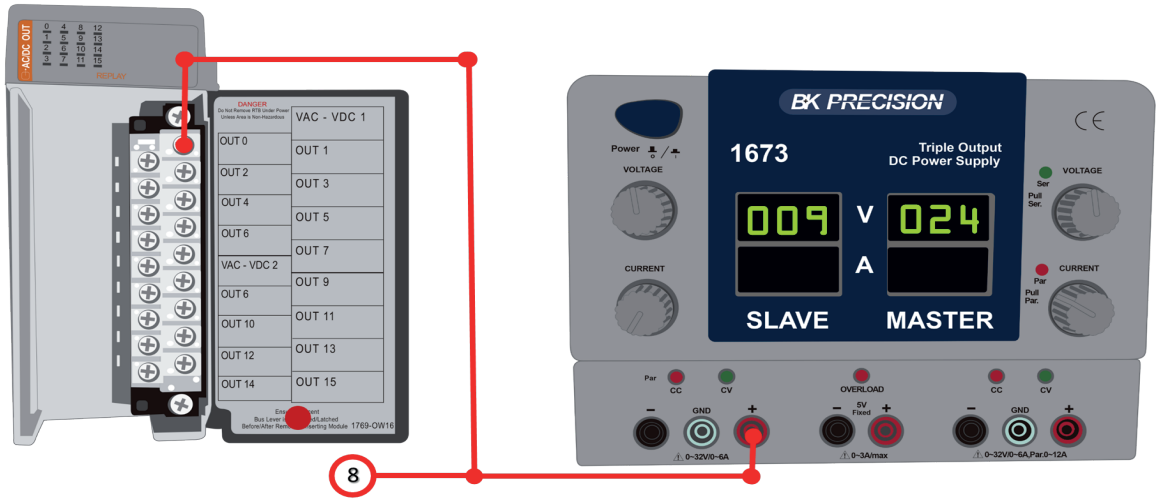




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

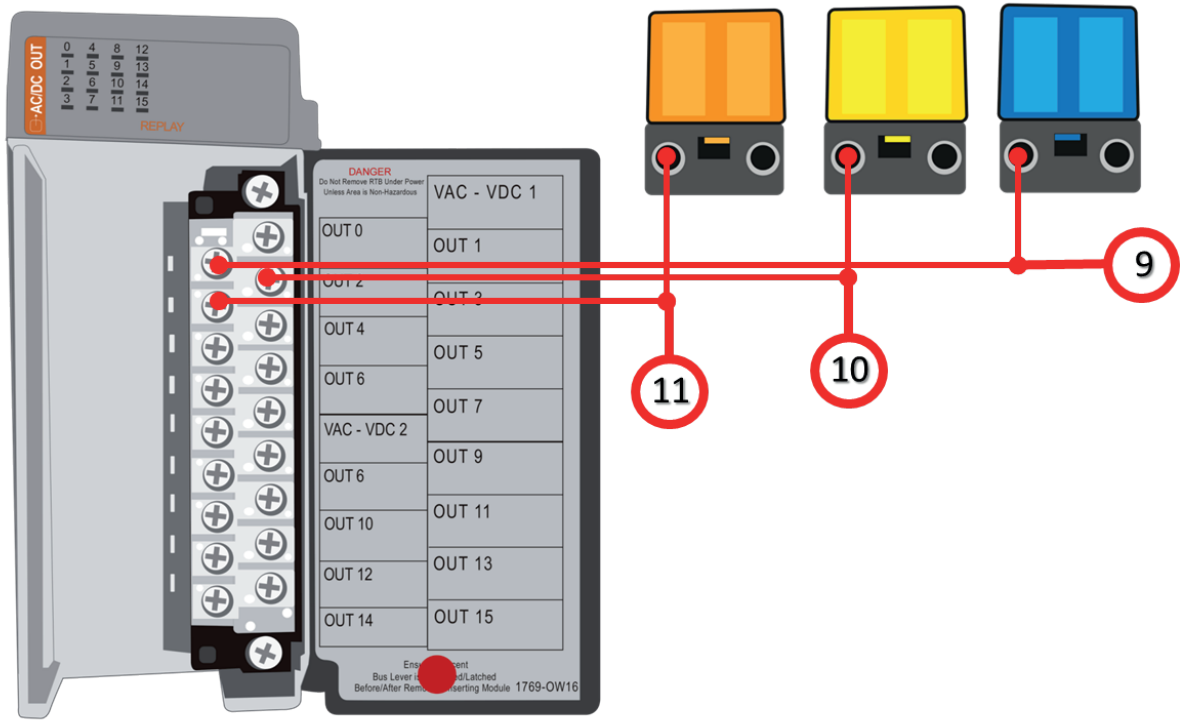




Cableado de módulo de salidas a actuadores

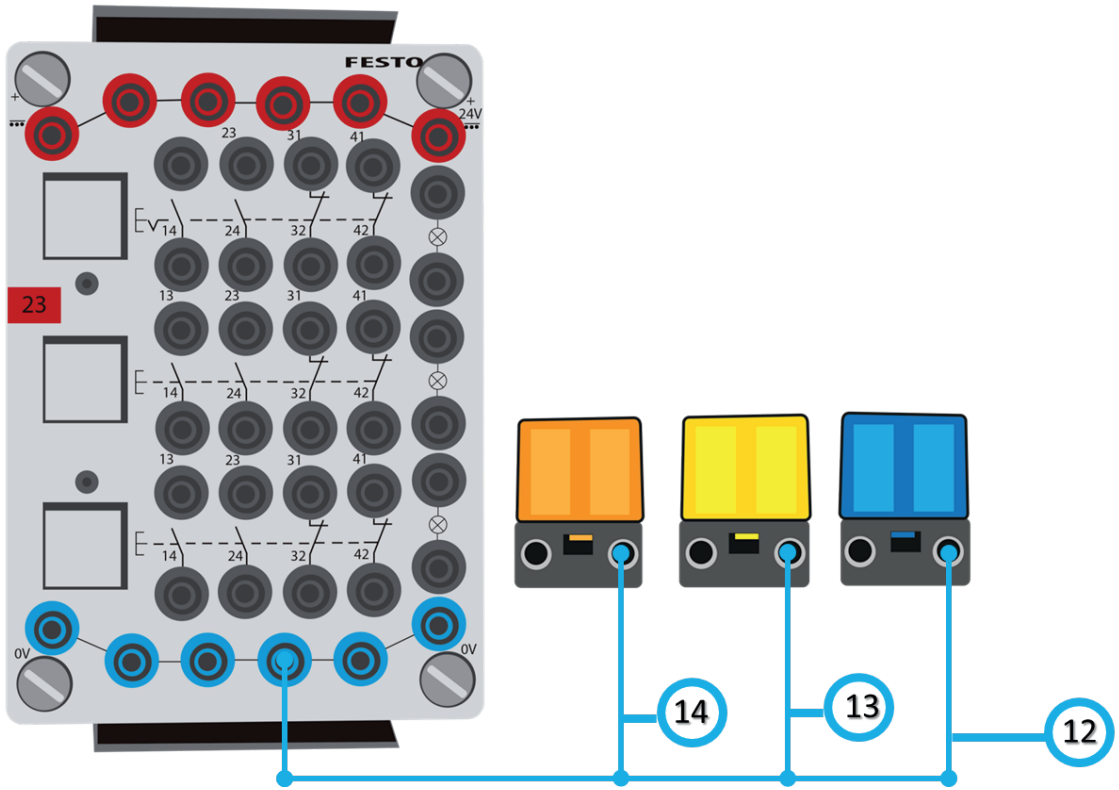


19.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
11.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara naranja.



Cableado de salidas externas a botonera

12.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
13.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.





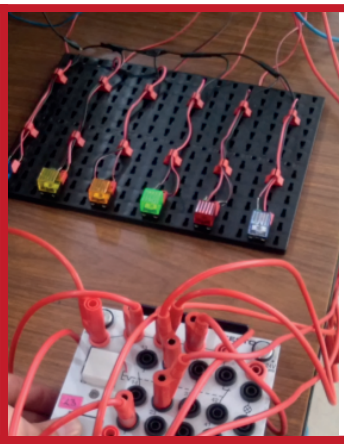
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



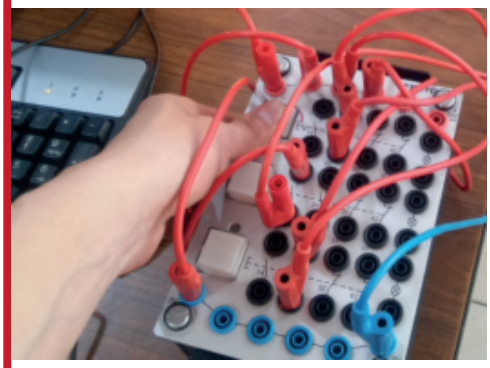
Puesta en marcha y representación física



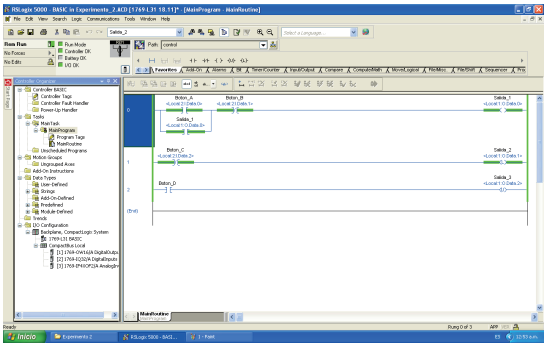
1 Poniendo en línea a el PLC



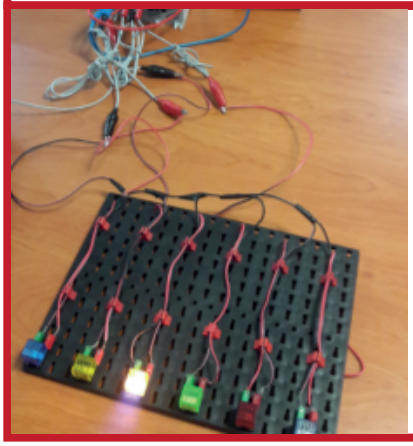
2 Programa funcionando



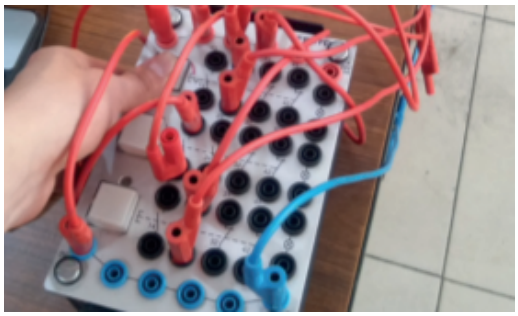
3 Presiona el botón "A"



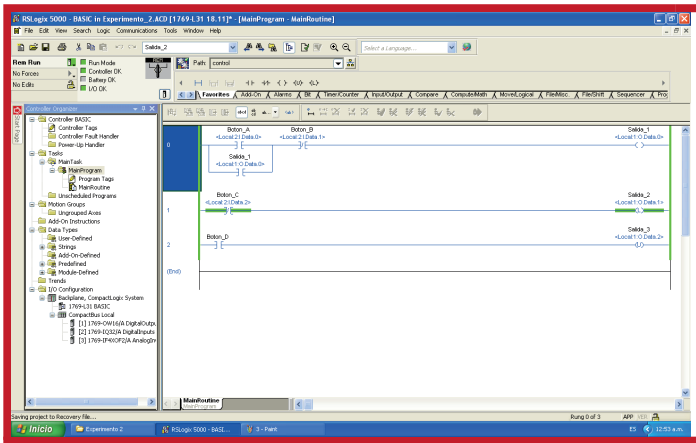
4 Observa los contactos "A" activarse



5 Mira la lámpara 3 se enciende cada vez que presionas el botón "A"



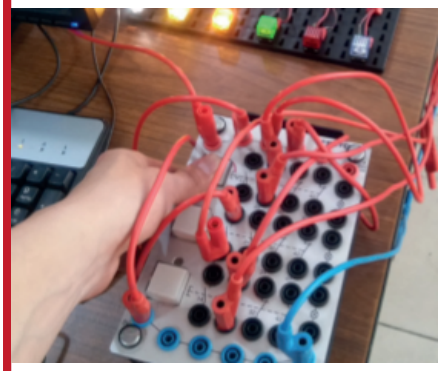
6 Presiona repetidamente el botón "A" hasta que el acumulador llegue a 10



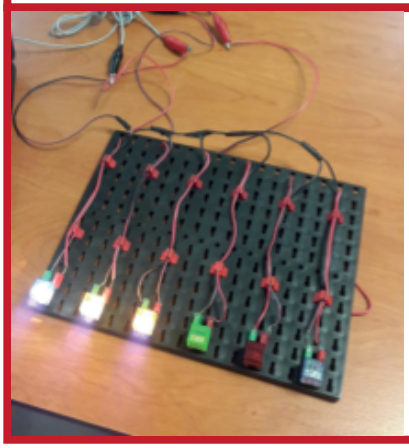
7
Observa que el contacto C5:0.DN se cerró y que la salida 2 se activo



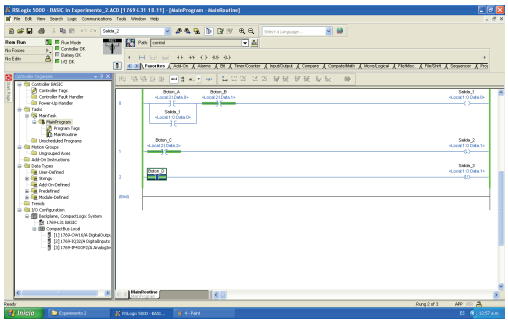
8
La lámpara 1 se activa



9
Cambiar el valor acumulado a 32,767 y sigue presionando el botón "A"



10
Hasta que el contacto C5:0.0V se cierre y encienda la lámpara 2



11 Se resetea el botón "B" para resetear el contador



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Qué pasa cada vez que hay continuidad en el escalón 0?

2.- ¿Qué registros se activan cada vez que el contador manda un pulso de salida?

3.- ¿Cuándo se cierra el registro DN en el escalón 1?

4.- Al alcanzar el acumulador el valor preestablecido, ¿Se puede seguir con la cuenta del acumulador?

5.- Cambia el valor del acumulador a 32 767 y dos pulsos al contador, ¿Qué es lo que pasa? ¿Qué bit se activa?

6.- Si presionas el botón B, ¿Qué registros vuelven a desactivarse y que pasa con el acumulador?



Experimento 2



Pista 68

Funcionamiento del contador CTD

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador descendente y sus registros.

Descripción del experimento



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 3 bombillas incandescentes.

El diagrama en escalera contendrá:

- Una instrucción de contador CTD: C5:0.
- Cinco contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, C5:0.DN, C5:0.UN, C5:0.CD.
- Tres bobinas (OTE): O:0.0/0, O:0.0/1, O:0.0/2.
- Una instrucción de reseteo (RES): C5:0.

El programa realizará lo siguiente:

1.- Cada vez que el contacto I:0.0/0 se abre y se cierra, el contador recibirá un pulso que pondrá el registro CD y la bobina O:0.0/2 en alto el tiempo que dure el pulso.

2.- Al mismo tiempo que sucede lo anterior, el acumulador disminuye en una unidad su cuenta.

3.-Siempre que el acumulador sea mayor o igual al valor preestablecido el valor del registro DN es uno (1), y en consecuencia, la bobina O:0.0/0 se pone en alto.

4.- Cuando el acumulador sea menor que el valor preestablecido, el registro DN se pondrá en bajo y la bobina O:0.0/0 se desactivará.

5.- El acumulador sigue contando en forma descendente hasta el valor -32 768. Despues de este valor el, registro UN cambia su valor de cero (0) a uno (1).

6.- Para resetear el programa es necesario cerrar el contacto I:0.0/1 para activar la instrucción de salida RES.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador CTD.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 3.5 se muestran las direcciones para este programa.

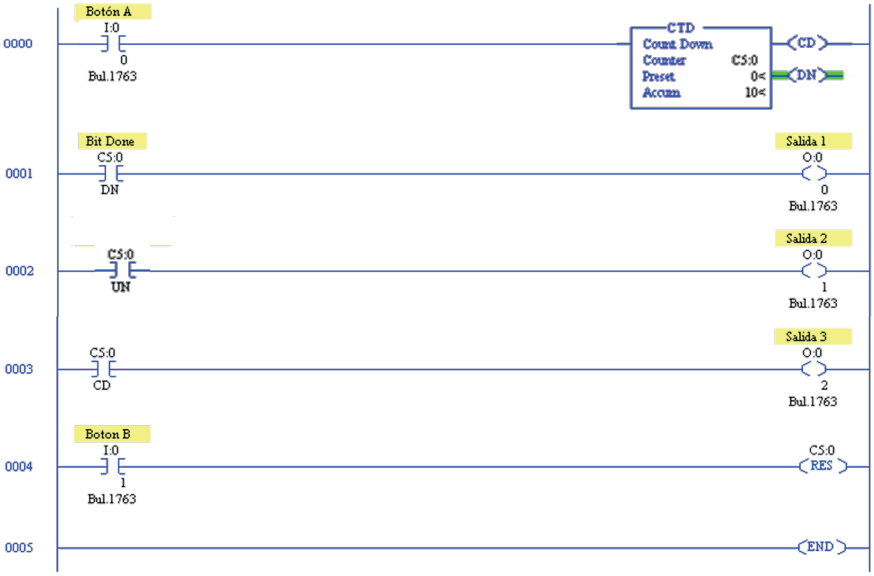


Figura 3-10: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Contador CTD	C5:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	C5:0. DN	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	C5:0. UN	Bobina (OTE)	O:0.0/1
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	C5:0.CD	Bobina (OTE)	O:0.0/2
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Instrucción de salida RES	C5:0

Tabla 3.5: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.

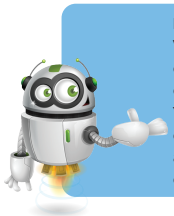


Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



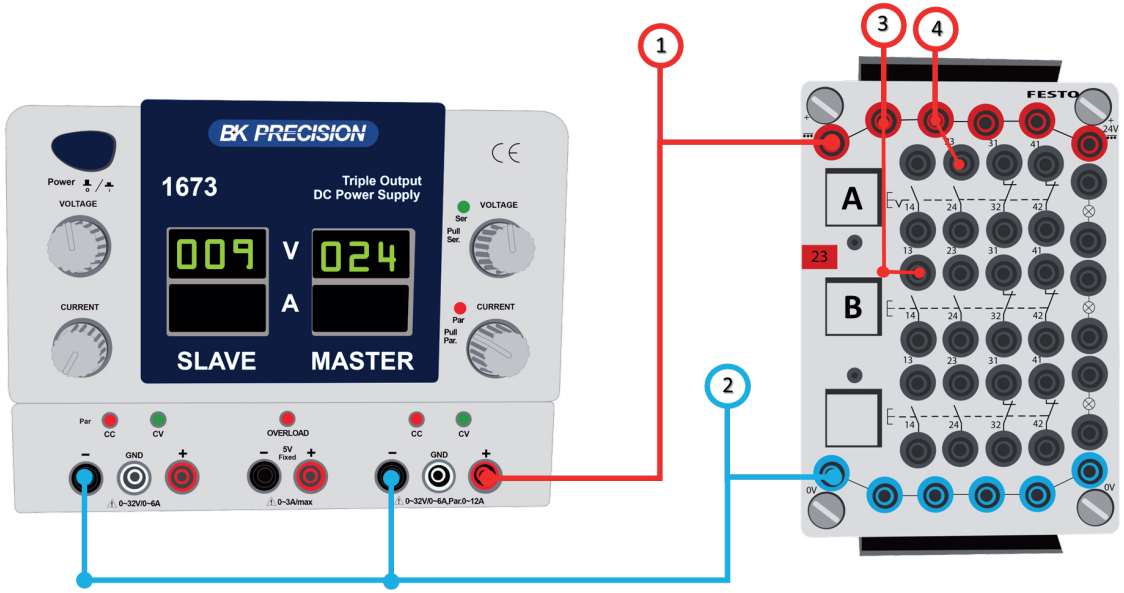
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





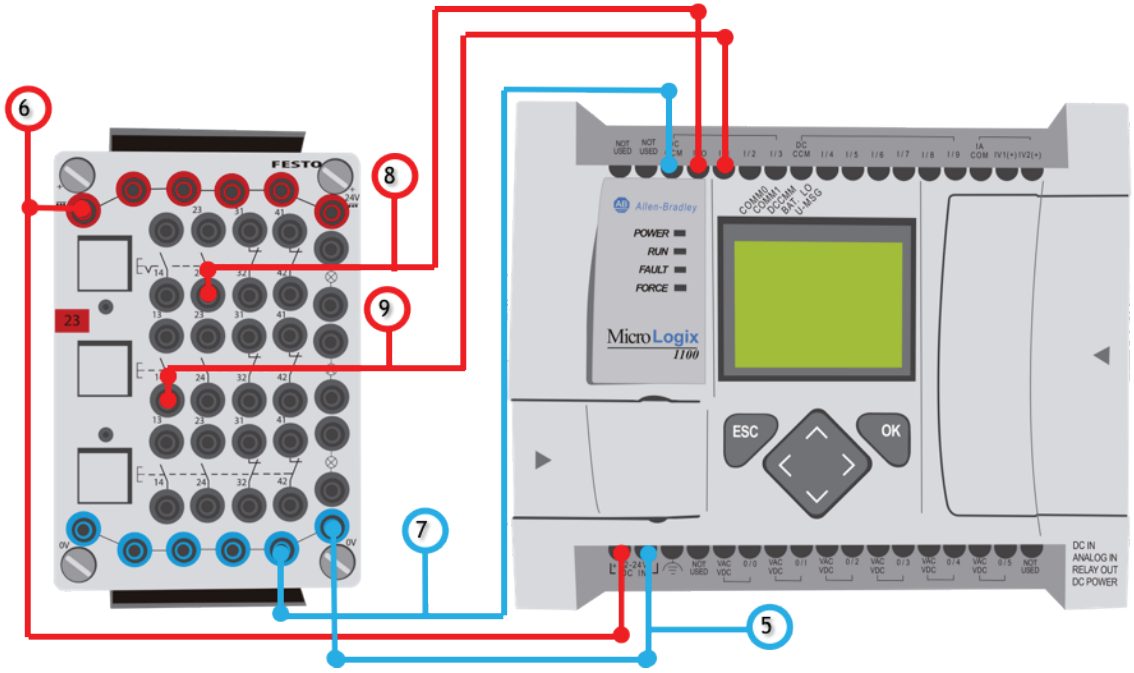
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

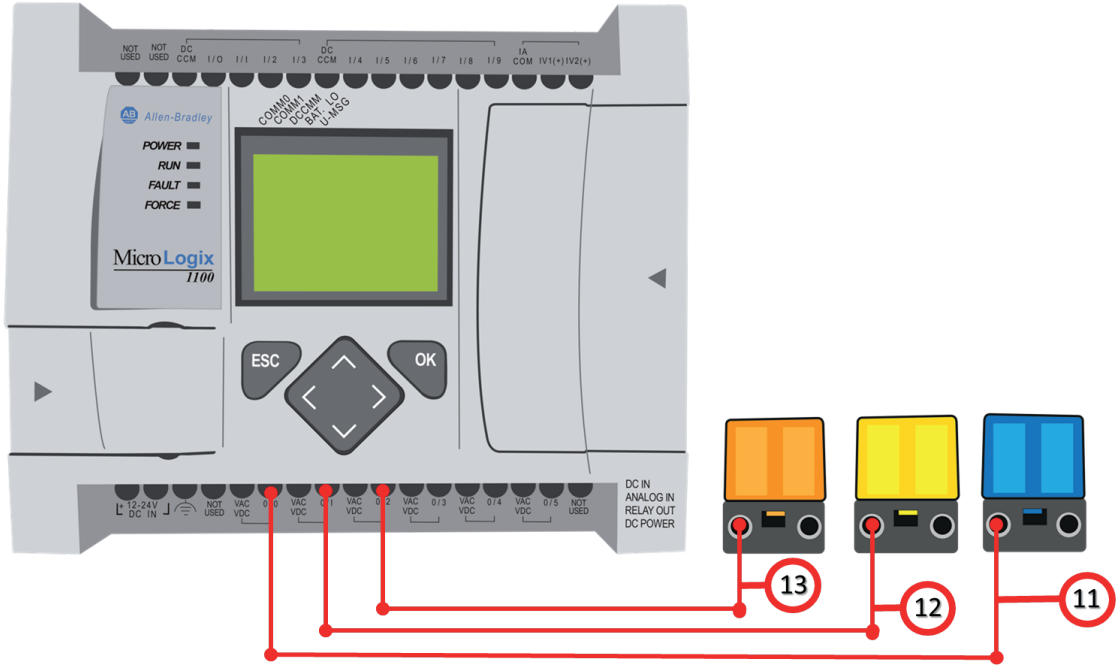




Cableado de PLC a salidas externas

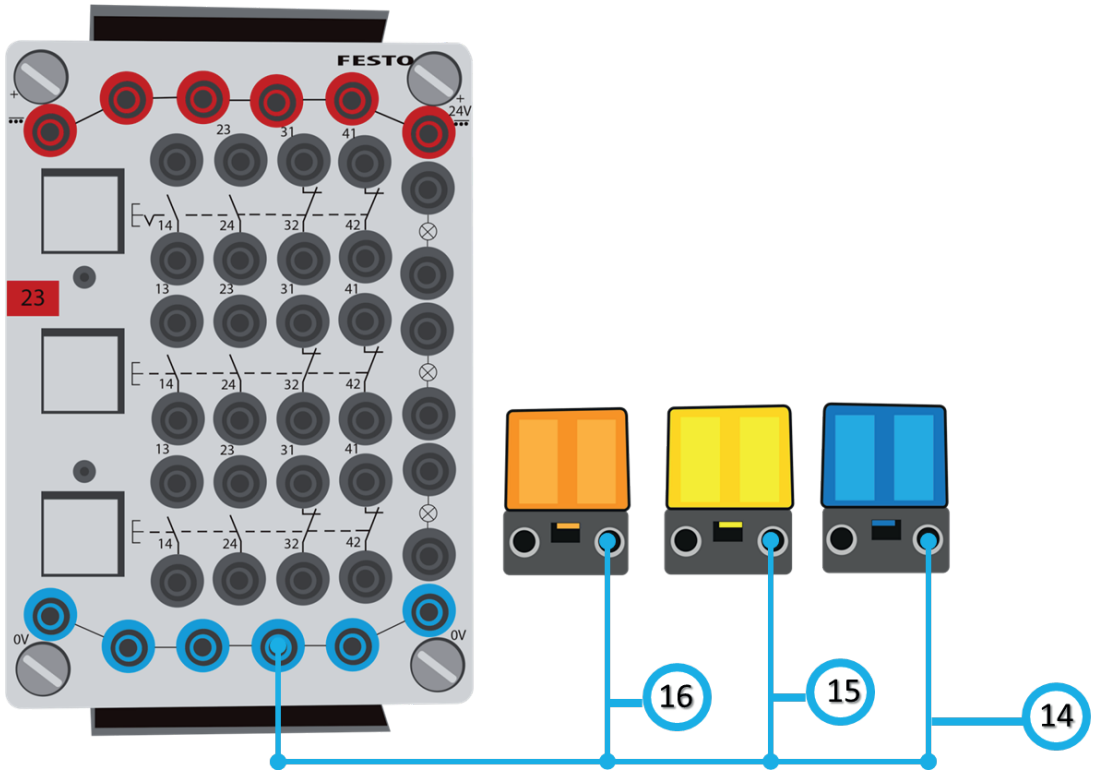


11.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
13.- Conexión de la terminal O/2 a la lámpara naranja.



Cableado de salidas externas a botonera

14.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
15.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
16.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.





Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



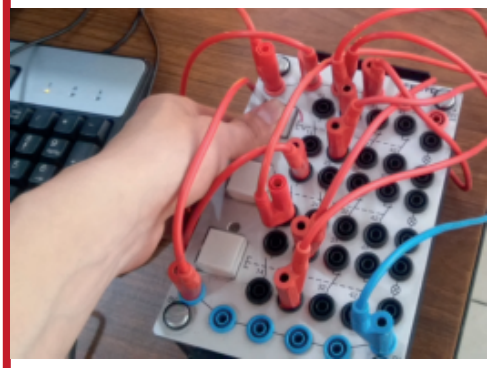
Puesta en marcha y representación física



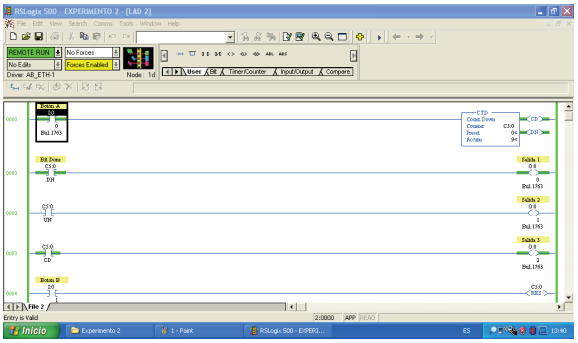
1 Poniendo en línea a el PLC



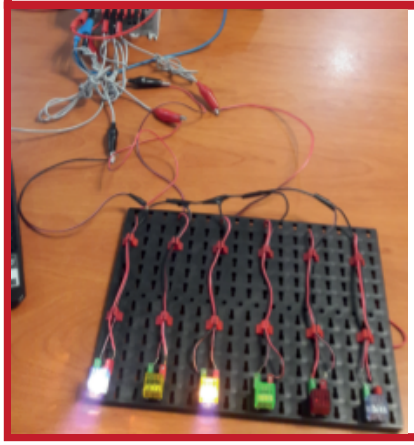
2 Programa funcionando



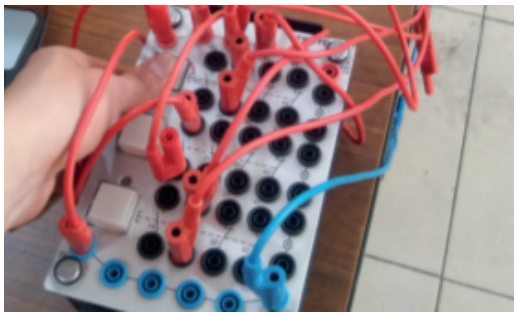
3 Presiona el botón "A"



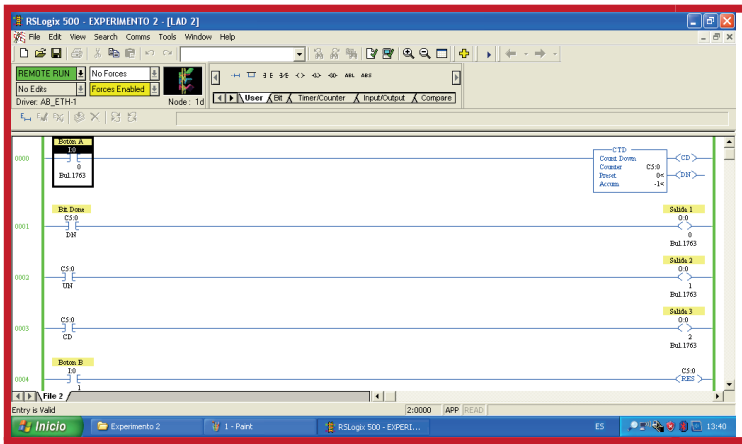
4 Observa los contactos "A" activarse



5 Mira la lámpara 3 se enciende cada vez que presionas el botón "A" y la lámpara 1 se mantiene prendida

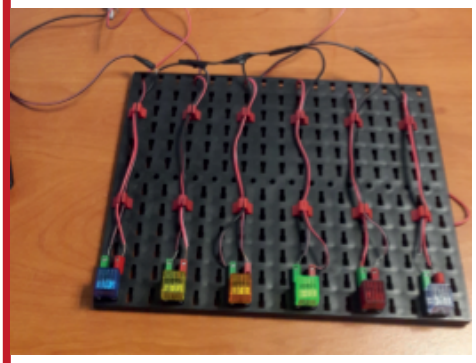


6 Presiona repetidamente el botón "A" hasta que el acumulador llegue a 0



7

Observa que el contacto C5:0.DN se abrió y que la salida 2 se desactivó



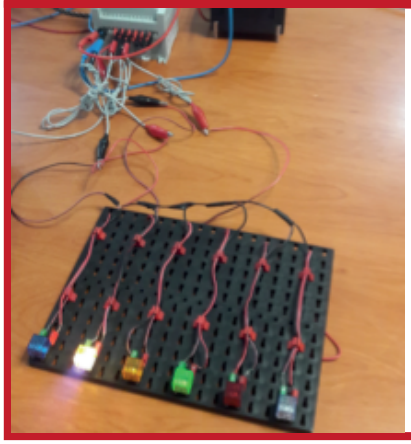
8

Ninguna lámpara está encendida



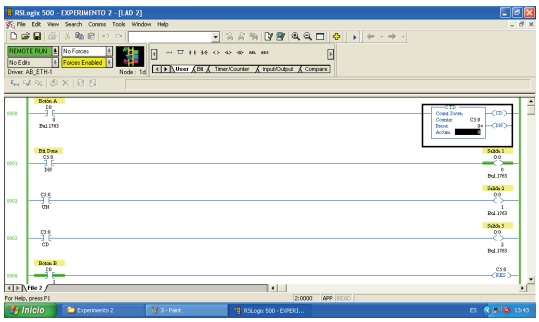
9

Cambiar el valor acumulado a -21,474,833, 648 y sigue presionando el botón "A"



10

Hasta que el contacto contador C5:0.UN se cierre y encienda la lámpara 2



11 Se resetea el botón "B" para resetear el contador



Programación en RSLogix 5000

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador CTD.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 3.6 se muestran las direcciones para este programa.



Figura 3-11: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección/Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0	Contador CTU	Counter: Contador_CTD Preset: 10 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	Contador_CTU.DN	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local: 1:O.Data.0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Contador_CTU.UN	Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	Contador_CTU.CD	Bobina (OTE)	"Salida_3" Local: 1:O.Data.2
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Local: 2: I.Data.1	Instrucción de salida RES	Contador_CTD

Tabla 3.6: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



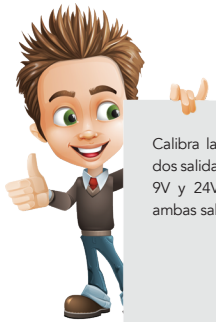
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



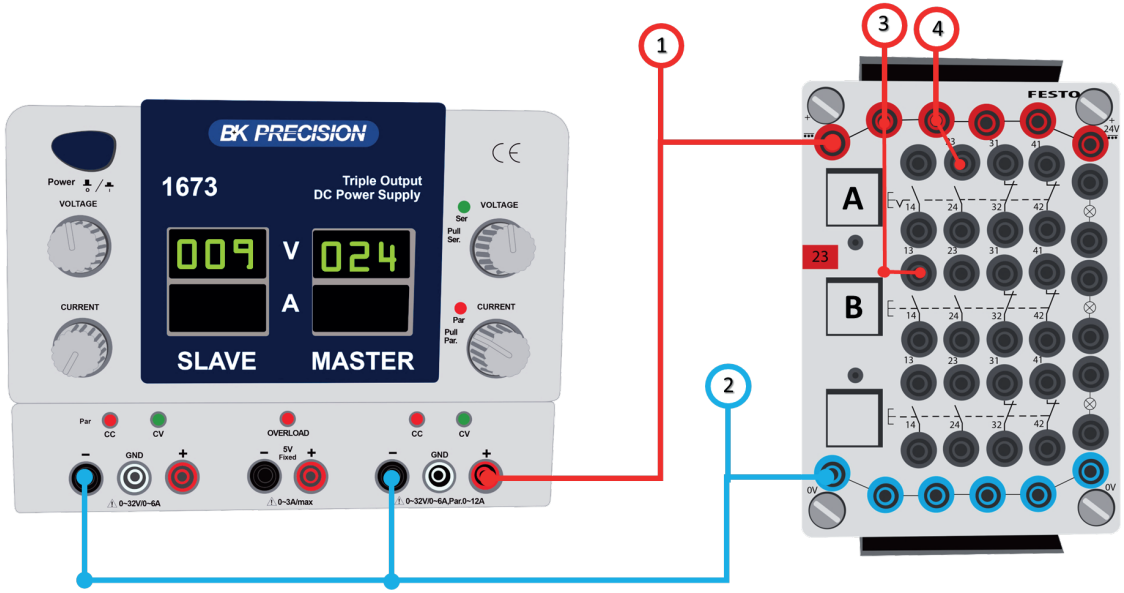
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





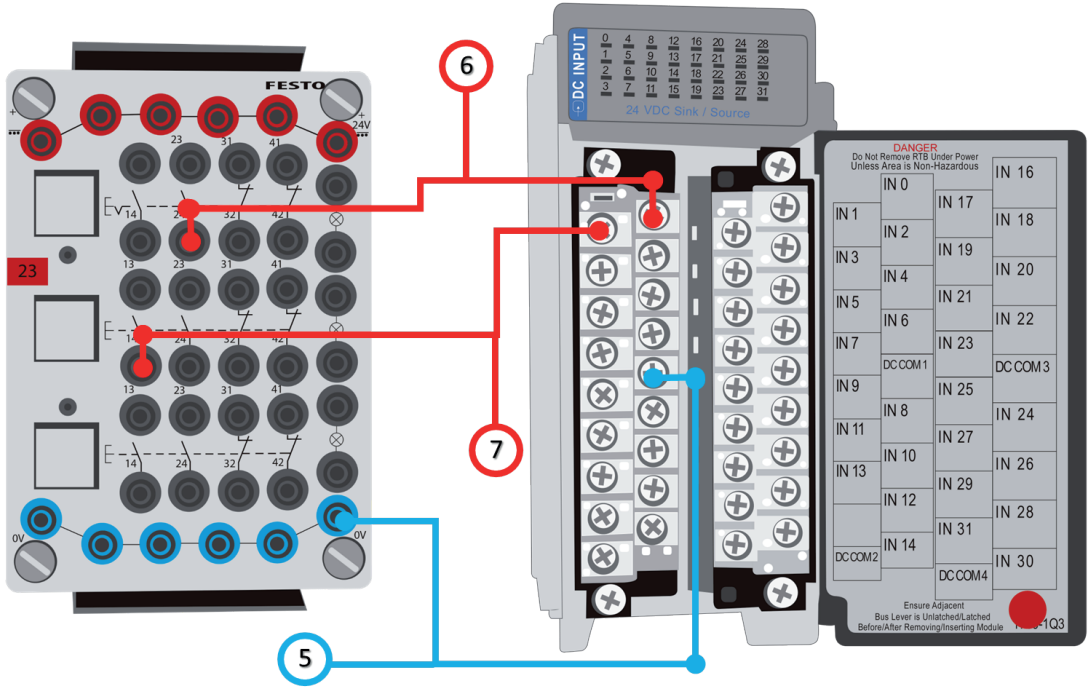
Cableado de botonera a módulo de entradas



5.-Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
7.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

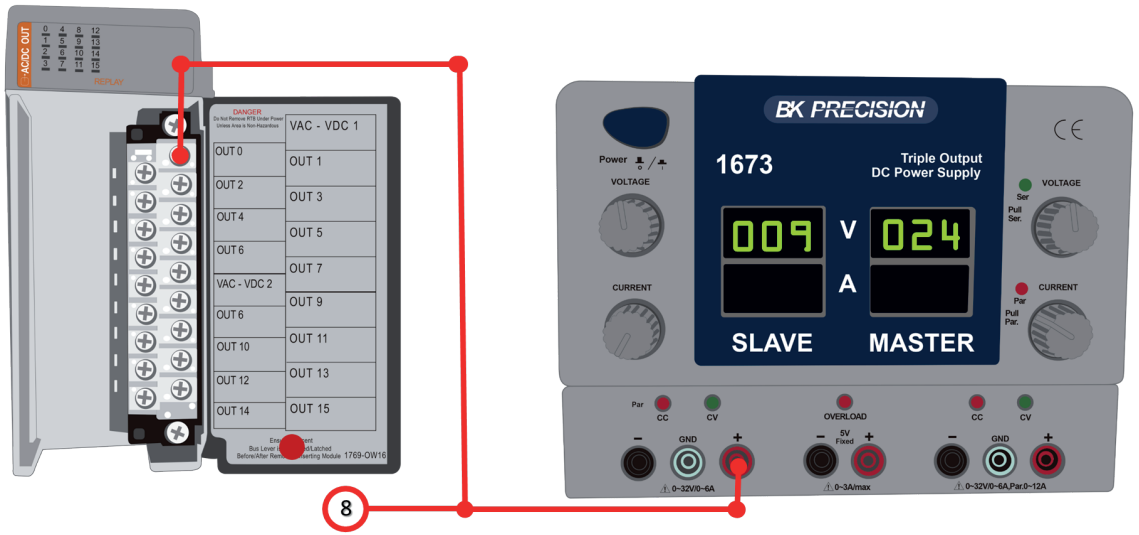




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

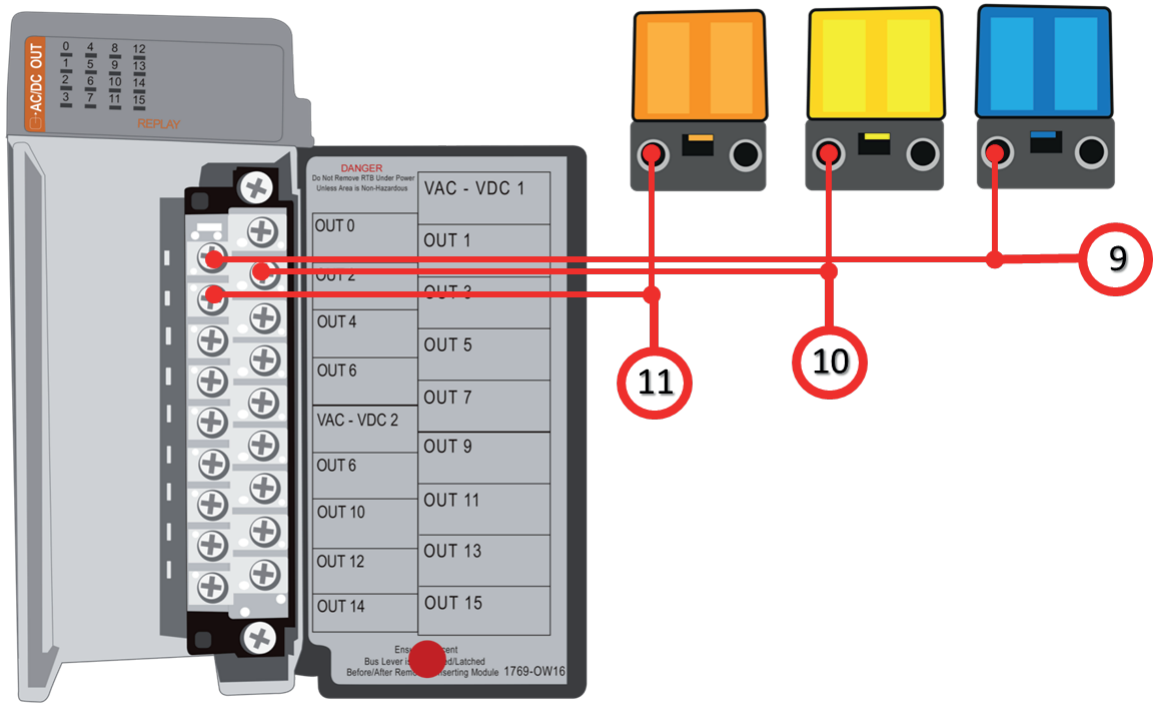




Cableado de módulo de salidas a actuadores

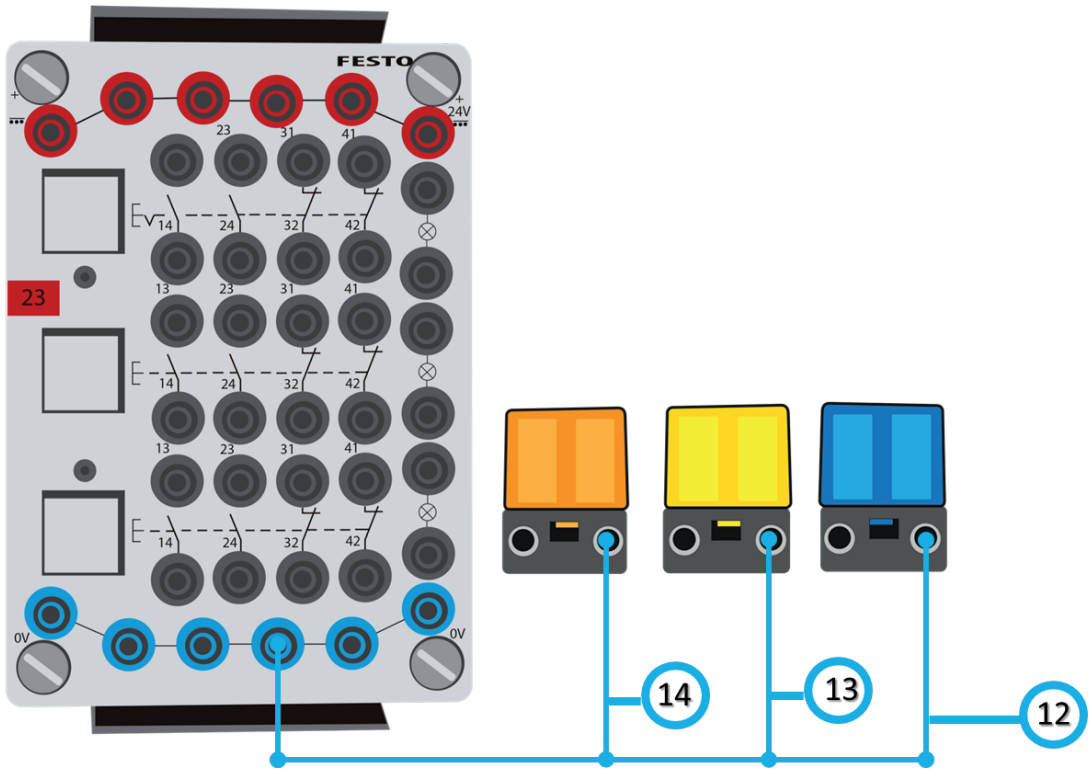


9.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
11.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara naranja.



Cableado de salidas externas a botonera

12.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
13.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.





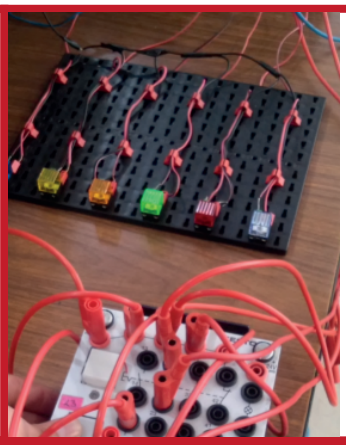
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



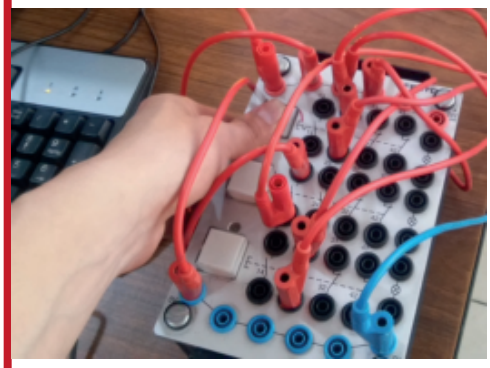
Puesta en marcha y representación física



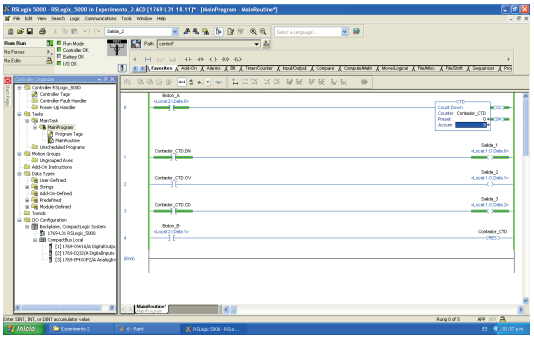
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



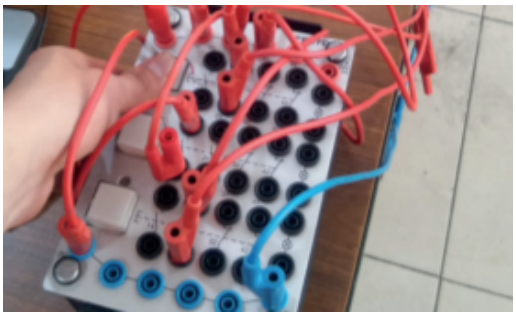
3 Presiona el botón "A"



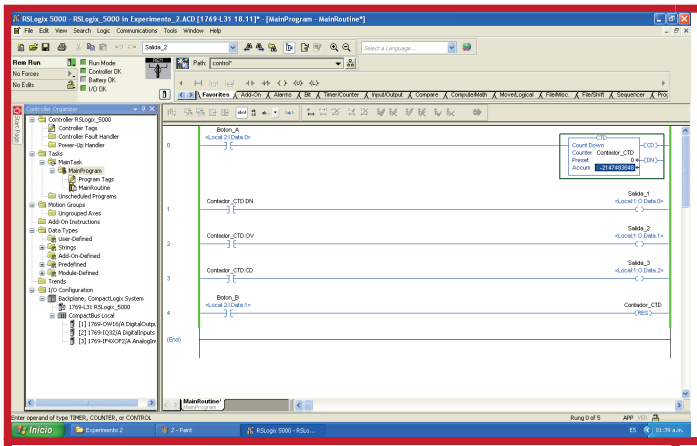
4 Observa los contactos "A" activarse



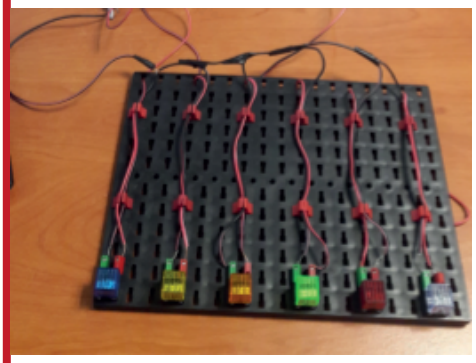
5 Mira la lámpara 3 se enciende cada vez que presionas el botón "A" y la lámpara 1 se mantiene prendida



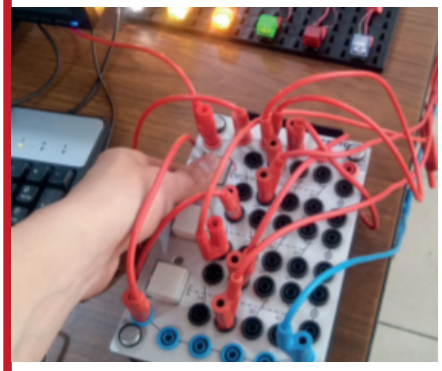
6 Presiona repetidamente el botón "A" hasta que el acumulador llegue a 0



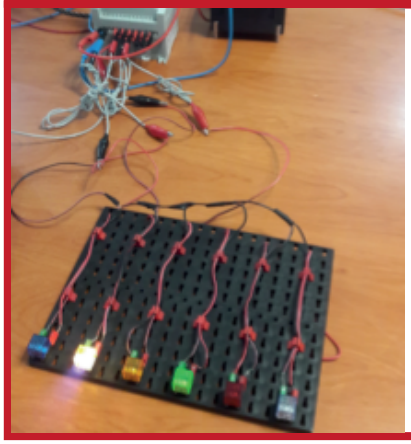
7
Observa que el contacto C5:0.DN se abrió y que la salida 2 se desactivó



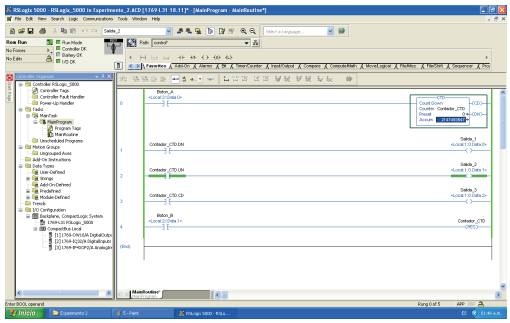
8
Ninguna lámpara está encendida



9
Cambiar el valor acumulado a -21,474,833, 648 y sigue presionando el botón "A"



10
Hasta que el contacto contador C5:0.UN se cierre y encienda la lámpara 2



11 Se resetea el botón "B" para resetear el contador



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Qué pasa cada vez que hay continuidad en el escalón 0?

2.- ¿Qué registros se activan cada vez que el contador manda un pulso de salida?

3.- ¿Cuándo se cierra el registro DN en el escalón 1?

4.- Al alcanzar el acumulador el valor preestablecido, ¿Se puede seguir con la cuenta del acumulador?

5.- Cambia el valor del acumulador a 32 767 y dos pulsos al contador, ¿Qué es lo que pasa? ¿Qué bit se activa?

6.- Si presionas el botón B, ¿Qué registros vuelven a desactivarse y que pasa con el acumulador?

Ejercicio guiado para contadores

Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Material didáctico para Contadores





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar tu imaginación, ejercitar la manipulación y construcción de sistemas, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

INSTRUCCIONES DE CONTROL


Pista 72



Objetivos del capítulo

Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Definir el propósito de las instrucciones de control
- Describir la operación de una instrucción de control maestro de reseteo y desarrollar un breve programa para ilustrar su uso.
- Describir la operación de una instrucción salto y de etiqueta
- Explicar la función de subrutinas
- Explicar cómo funcionan las instrucciones de fin temporal para solucionar problemas de programación.
- Analizar e interpretar diagramas en escalera que utilicen instrucciones de control.
- Conocer los parámetros necesarios para programar instrucciones de control



Pista 73

Instrucciones de control

Las instrucciones de control son funciones que sirven para habilitar o deshabilitar una sección de un programa, moviendo su ejecución de un escalón a otro si ciertas condiciones se cumplen (Petruzella, 2011). Estas instrucciones permiten que los programas sean más flexibles, y más eficientes.



Pista 74

Parámetros de las instrucciones de control

Los parámetros que se utilizan dentro de estas instrucciones varían dependiendo de qué función desempeñen dentro del programa (habilitar-deshabilitar, salto de escalón, etc.). Aunque generalmente tienen similitudes:

- Todas trabajan en conjunto con otra función.
- La mayoría necesita nombre o etiqueta, o direccionamiento.



Pista 75

Funcionamiento de las instrucciones de control

El funcionamiento de cualquier instrucción de control se puede resumir de la siguiente manera:

- Se agregan dos **instrucciones de control** en dos escalones de un programa, se les asigna una misma dirección.

- Puede darse el caso que para que las instrucciones funcionen correctamente, se tenga que declarar un **subprograma** previamente.

- Cuando se activa el escalón en la que se encuentra la primera instrucción de control, el programa realiza una acción (habilitación/deshabilitación, salto de ejecución, etc) dependiendo del funcionamiento de la instrucción.



Pista 75

Tipos de instrucciones de control

De forma general, hay 8 tipos de funciones de control (figura 4-1):

- **Saltar a la etiqueta JMP (Jump to label)**
- **Etiqueta LBL (Label)**
- **Saltar a la subrutina JSR (Jump to subroutine)**
- **Regresar de una subrutina RET (Return from subroutine)**
- **Subrutina SBR (Subroutine)**
- **Paro temporal TND (Temporary end)**
- **Reseteo maestro MCR (Master control reset)**
- **Suspender SUS (Suspend)**

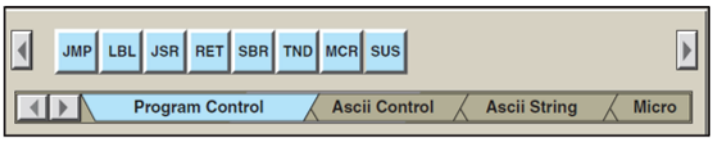


Figura 4-1: Barra de herramientas para seleccionar instrucciones de control.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 77

Saltar a la etiqueta JMP (Jump to label)

Esta instrucción (figura 4-2) es usada para saltar, o no ejecutar bajo ciertas condiciones un cierto grupo de escalones.

Algunos fabricantes proveen una instrucción de omisión, que esencialmente hace lo mismo que la instrucción JMP (Petruzella, 2011). Esta función deja las salidas en su último estado.



Figura 4-2: Instrucción JMP
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 78

Etiqueta LBL (Label)

Es una instrucción (figura 4-3) que sirve de referencia para que la instrucción de salto (JMP) tenga un punto a donde llegar después de haber realizado un salto en el programa. Por lo tanto, la instrucción de salto y etiqueta deben tener la misma dirección.



Figura 4-3: Instrucción LBL
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 79

Saltar a subrutina JSR (Jump to subroutine)

Es una instrucción (figura 4-4) de salida en forma de bobina que causa que el proceso de escaneo se salte a un programa o subrutina designada. Las subrutinas deben tener un número de archivo específico (del 3 al 255).

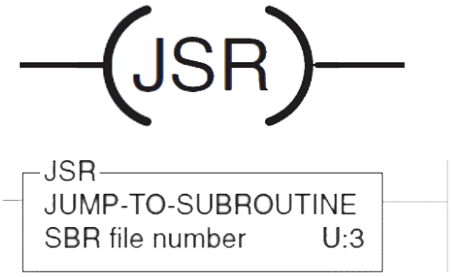


Figura 4-4: Instrucciones que representan JSR
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 80

Regresar de una subrutina RET (Return from Subroutine)

Es una función (figura 4-5) de salida que marca el final de una subrutina. Hace que el escaneo dentro del programa regrese a la rutina principal y continúe su escaneo después de la instrucción JSR (que es donde el escaneo se salió al principio).



Figura 4-5: Instrucciones que representan RET
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 81

Subrutina SBR (Subroutine)

Dentro de los programas en diagrama en escalera en los PLCs, se pueden encontrar programas adicionales llamados subrutinas.

Una subrutina (figura 4-6) es un programa corto que es usado dentro del programa para realizar una función específica. Cuando una subrutina es llamada por el programa principal, el programa se sale de la rutina principal y se va a la subrutina para realizar ciertas funciones. Posteriormente regresa a la rutina principal, una vez que termina la subrutina.

El concepto de subrutina es el mismo para todos los PLCs, pero el método usado para llamar y regresar de una subrutina requiere de diferentes comandos, dependiendo de que fabricante sea el PLC. Los comandos usados en Allen Bradley son:

Saltar a subrutina JSR (Jump to subroutine)
Regresar de una subrutina RET (Return from Subroutine)



Figura 4-6: Instrucciones que representan SBR
Fuente: (Petruzella 2011)

Paro temporal TND (Temporary end)


Pista 82

Es una instrucción (figura 4-7) de salida usada para detectar defectos dentro de un programa en diagrama en escalera.

Esta función deja que el programa corra hasta donde se encuentra esta instrucción. Se puede mover dentro de todo el programa para hallar algún error dentro de él.



Figura 4-7: Instrucción TND
Fuente: (Petruzella 2011)


Pista 83

Reseteo maestro MCR (Master control reset)

Es una instrucción (figura 4-8) en forma de bobina que funciona como un módulo de control de relevadores (desactiva todos los escalones que se encuentren dentro de esta instrucción). Esta instrucción funciona en par con otra función igual, y son usadas para controlar un programa entero o solo un determinado grupo de escalones. No es necesario darle una dirección.



Figura 4-8: Instrucción MCR
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 84

Suspender SUS (Suspend)

Es una función de bloque (figura 4-9) que es usada para suspender el proceso de un PLC y así Identificar algún problema dentro un programa. Haciendo su depuración y solución más rápida.

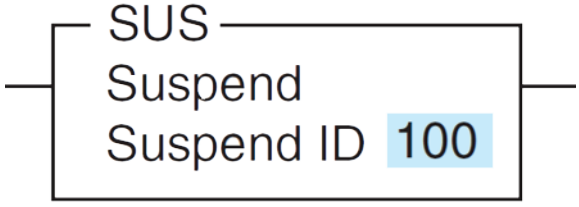


Figura 4-9: Instrucción SUS
Fuente: (Petruzella 2011)



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 69 a la 73.
RSLogix 5000: De la página 110 a la 114.

Bibliografía

Fattahzadeh, S. (2010). Programming Allen Bradley PLCs using RSLogix 500 software. Ebook.

Green, C. (2015). Learn how to program and troubleshoot ladder logic. eUniversity.

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.



Experimento 1



Pista 85

Funcionamiento de la instrucción de reseteo maestro MCR

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de reseteo maestro MCR.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 1 bombilla incandescente.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contiene lo siguiente:

- Dos instruccion reseteo maestro MCR
- Cinco contactos normalmente abierto (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, I:0.0/2, I:0.0/3, B3:0.
- Dos bobinas OTE: O:0.0/0, B3:0.

El programa realiza lo siguiente:

1.- Si el contacto I:0.0/1 se cierra, se activa la bobina B3:0 y se hace un enclavamiento en el escalón 0001.

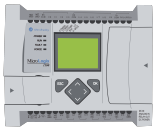
2.- Cuando se abre el contacto I:0.0/3 el escalón 0001 pierde su continuidad.

3.- Cada vez que la entrada I:0.0/2 se active, la salida O:0.0/0 también lo hará.

4.- Cuando el contacto I:0.0/0 se cierre, la primera instrucción de reseteo maestro MCR se activa, y no permite la activación de ningún elemento que se encuentre dentro de la primera y segunda instrucción MCR.

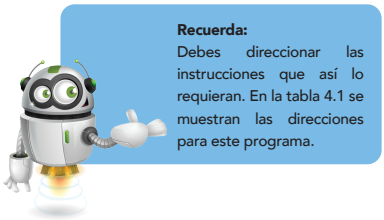


Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.



Programacion en RSLogix 500

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de reseteo maestro MCR.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 4.1 se muestran las direcciones para este programa.

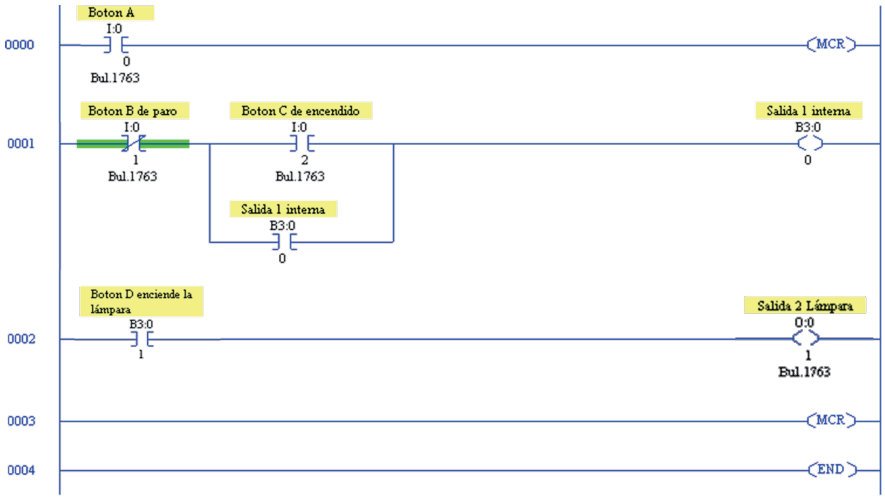


Figura 4-10: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2		Elemento 3	
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0			Instrucción de reseteo maestro MCR	-
0001	Contacto normalmente cerrado (XIO)	I:0.0/1	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/2	Bobina (OTE)	B3:0.0
			Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.0		
0002	Contacto normalmente cerrado (XIO)	B3:0.1			Bobina (OTE)	O:0.0/1
					Instrucción de reseteo maestro MCR	

Tabla 4.1: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



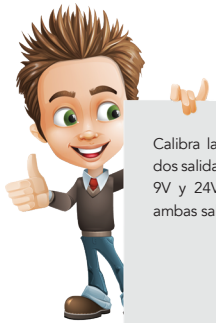
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



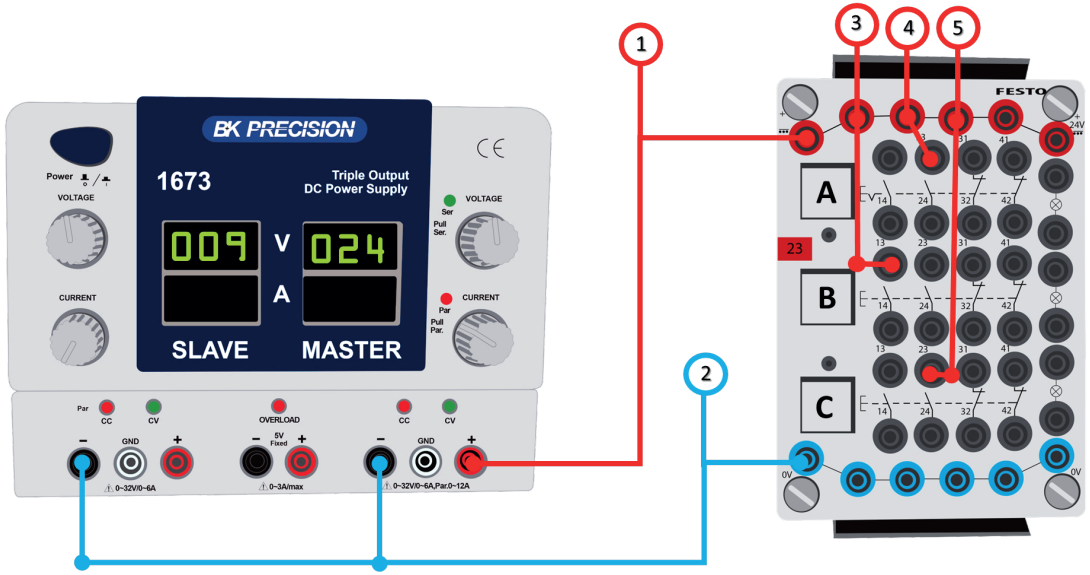
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





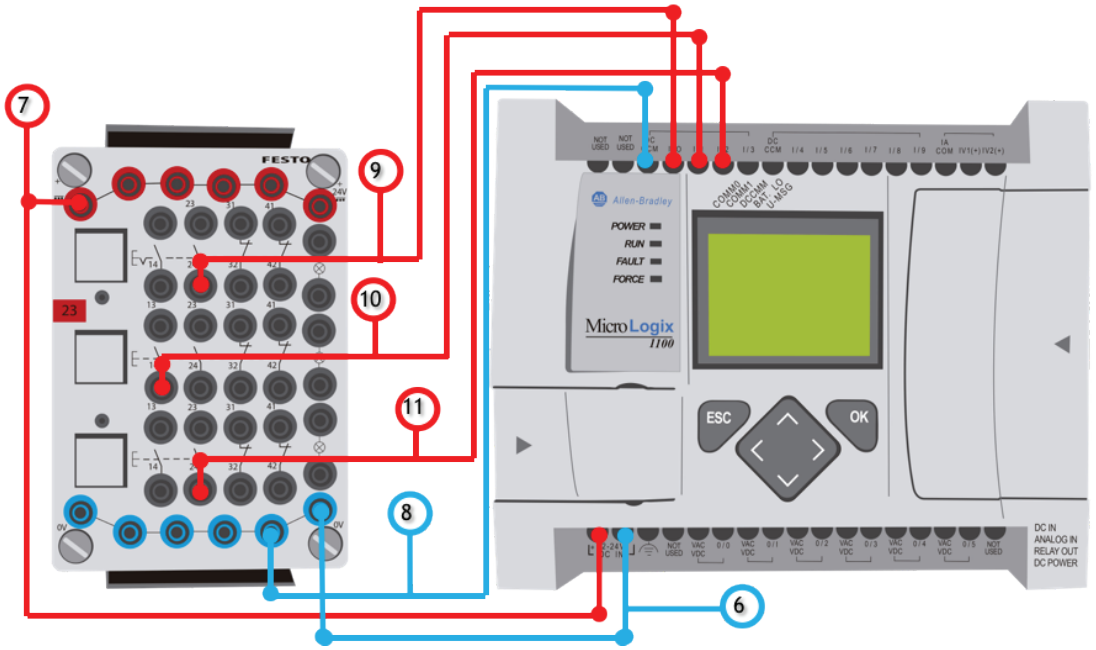
Cableado de botonera a PLC



6.- Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
8.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
10.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.
11.- Conexión a la entrada digital I:0.0/2.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.





Cableado de PLC a fuente de poder

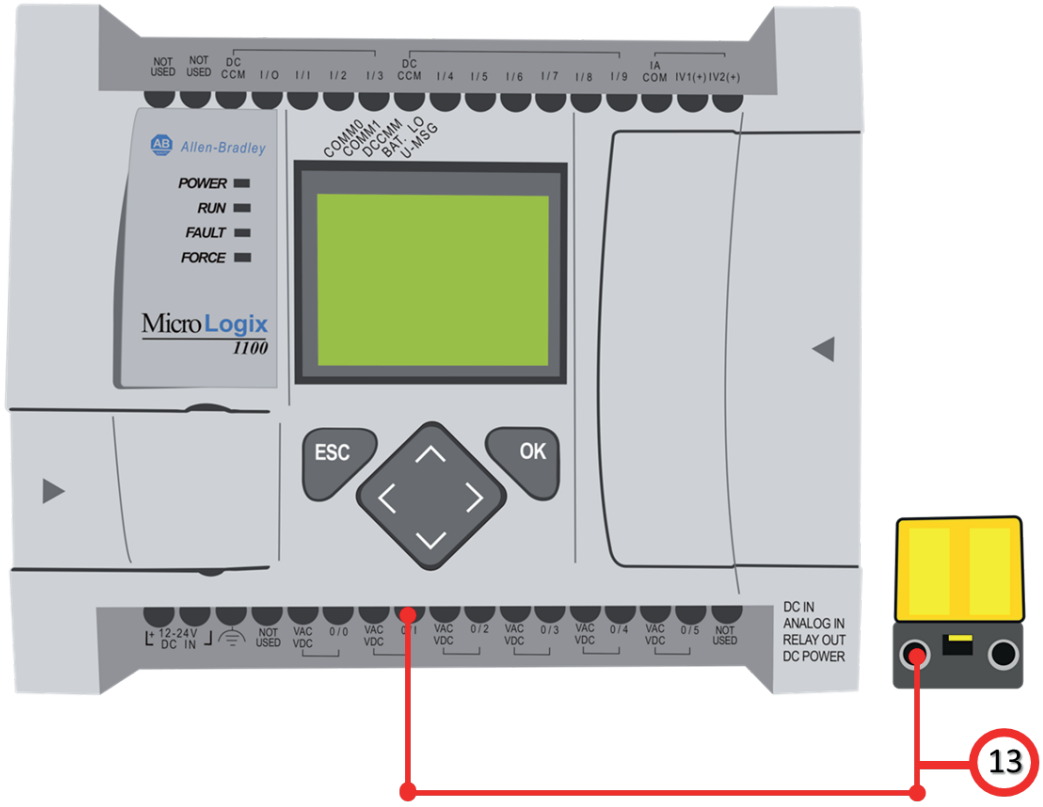


12.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.



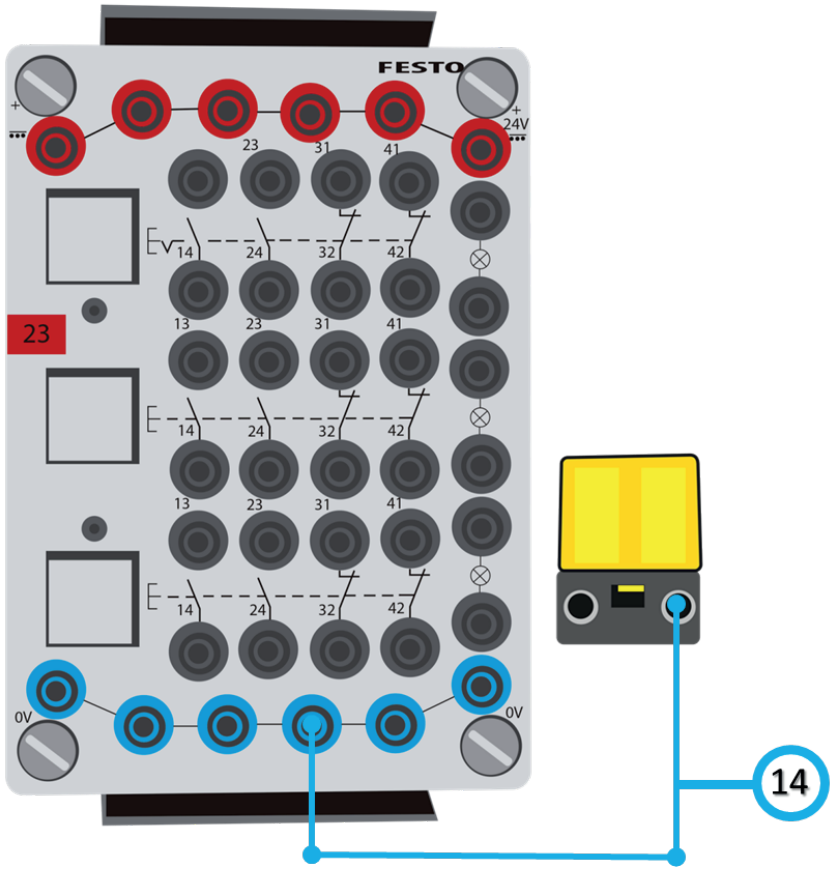
Cableado de PLC a salidas externas

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.



Cableado de salidas externas a botonera

13.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





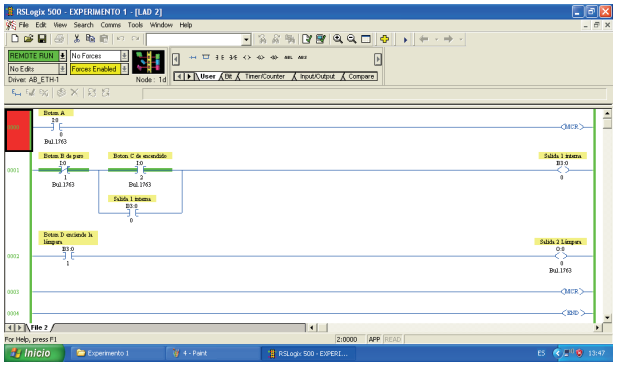
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



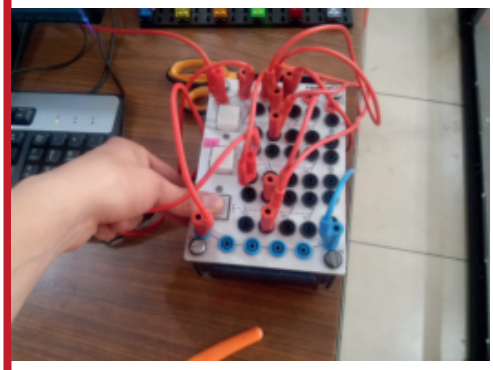
Puesta en marcha y representación física



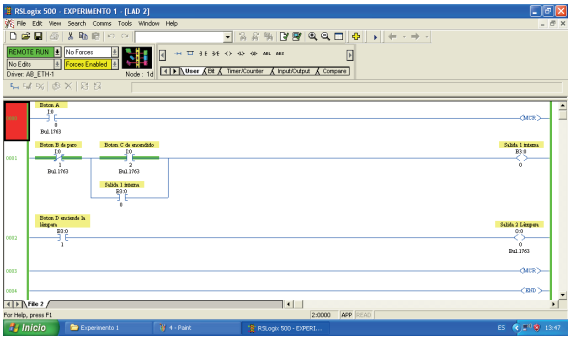
1 Poniendo en línea a el PLC



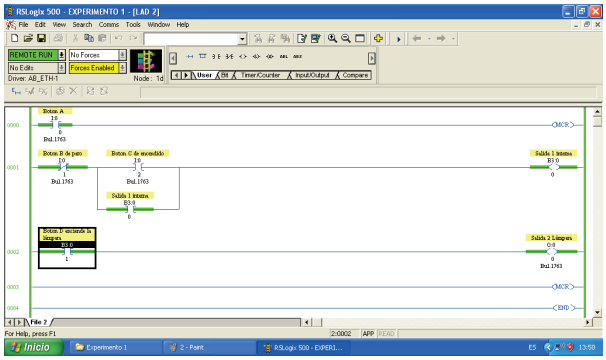
2 Programa funcionando



3 Presiona el botón "C"



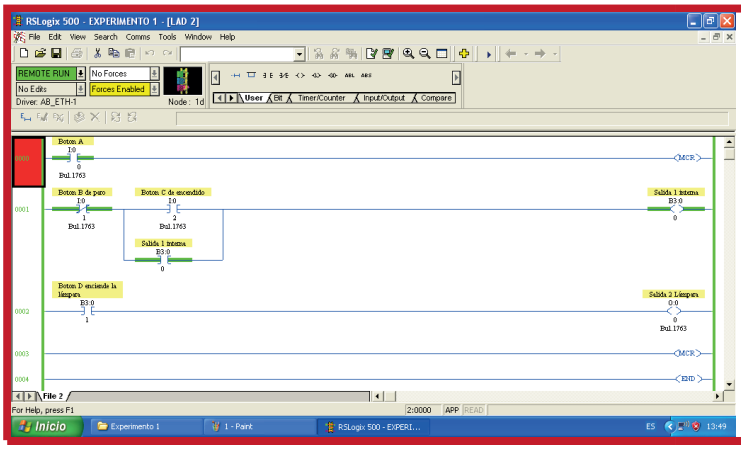
4 Observa que no se activa ninguna salida dentro de las dos instrucciones MCR



5



6 Mantén presionado el botón "A"



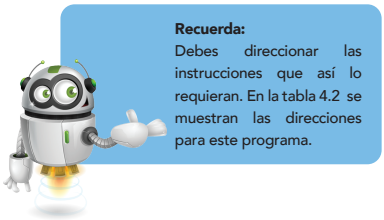
7

Presiona los botones “C” y “B” y comprueba que la lógica de los escalones está trabajando



Programación en RSLogix 5000

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de reseteo maestro MCR.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 4.2 se muestran las direcciones para este programa.



Figura 4-12: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2		Elemento 3	
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_A" Local:2:I.Data.0			Instrucción de reseteo maestro MCR	-
0001	Contacto normalmente cerrado (XIO)	"Botón_B" Local:2:I.Data.1	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_C" Local:2:I.Data.2	Bobina (OTE)	"Salida_1" Base tag
			Contacto normalmente abierto (XIC)	"Salida_1" Base tag		
0002	Contacto normalmente cerrado (XIO)	"Boton_D" Base tag			Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O.Data.1
					Instrucción de reseteo maestro MCR	

Tabla 4.2: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



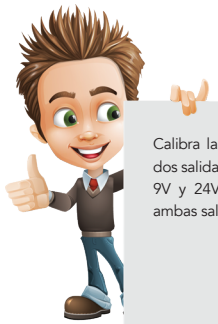
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



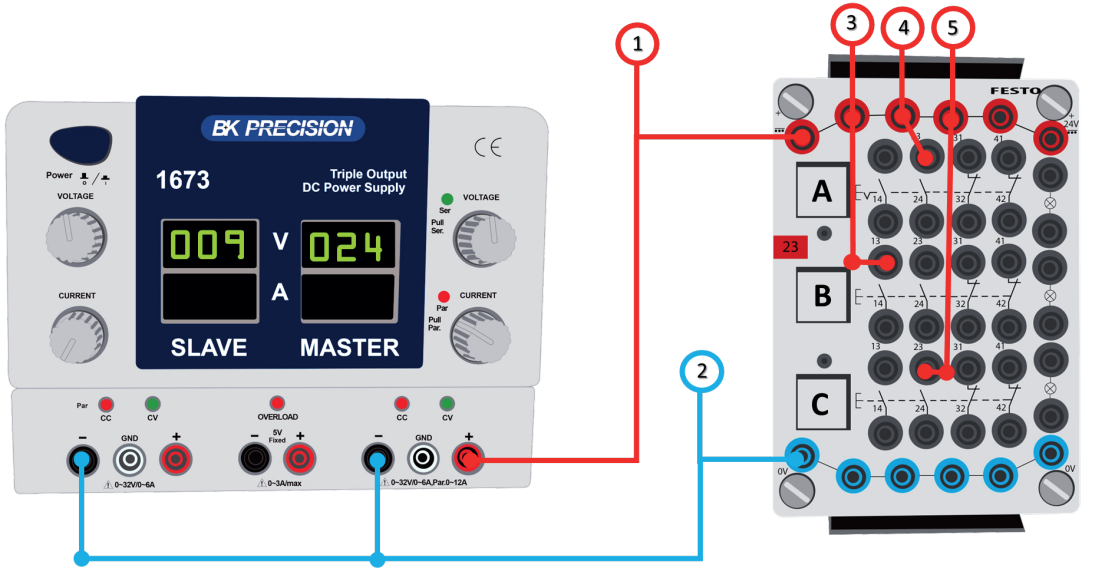
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





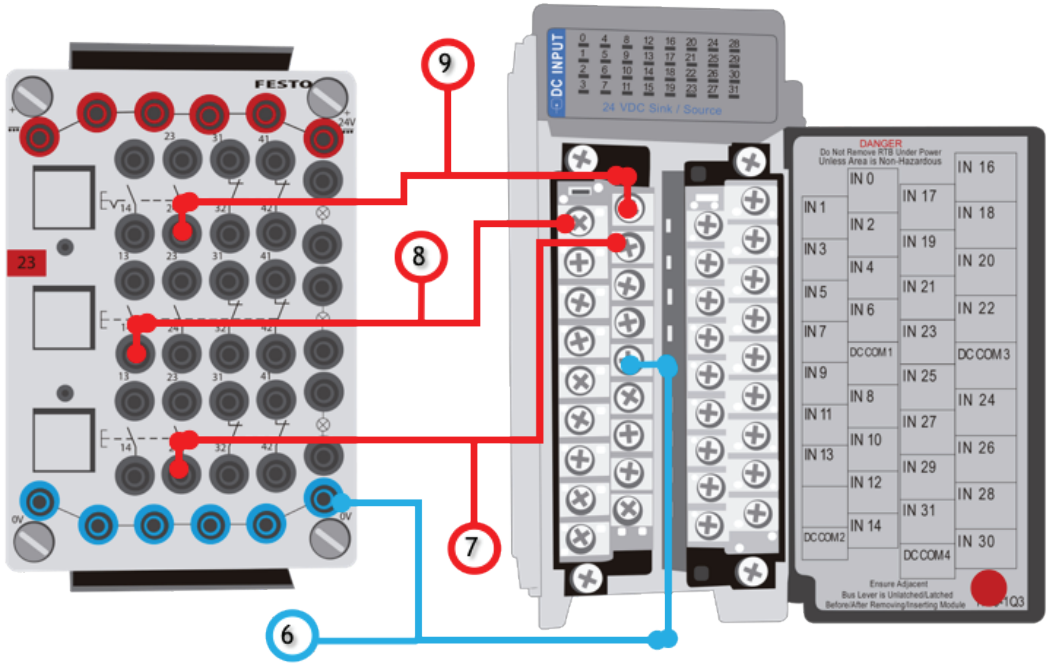
Cableado de botonera a módulo de entradas



6.- Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
8.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.
9.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.2.

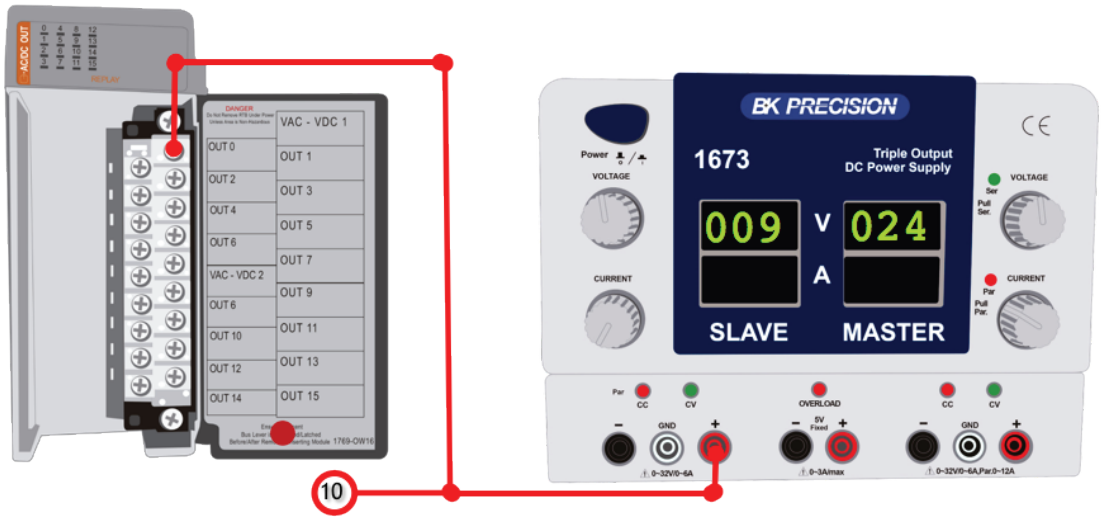


Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de fuente de poder a módulo de salidas

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

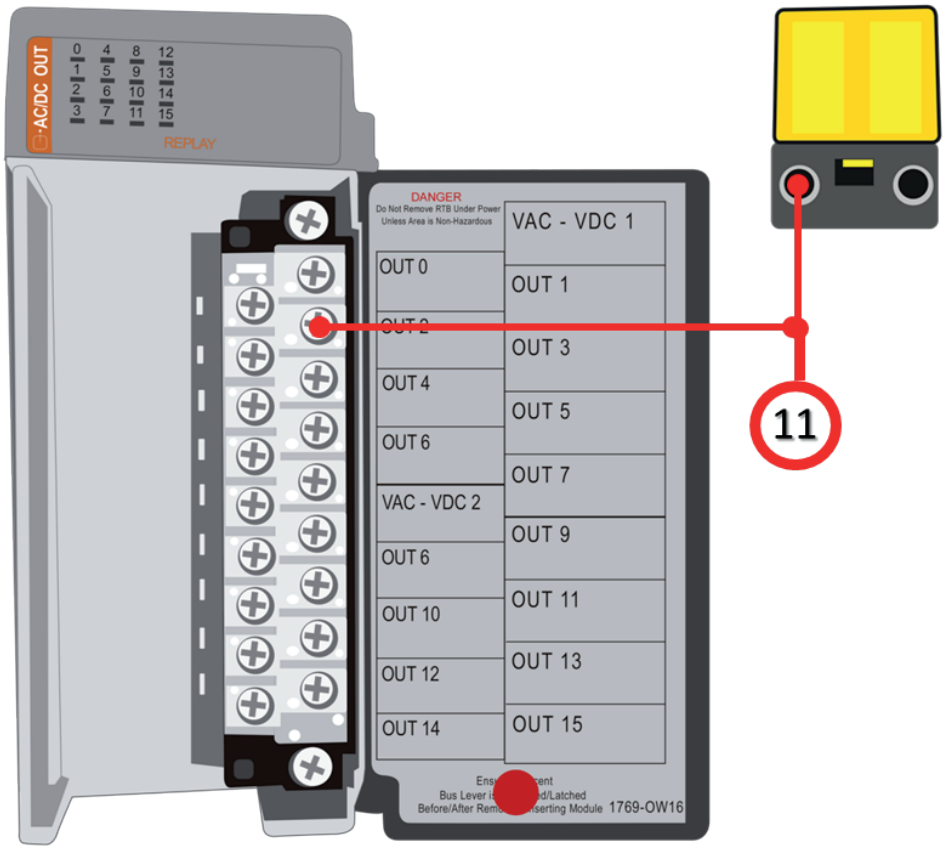




Cableado de módulo de salidas a actuadores

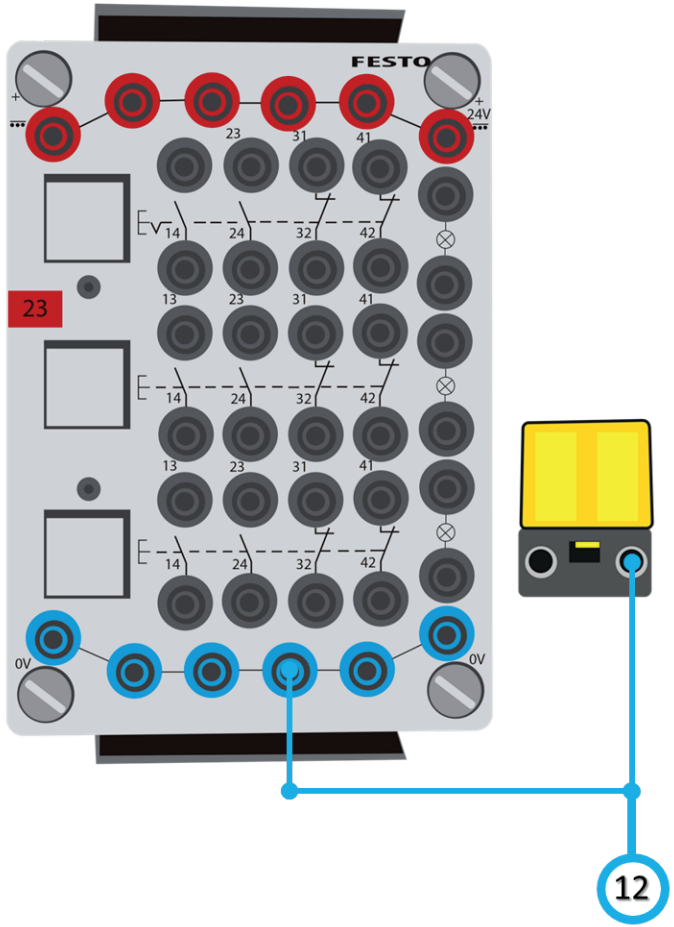


10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.
11.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
12.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.



Cableado de salidas externas a botonera

12.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





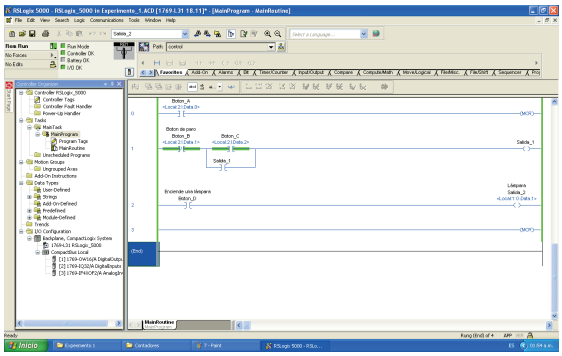
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



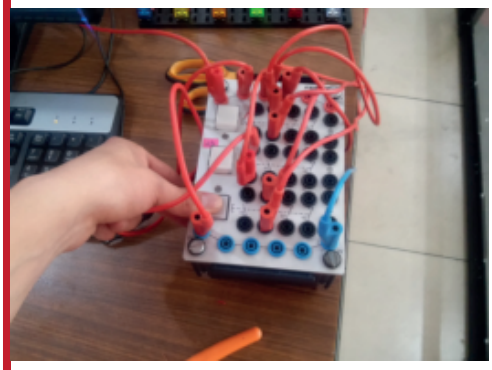
Puesta en marcha y representación física



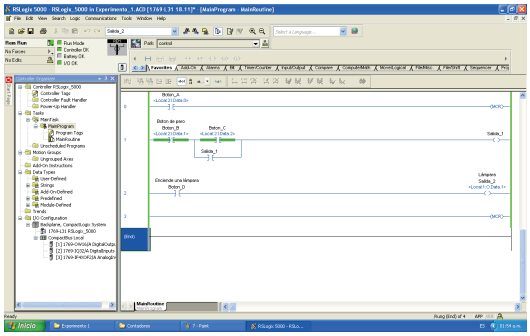
1 Poniendo en línea a el PLC



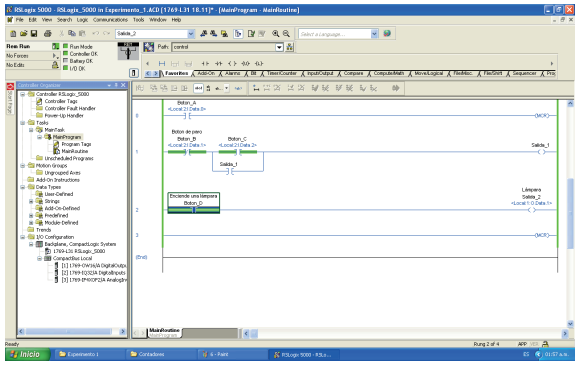
2 Programa funcionando



3 Presiona el botón "C"



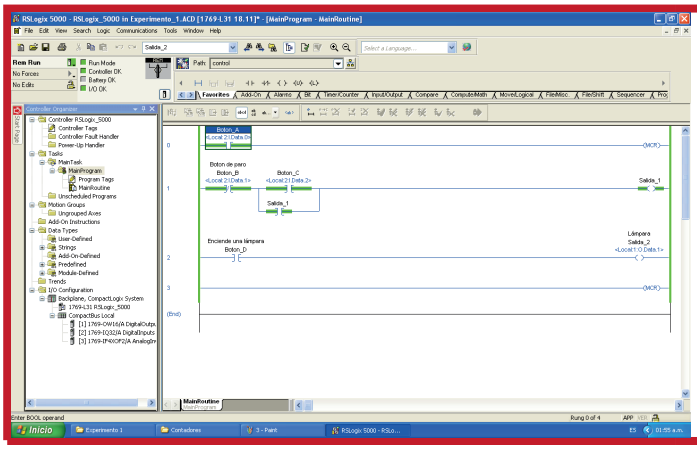
4 Observa que no se activa ninguna salida dentro de las dos instrucciones MCR



5



6 Mantén presionado el botón "A"



7

Presiona los botones “C” y “B” y comprueba que la lógica de los escalones está trabajando



Experimento 2



Pista 86

Funcionamiento de la instrucción de salto JMP

En este tercer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de salto JMP.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 3 bombillas incandescentes.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contendrá lo siguiente:

- Una instrucción de salto JMP
- Una instrucción de etiqueta
- Cuatro contactos normalmente abierto (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1.
- Dos bobinas OTE: O:0.0/0, O:0.0/1.

El programa realiza lo siguiente:

1.- Si el contacto I:0.0/0 se cierra, se activa la bobina O:0.0/0.

2.- Cuando se cierra el contacto I:0.0/1 la instrucción JMP se activa y salta hacia el escalon 0003.

3.- Si el contacto I:0.0/0 se cierra, se activa la bobina O:0.0/1.

4.- Si la instrucción JMP se activa, el escalon 0003 permitirá la continuidad para el contacto I:0.0/0 y la bobina O:0.0/2.

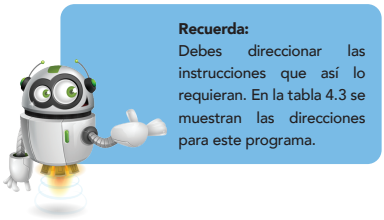


Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de salto JMP.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 4.3 se muestran las direcciones para este programa.

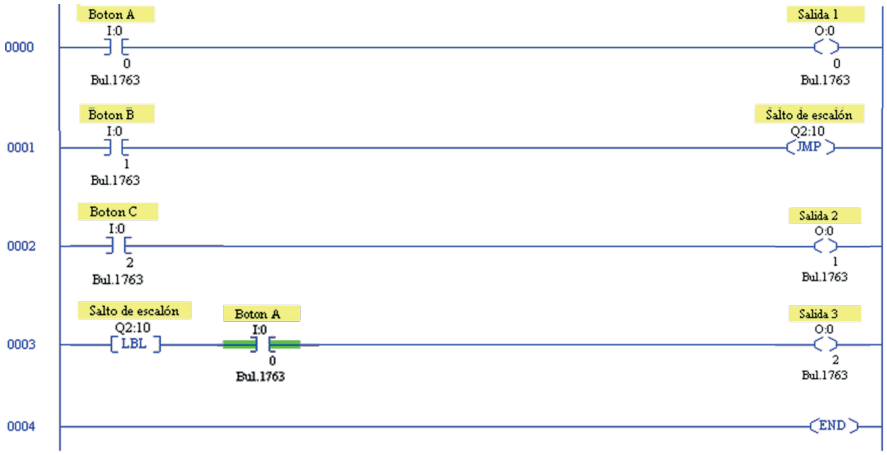


Figura 4-13: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0			Bobina (OTE)	O:0.0/0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1			Instrucción de salto JMP	Q2:10
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/2			Bobina (OTE)	O:0.0/1
0003	Instrucción de etiqueta LBL	Q2:10	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Bobina (OTE)	O:0.0/2

Tabla 4.3: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



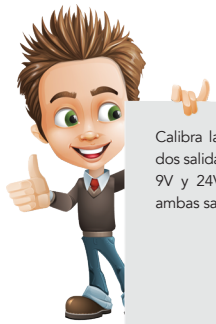
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



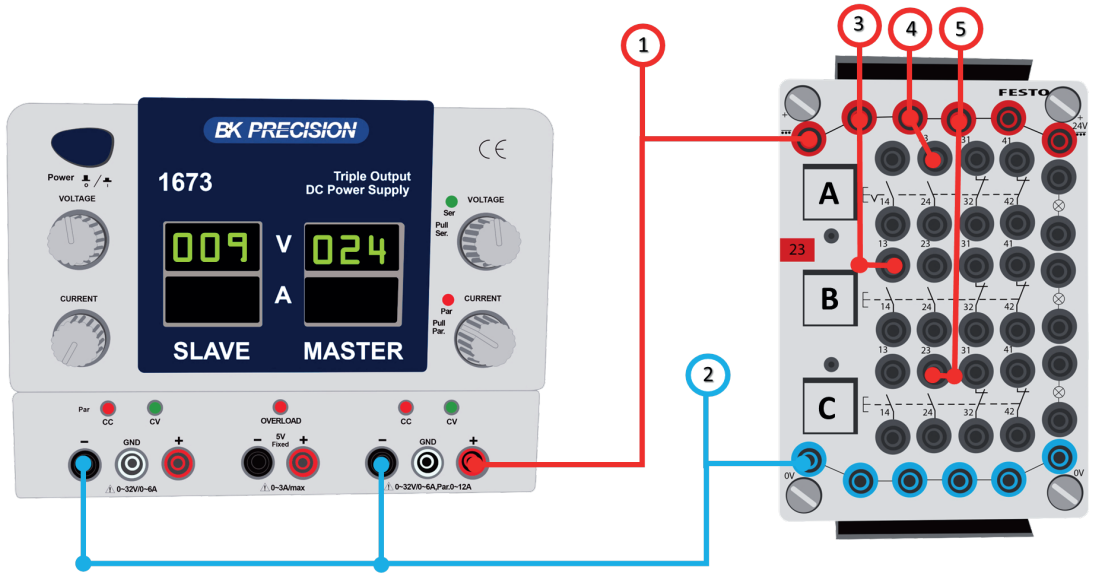
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





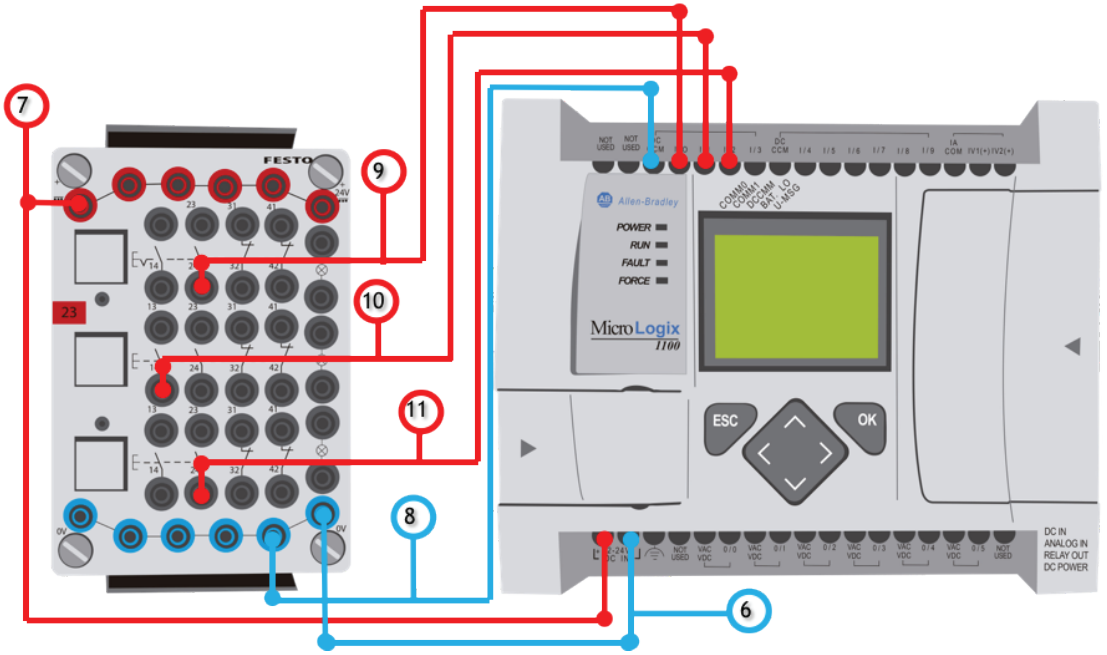
Cableado de botonera a PLC



6.- Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
8.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
10.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.
11.- Conexión a la entrada digital I:0.0/2.

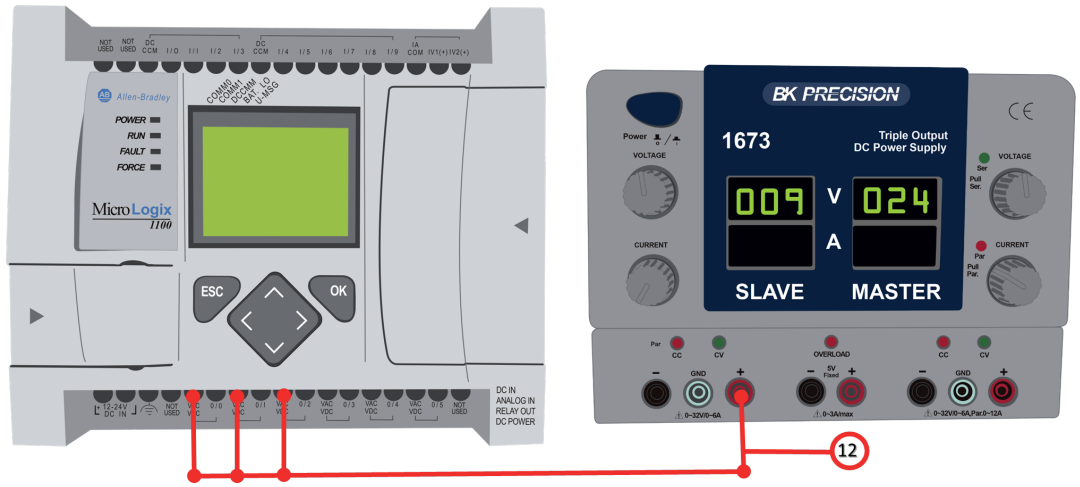


Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

12.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

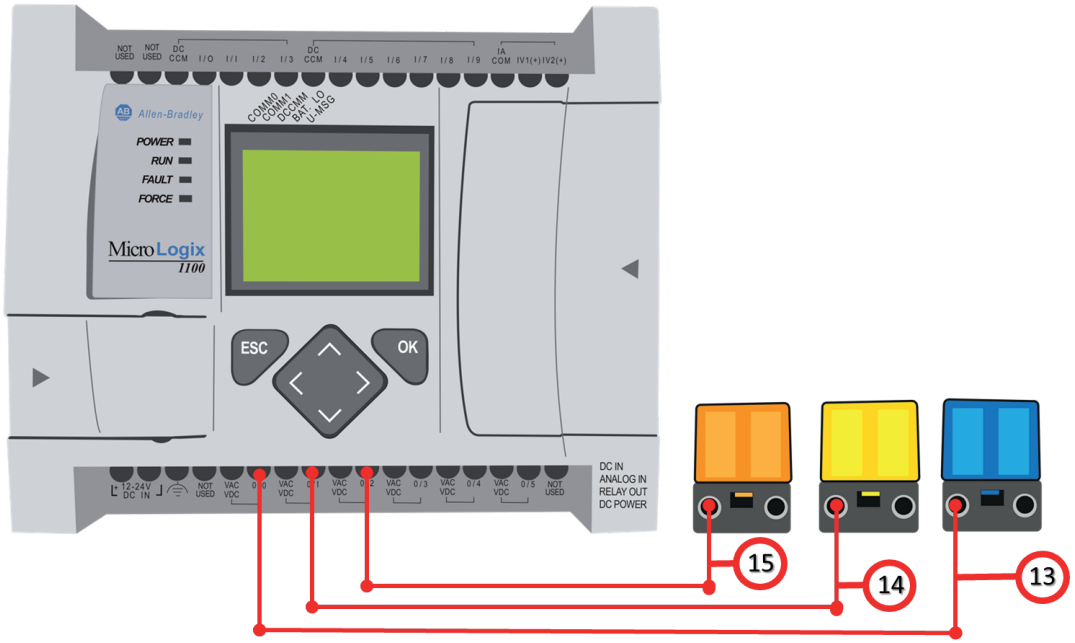




Cableado de
PLC a salidas externas

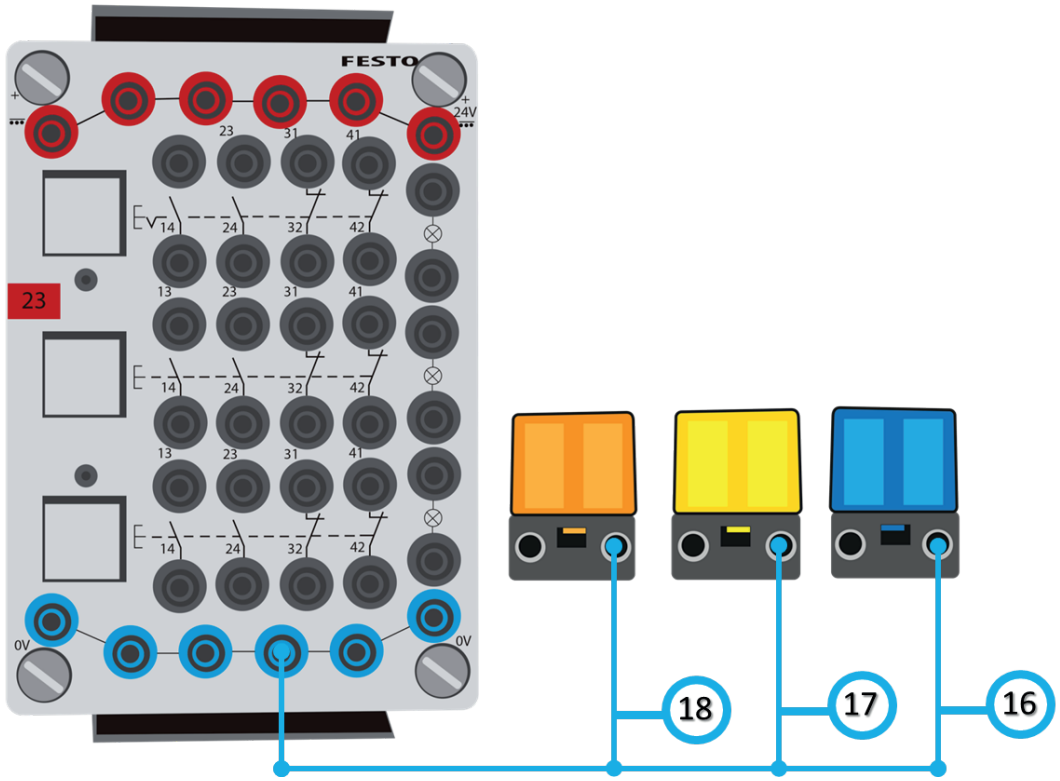


13.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
14.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
15.- Conexión de la terminal O/2 a la lámpara naranja.



Cableado de salidas externas a botonera

16.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
17.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
18.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.





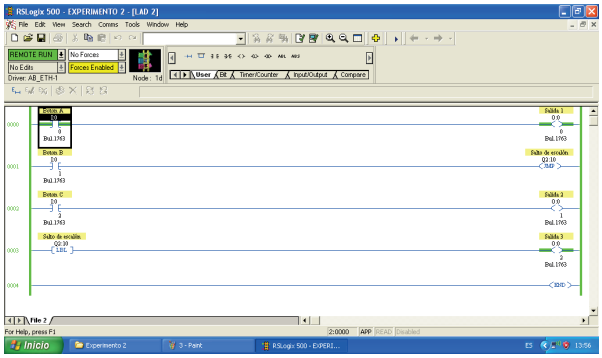
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



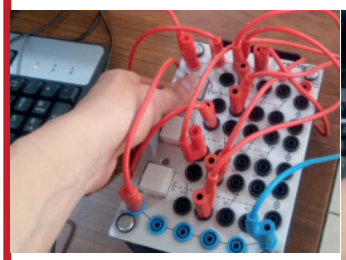
Puesta en marcha y representación física

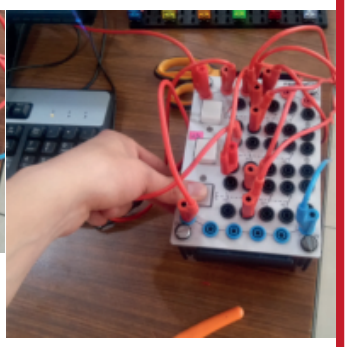


1 Poniendo en línea a el PLC

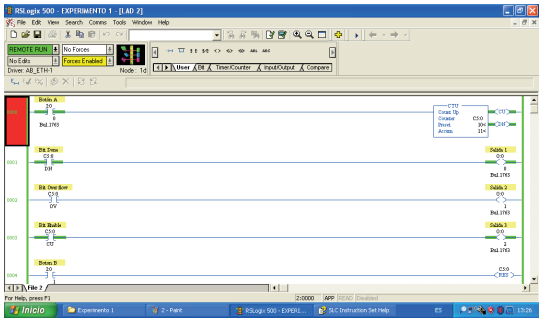


2 Programa funcionando





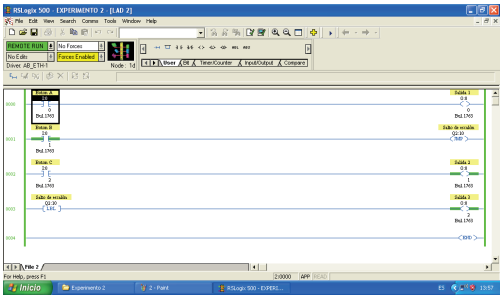
3 Presiona los botones "A" y "C"



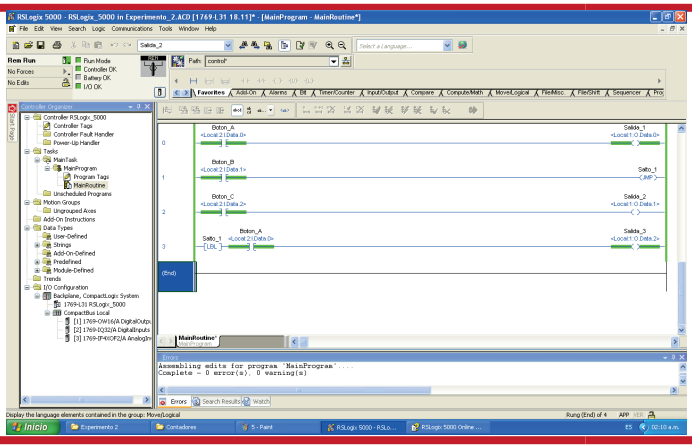
4 Observa que el programa funciona con normalidad



5 Mantén presionado el botón "B"



6 Y date cuenta que la actividad se escaneo de los escalones que se encuentran dentro de JMP y LBL se ha suspendido



7

Y se salta al escalón 3



Programación en RSLogix 5000



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 4.4 se muestran las direcciones para este programa.

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de salto JMP.

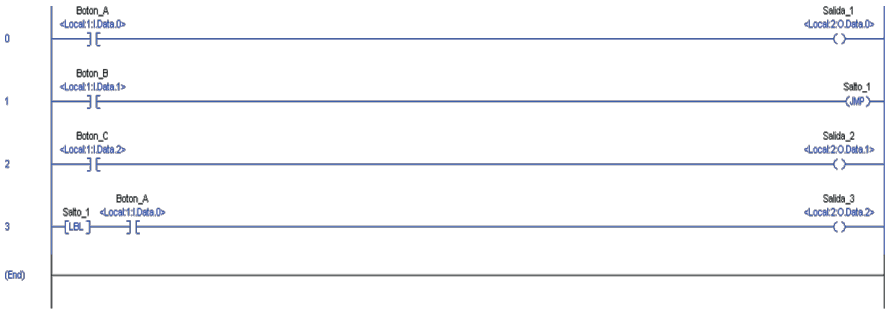


Figura 4-14: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_A" Local:2:I. Data.0			Bobina (OTE)	"Salida_1" Local:1:O. Data.0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Local:2:I. Data.1			Instrucción de salto JMP	Salto_1
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_C" Local:2:I. Data.2			Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O. Data.1
0003	Instrucción de etiqueta LBL	Salto_1	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Bobina (OTE)	"Salida_3" Local:1:O. Data.2

Tabla 4.4: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



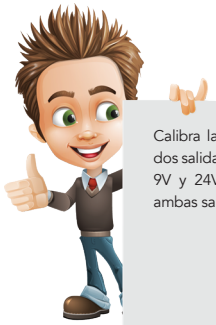
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





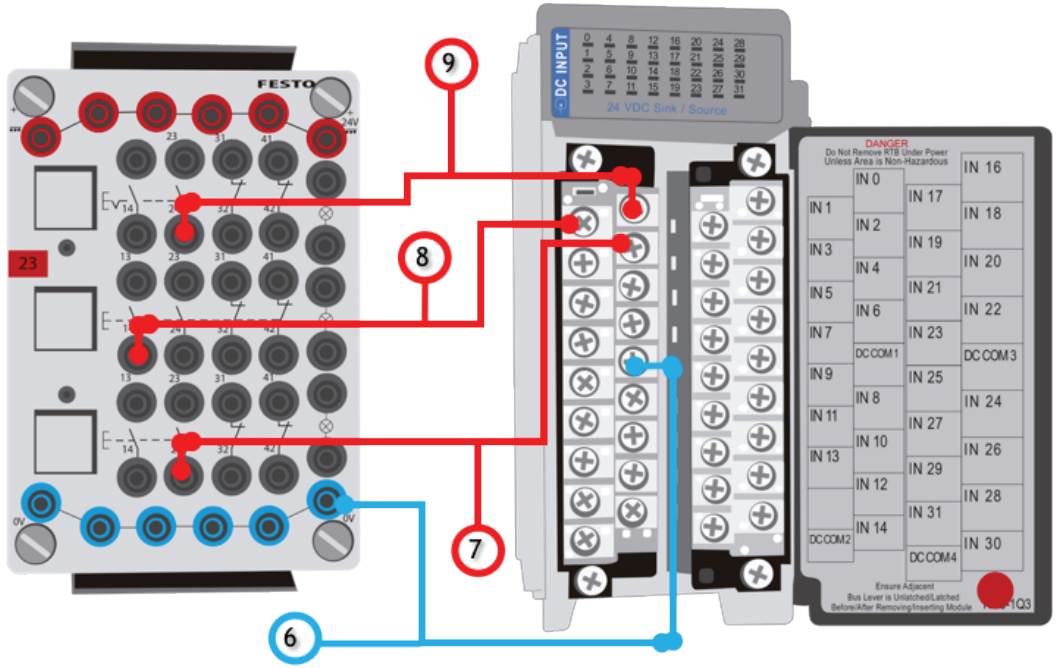
Cableado de botonera a módulo de entradas



6.-Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
8.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.
9.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.2.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

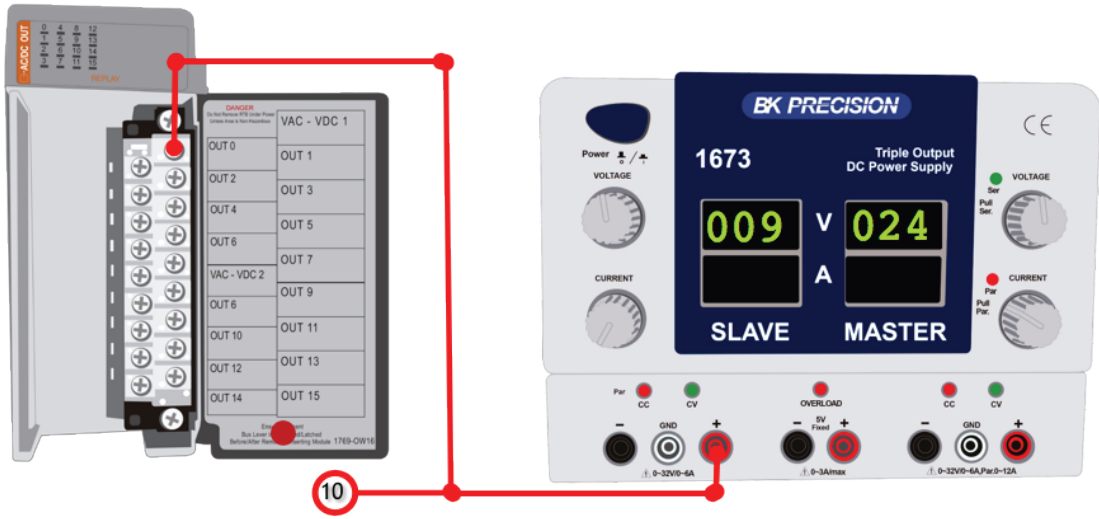




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

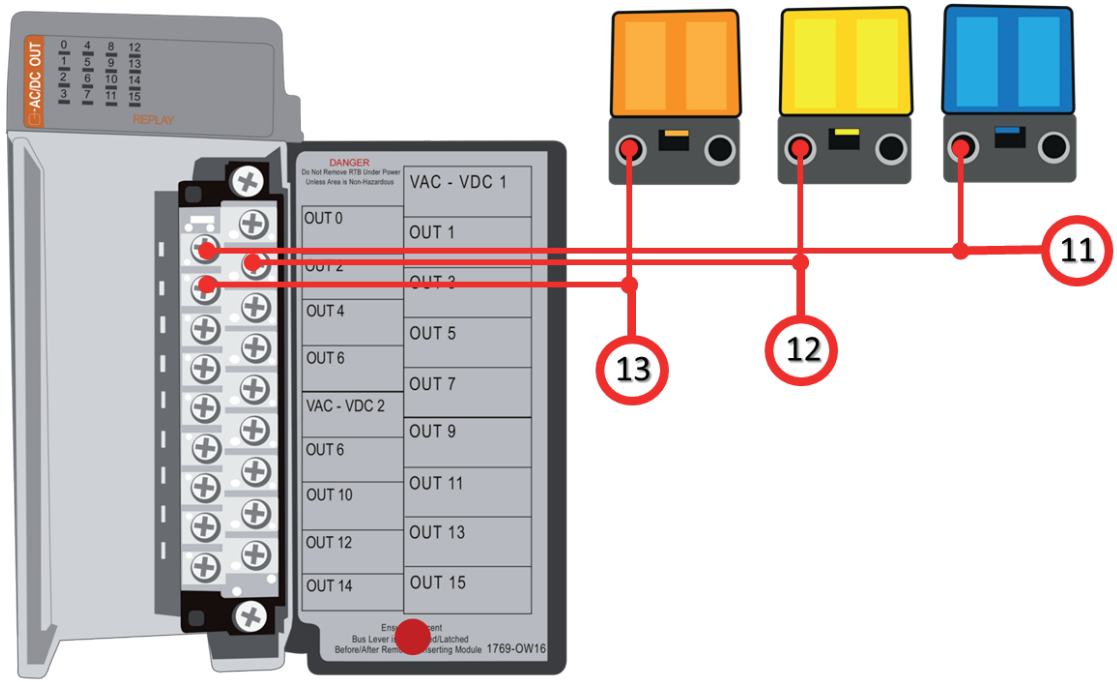




Cableado de módulo de salidas a actuadores

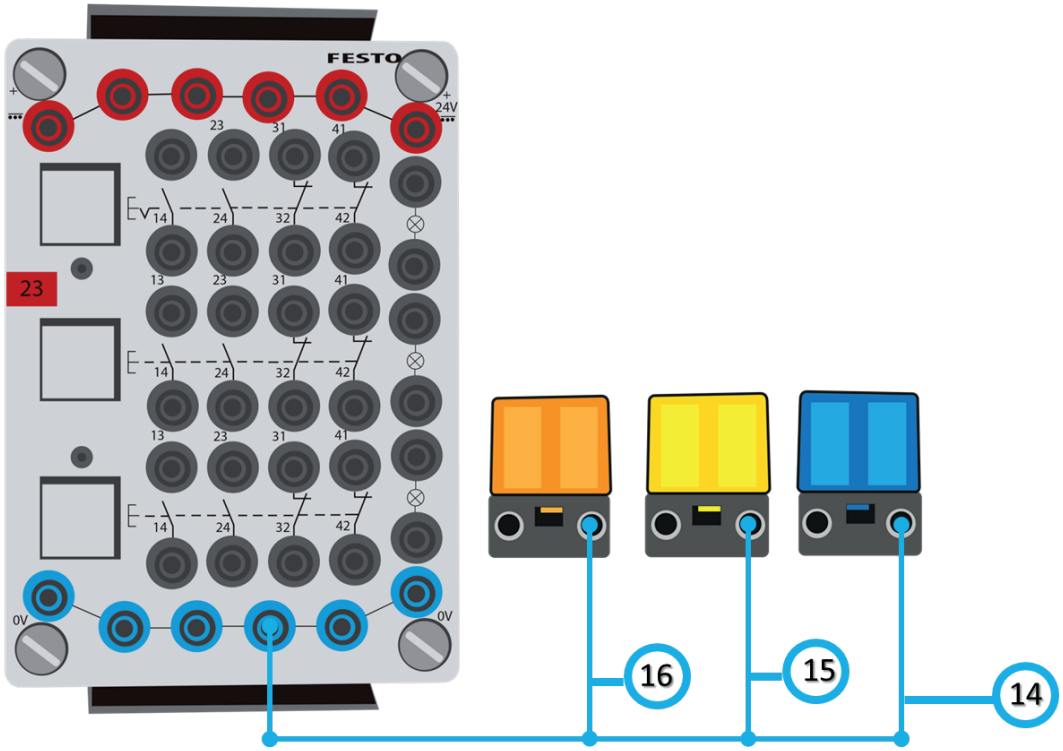


11.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
13.- Conexión de la terminal Out 2 a la lámpara naranja.



Cableado de salidas externas a botonera

14.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
15.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
16.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.





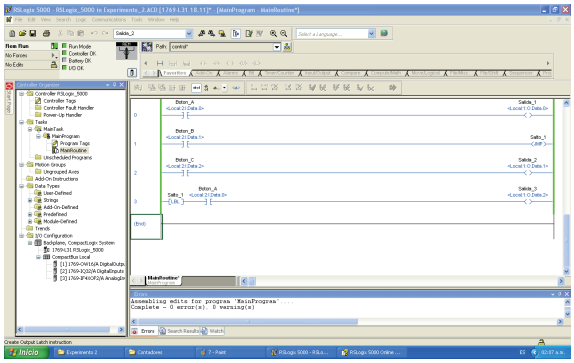
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



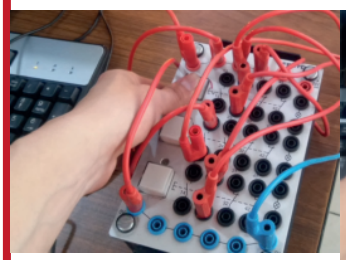
Puesta en marcha y representación física

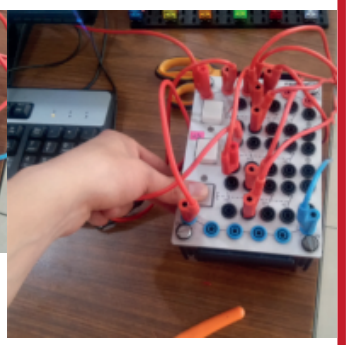


1 Poniendo en línea a el PLC

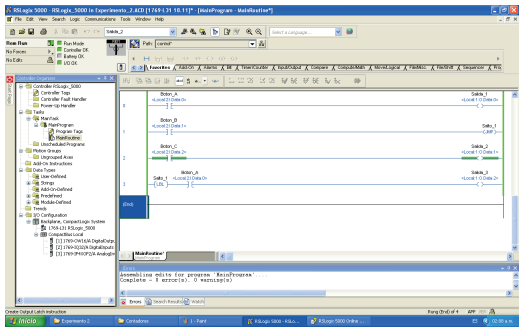


2 Programa funcionando





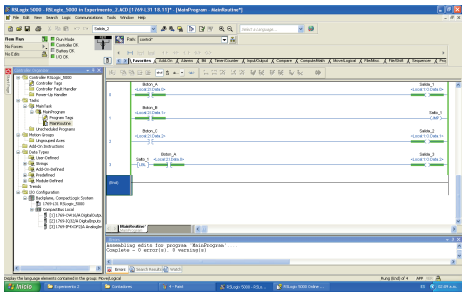
3 Presiona los botones "A" y "C"



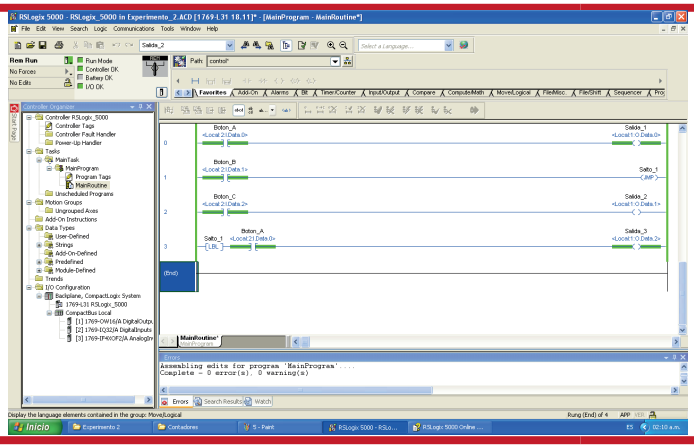
4 Observa que el programa funciona con normalidad



5 Mantén presionado el botón "B"



6 Y date cuenta que la actividad se escaneo de los escalones que se encuentran dentro de JMP y LBL se ha suspendido



7

Y se salta al escalón 3



Experimento 3



Pista 87

Funcionamiento de la instrucción de paro temporal TND

En este tercer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de paro temporal TND.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 2 bombillas incandescentes.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contendrá:

- Un temporizador con retardo a la conexión TON
- Una instrucción de paro temporal TND
- Siete contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, T4:0.DN, T4:0.TT.
- Dos bobinas OTE: O:0.0/0, O:0.0/1.

El programa realiza lo siguiente:



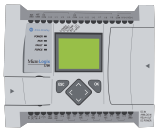
Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

1.- Si el contacto I:0.0/0 se cierra, se activa el temporizador TON T4:0.

2.- Cuando el tiempo preestablecido es igual al valor del acumulador el contacto normalmente abierto T4:0.DN se cierra, y la salida O:0.0/0 se activa.

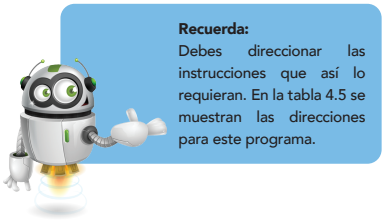
3.- Cuando valor del acumulador sigue cambiando el contacto normalmente abierto T4:0.TT se cierra, y la salida O:0.0/1 se activa.

4.- Si la instrucción TND se activa, el escalon 0001 no permitirá la continuidad para el resto de los escalones.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 4.5 se muestran las direcciones para este programa.

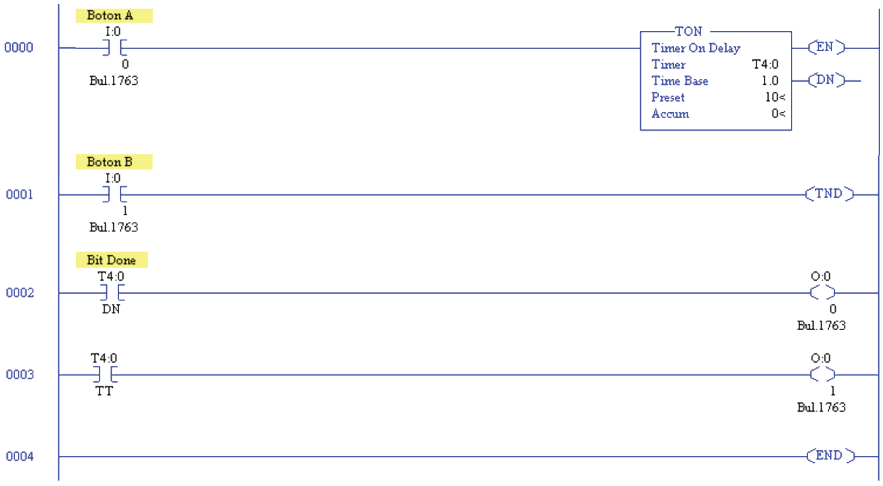


Figura 4-15: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Temporizador con retardo a la conexión TON	T4:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Instrucción de paro temporal TND	-
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0. DN	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0.TT	Bobina (OTE)	O:0.0/1

Tabla 4.5: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



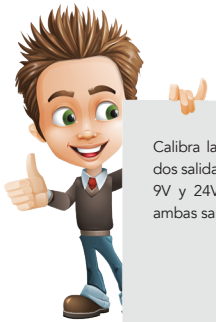
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



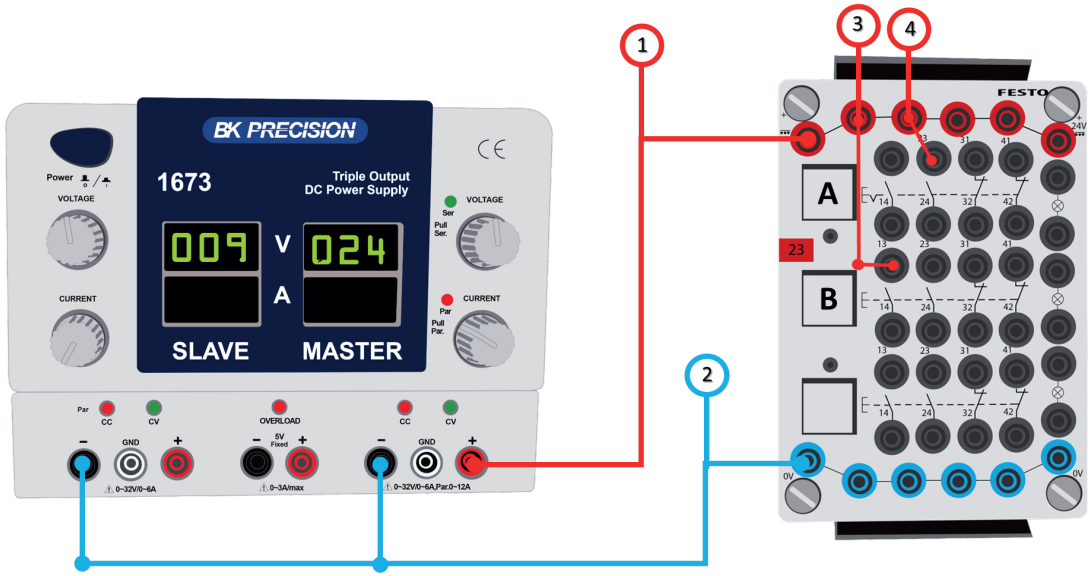
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





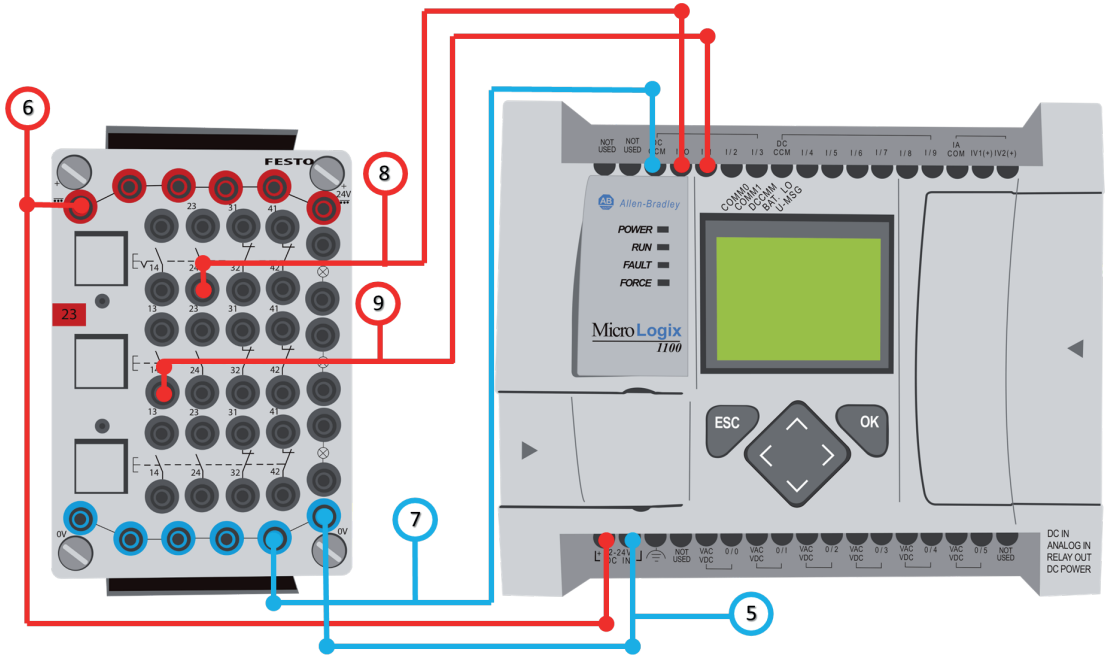
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.

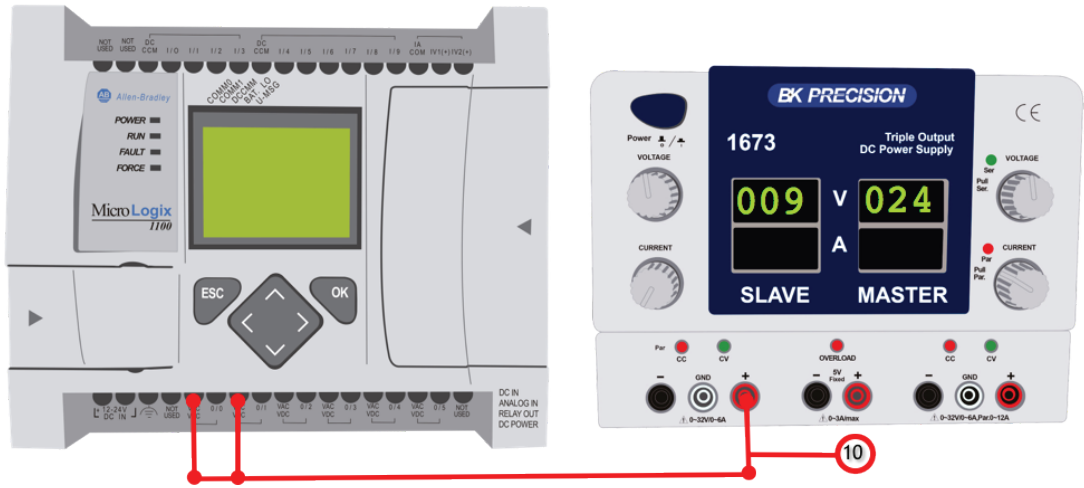


Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

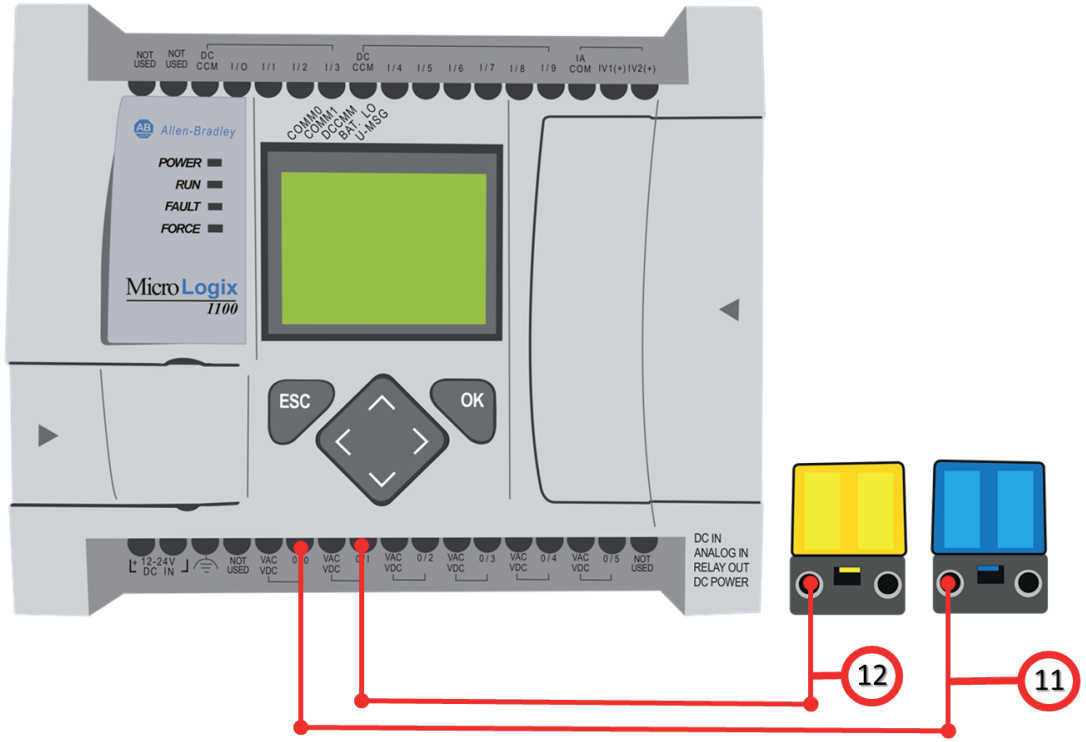




Cableado de PLC a salidas externas

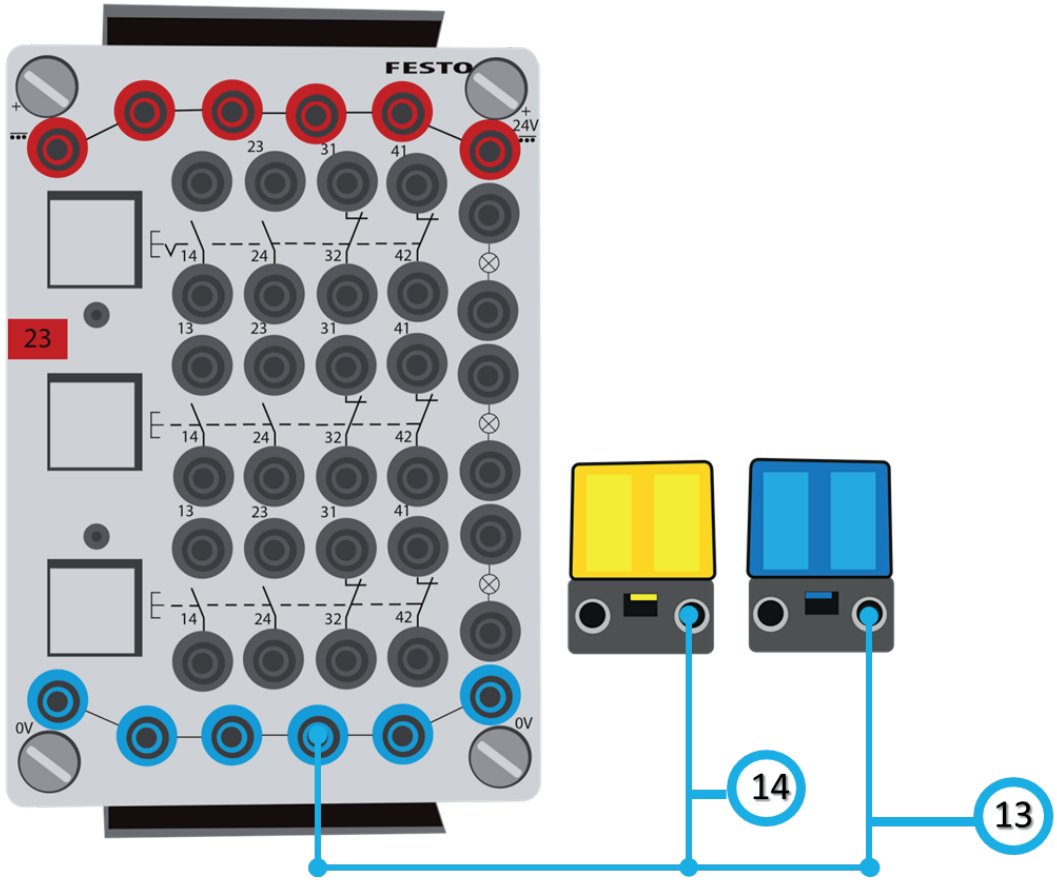


11.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

13.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.





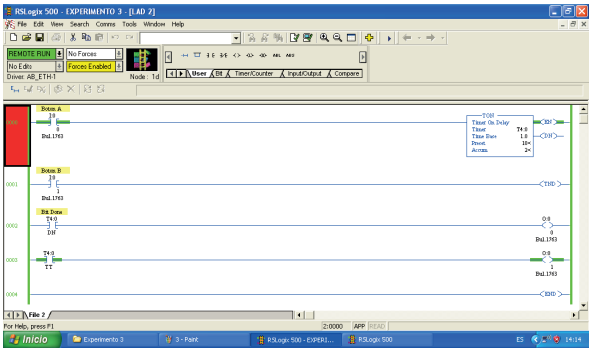
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



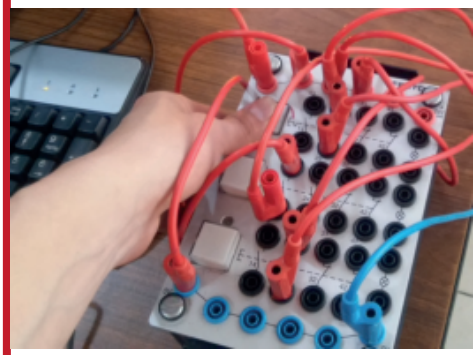
Puesta en marcha y representación física



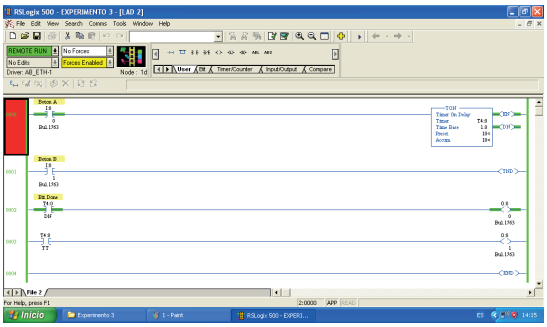
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



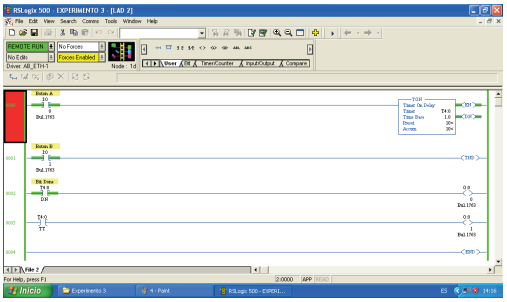
3 Presiona el botón "A"



4 Observa que el programa funciona con normalidad



5 Mantén presionado el botón "B"



6 Y date cuenta que la actividad se escaneo de los escalones que se encuentran abajo de TND se ha suspendido



Programación en RSLogix 5000



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 4.6 se muestran las direcciones para este programa.

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de la instrucción de paro temporal TND.

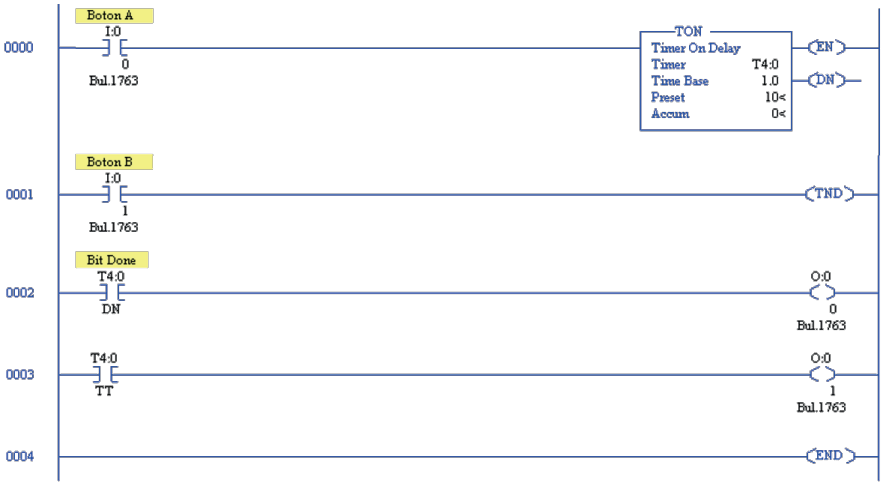


Figura 4-16: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento I	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local:2:I.Data.0	Temporizador con retardo a la conexión TON	Timer: Temporizador_1 Preset: 10000 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_B" Local:2:I.Data.1	Instrucción de paro temporal TND	-
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.DN	Bobina (OTE)	"Salida_1" Local:1:O.Data.0
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.TT	Bobina (OTE)	"Salida_2" Local: 1: O.Data:1

Tabla 4.6: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



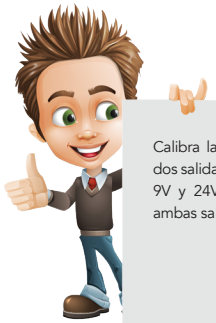
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



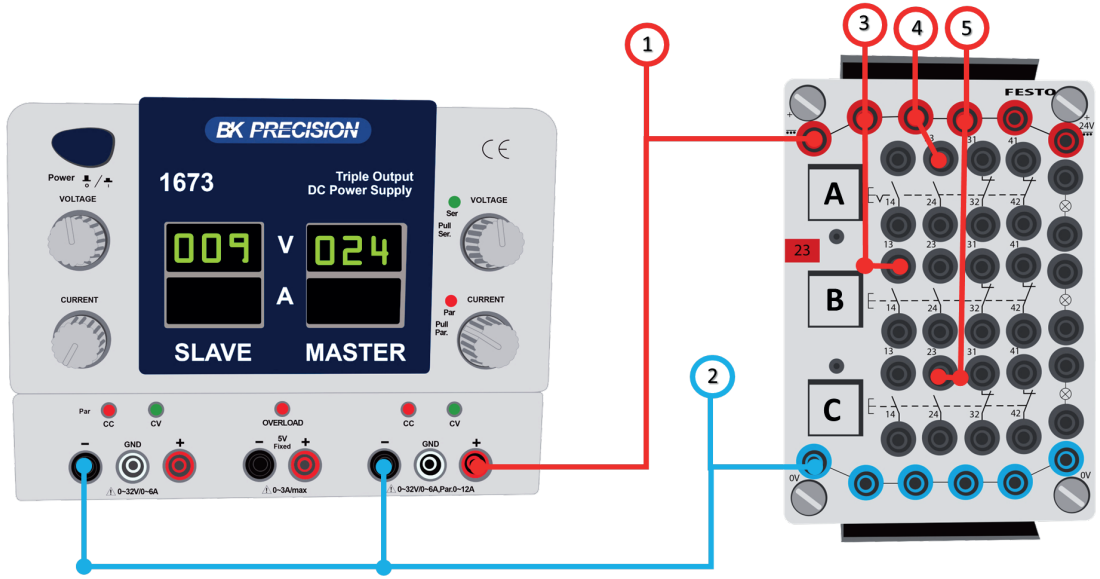
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





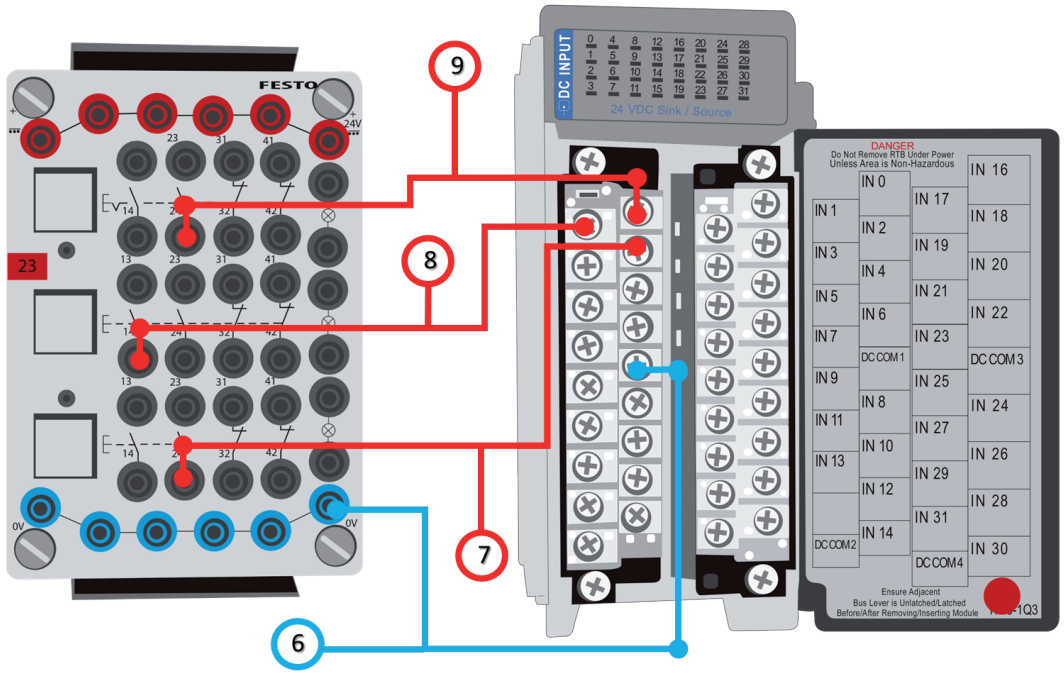
Cableado de botonera a módulo de entradas



6.-Tierra para DC Com 1.
7.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.2.
8.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.
9.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

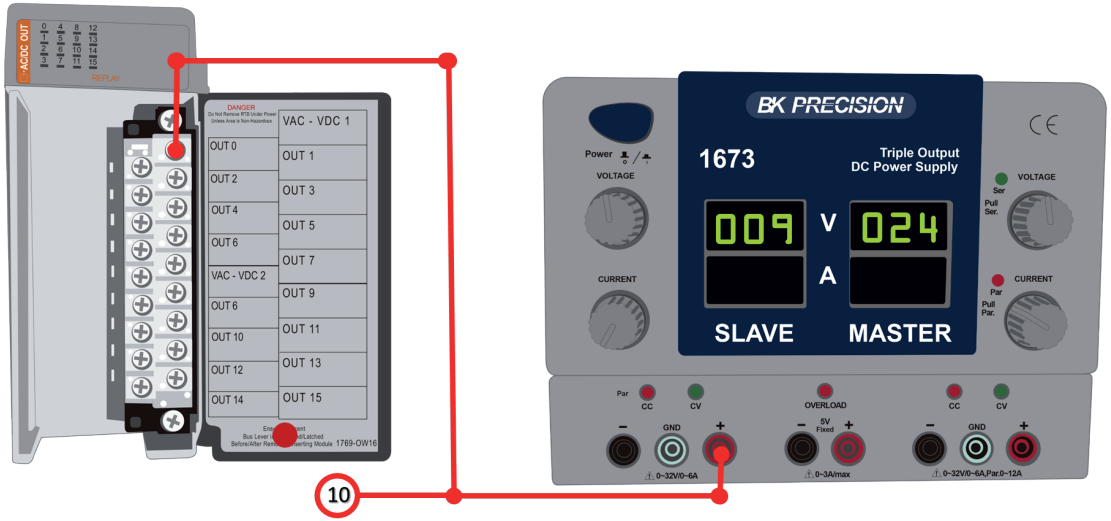




Cableado de fuente de poder módulo de salidas



10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

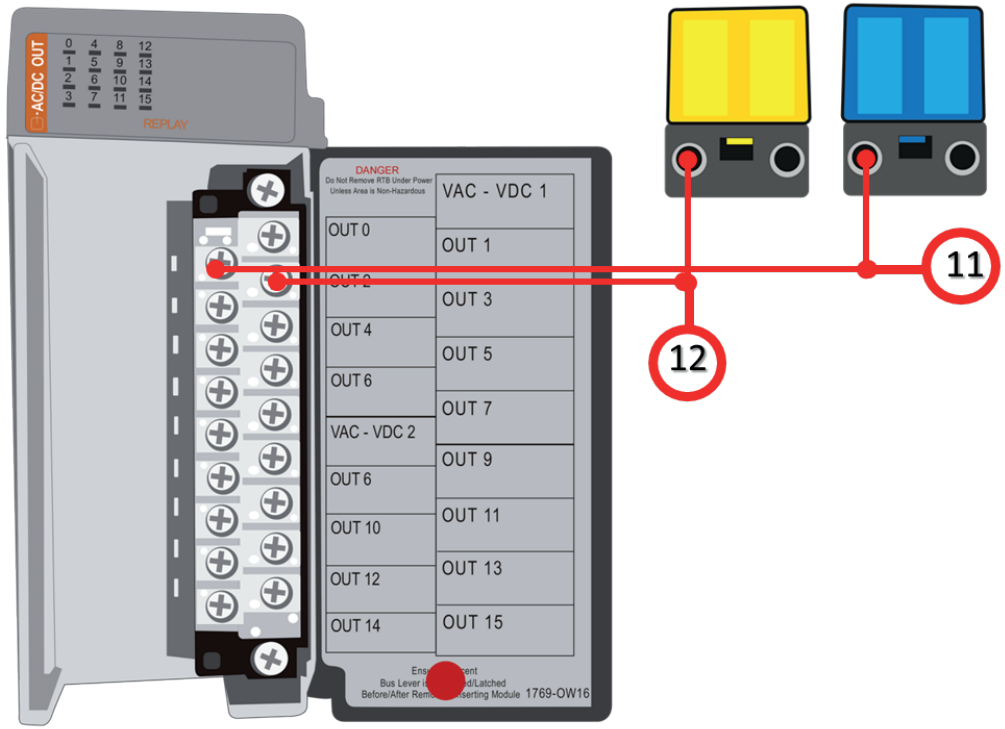




Cableado de módulo de salidas a actuadores

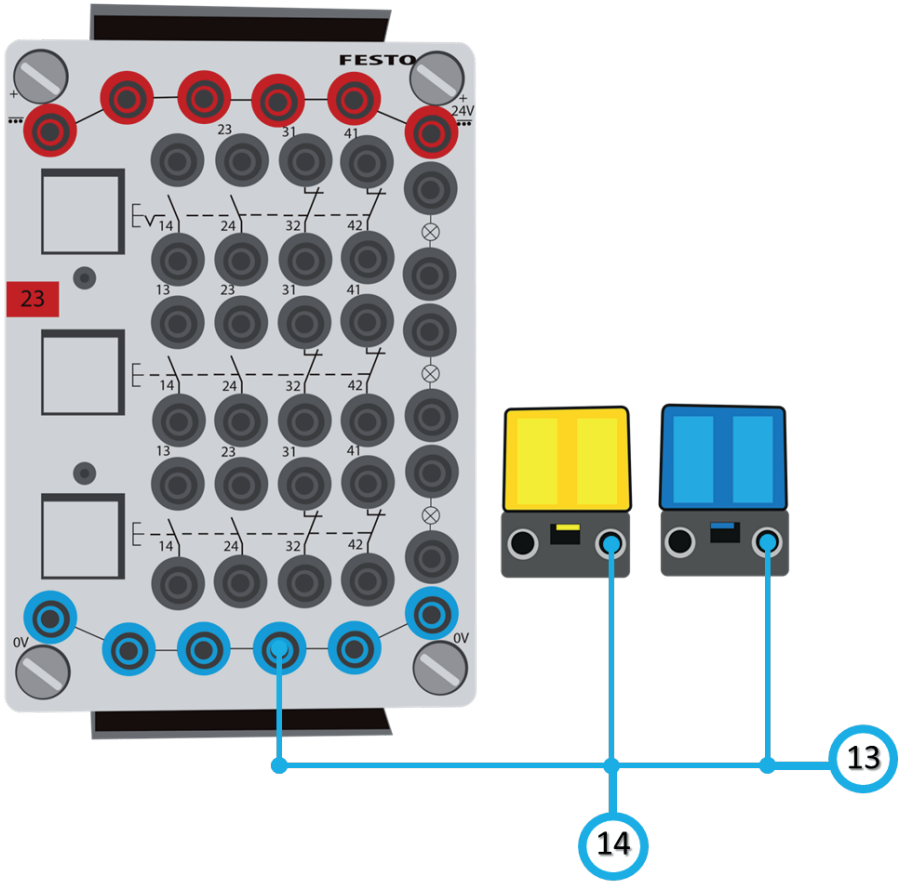


11.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.



Cableado de salidas externas a botonera

13.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.

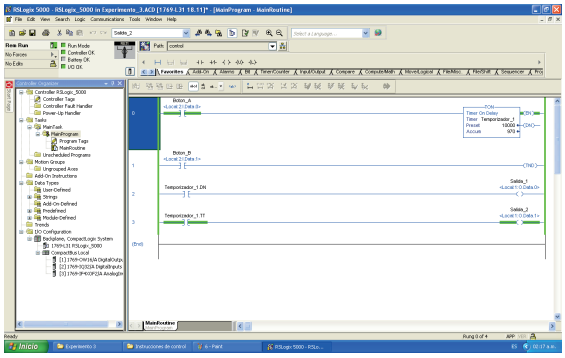


Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.

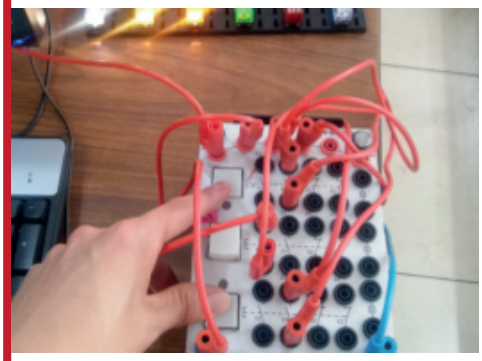
Puesta en marcha y representación física



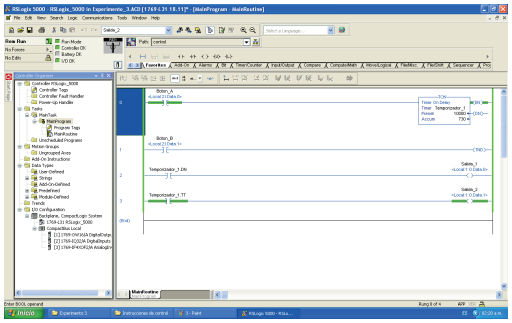
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



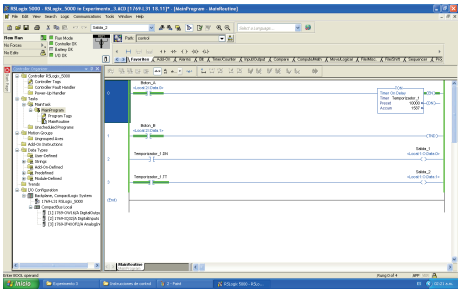
3 Presiona los botones "A" y "C"



4 Observa que el programa funciona con normalidad



5 Mantén presionado el botón "B"



6 Y date cuenta que la actividad se escaneo de los escalones que se encuentran abajo de TND se ha suspendido

Ejercicio guiado para instrucciones de control

Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Material didáctico para
Instrucciones de control





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar tu imaginación, ejercitar la manipulación y construcción de sistemas, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

INSTRUCCIONES MATEMÁTICAS


Pista 91



Objetivos del capítulo

Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Definir que es una instrucción matemática
- Describir la operación de una instrucción matemática
- Analizar e interpretar instrucciones matemáticas dentro de un diagrama en escalera
- Conocer los parámetros necesarios para programar instrucciones matemáticas.



Pista 45

Instrucciones matemáticas

Las instrucciones matemáticas son funciones de salida que permiten realizar operaciones aritméticas en valores almacenados dentro de registros (Petruzella, 2011).

Dependiendo en el tipo de procesador que es usado, se podrán usar distintas instrucciones.



Pista 93

Parámetros de las instrucciones matemáticas

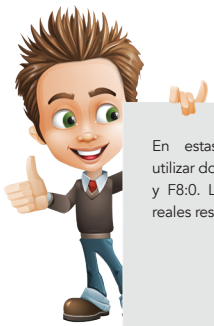
Los parámetros que se utilizan dentro de estas instrucciones son 3:

- **Source A:** Es el primero de los dos registros almacenados que se utiliza para realizar una operación aritmética.
- **Source B:** Es el segundo de los dos registros almacenados que se utiliza para realizar una operación aritmética.
- **Destination:** Es la dirección en la que se almacena el resultado de la operación hecha con los dos registros (Source A y Source B).



Ejemplo:
Puedes utilizar algunos parámetros de funciones como las de contador y temporizador dentro de las instrucciones matemáticas.

Por ejemplo:
Source A: C4:0.ACC.
Source B:5.



En estas instrucciones puedes utilizar dos tipos de variables: N7:0 y F8:0. Las cuales son enteros y reales respectivamente.



Pista 94

Funcionamiento de las instrucciones de control

El funcionamiento de cualquier instrucción matemática se puede resumir de la siguiente manera:

- Se agrega una instrucción en un escalón de un programa, y se les asignan las direcciones a los 3 parámetros.
- Cuando el escalón en el que se encuentra la función se hace verdadero, la instrucción realiza la operación aritmética designada y la almacena en una dirección o variable.



Pista 95

Programación general de una instrucción matemática

Normalmente los registros que utiliza una instrucción matemática se encuentran como un archivo del tipo N7.



Tipos de instrucciones matemáticas

De forma general hay 10 tipos de instrucciones matemáticas (figura 5-1):

- **Instrucción de suma ADD (Addition)**
- **Instrucción de resta SUB (Subtract)**
- **Instrucción de multiplicación MUL (Multiply)**
- **Instrucción de división DIV (Divide)**
- **Instrucción de raíz cuadrada SQR (Square root)**
- **Instrucción para negar NEG (Negate)**
- **Convertidor a BCD (TOD)**
- **Convertidor de BDC (FRD)**
- **Escalar datos SCL (Scale data)**

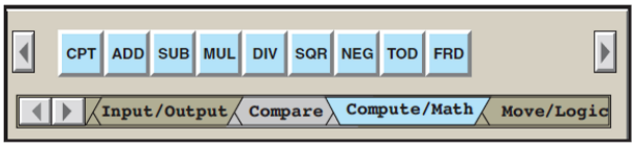


Figura 5-1: Barra de herramientas para seleccionar instrucciones matemáticas.
Fuente: (Petruzella 2011)


Pista 97

Instrucción de suma ADD (Addition)

La función ADD (figura 5-2) realiza la suma de dos valores (A y B) almacenados previamente referenciados.

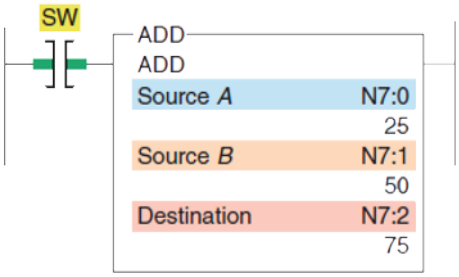


Figura 5-2: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)


Pista 98

Instrucción de resta SUB (Subtract)

La instrucción SUB (figura 5-3) es una función de salida que substrae un valor (A) de otro (B) y almacena el resultado en una dirección preestablecida.

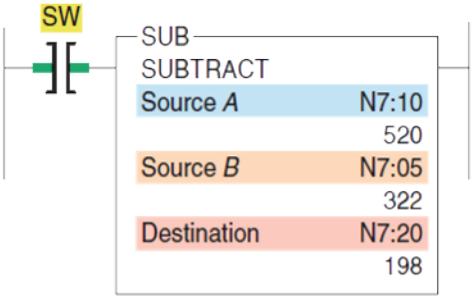


Figura 5-3: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 99

Instrucción de multiplicación MUL (Multiply)

La función de multiplicación MUL (figura 5-4) es una instrucción de salida que realiza el producto de dos valores (A y B) y lo almacena en una dirección preestablecida.

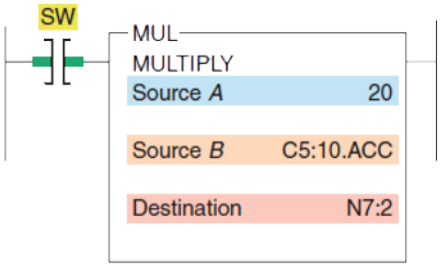


Figura 5-4: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 100

Instrucción de división DIV (Divide)

La instrucción de división DIV (figura 5-5), divide un valor (A) entre otro (B) y almacena el resultado en una dirección preestablecida.

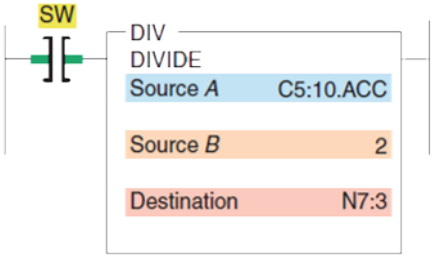


Figura 5-5: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)


Pista 101

Instrucción de cálculo CPT (Compute)

Esta instrucción (figura 5-6) evalúa una expresión aritmética o lógica y el resultado es enviado a un destino preestablecido.

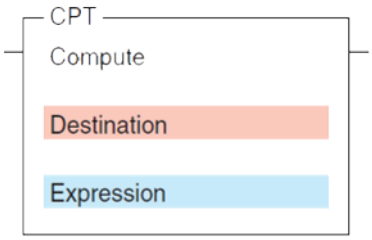


Figura 5-6: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)


Pista 102

Instrucción de raíz cuadrada SQR (Square root)

Calcula la raíz cuadrada (Figura 5-7) de una fuente y coloca el resultado en un destino designado por el programador.

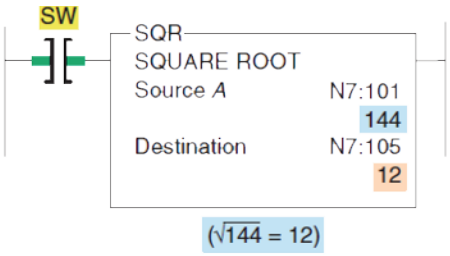


Figura 5-7: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 103

Instrucción para negar NEG (Negate)

Cambia el signo de una fuente (figura 5-8), de positivo a negativo, y lo localiza en un destino designado.

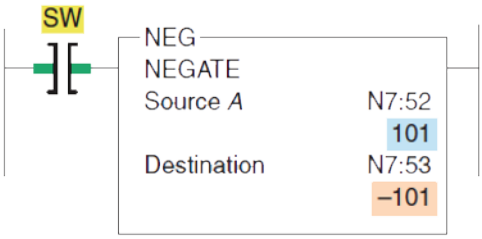


Figura 5-8: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 104

Convertidor a BCD (TOD)

Esta instrucción (figura 5-9) convierte enteros de 16 bits en número decimal codificado en binario (BCD). Puede ser usada cuando se está transfiriendo datos del procesador, el cual almacena datos en formato binario, a un dispositivo externo.

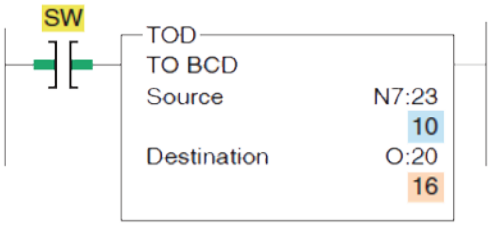


Figura 5-9: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 105



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 754 a la 79.
RSLogix 5000: De la página 115 a la 120.

Convertidor de BDC (FRD)

Esta instrucción (figura 5-10) es usada para convertir valores decimales codificados en binario a valores enteros. Puede convertir datos provenientes de una fuente externa.



Figura 5-10: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 106

Escalar datos SCL (Scale data)

Esta instrucción (figura 5-11) es usada para agrandar o reducir un número en una escala determinada por el programador. El resultado siempre es redondeado y llevado a una localización predeterminada.

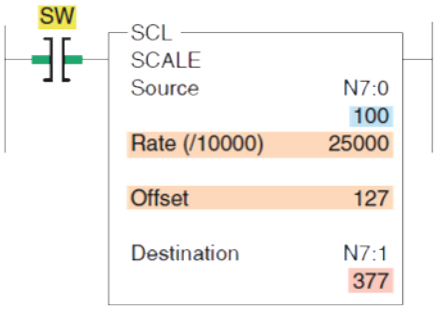


Figura 5-11: Descripción de los elementos de un temporizador.
Fuente: (Petruzella 2011)

Bibliografía

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.



Experimento 1



Pista 107

Funcionamiento de las instrucciones matemáticas

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones matemáticas.

Descripción del experimento



El diagrama en escalera contendrá:

- Ocho instrucciones matemáticas de salida: DIV, ADD, MUL, SUB, SQR, NEG, TOD, FRD.
- Ocho contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, y I:0.0/2, I:0.0/3, I:0.0/4, I:0.0/5, I:0.0/6, I:0.0/7.
- Once variables de tipo entero:
  N7:0= 2000.
  N7:1=2000.
  N7:2=0.
  N7:3=0.
  N7:4=3.
  N7:5=26.
  N7:6=5.
  N7:7=80.
  N7:8=12.
  N7:9=12.
  N7:10=185.
  N7:11=0.



El programa realizará lo siguiente:

1.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/0 se cierra, activa la instrucción de salida DIV para dividir el entero N7:5 con el entero N7:5. EL resultado se almacena en el entero N7:7.

2.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/1 se cierra, activa la instrucción de salida ADD para sumar el entero N7:0 con el entero N7:1. EL resultado se almacena en el entero N7:3.

3.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/2 se cierra, activa la instrucción de salida MUL para multiplicar el entero N7:4 por el entero N7:5. EL resultado se almacena en el entero N7:6.

4.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/3 se cierra, activa la instrucción de salida SUB para restar el entero N7:5 con el entero N7:6. EL resultado se almacena en el entero N7:12.

5.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/4 se cierra, activa la instrucción de salida SQR para realizar la raiz cuadrada del entero N7:5. EL resultado se almacena en el entero N7:6.

6.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/5 se cierra, activa la instrucción de salida NEG para cambiar el signo del entero N7:8. EL resultado se almacena en el entero N7:9.

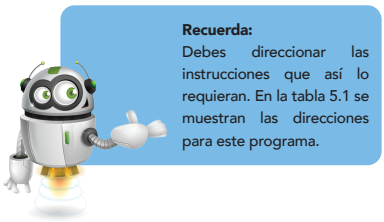
7.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/6 se cierra, activa la instrucción de salida TOD para transformar el entero binario N7:8 a decimal. EL resultado se almacena en el entero N7:11.

8.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/7 se cierra, activa la instrucción de salida FRD para transformar el entero binario N7:5 a decimal. EL resultado se almacena en el entero N7:6.



Programación en RSLogix 500

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones matemáticas.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 5.1 se muestran las direcciones para este programa.



Figura 5-12: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.0	Instrucción de salida DIV	Source A: N7:5 Source B: N7:6 Dest: N7:7
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.1	Instrucción de salida ADD	Source A: N7:0 Source B: N7:1 Dest: N7:3
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.2	Instrucción de salida MUL	Source A: N7:4 Source B: N7:5 Dest: N7:6
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.3	Instrucción de salida SUB	Source A: N7:5 Source B: N7:6 Dest: N7:9
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.4	Instrucción de salida SQR	Source A: N7:5 Dest: N7:6
0005	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.5	Instrucción de salida NEG	Source A: N7:8 Dest: N7:9

Tabla 5.1: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



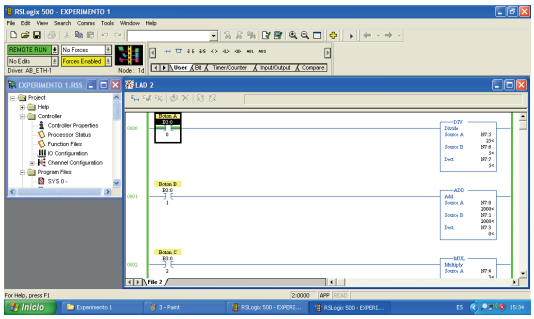
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



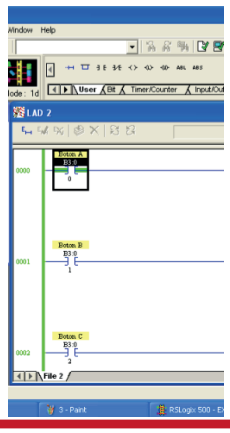
Puesta en marcha y representación física



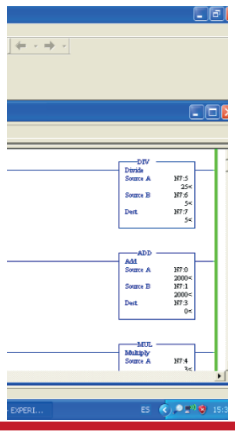
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Cierra los contactos por medio del programa



3 Y observa como las instrucciones matemáticas van operando

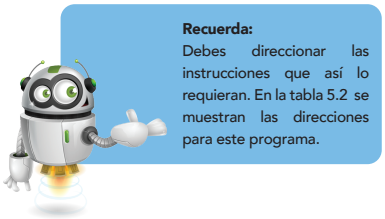


4



Programación en RSLogix 5000

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 5.2 se muestran las direcciones para este programa.

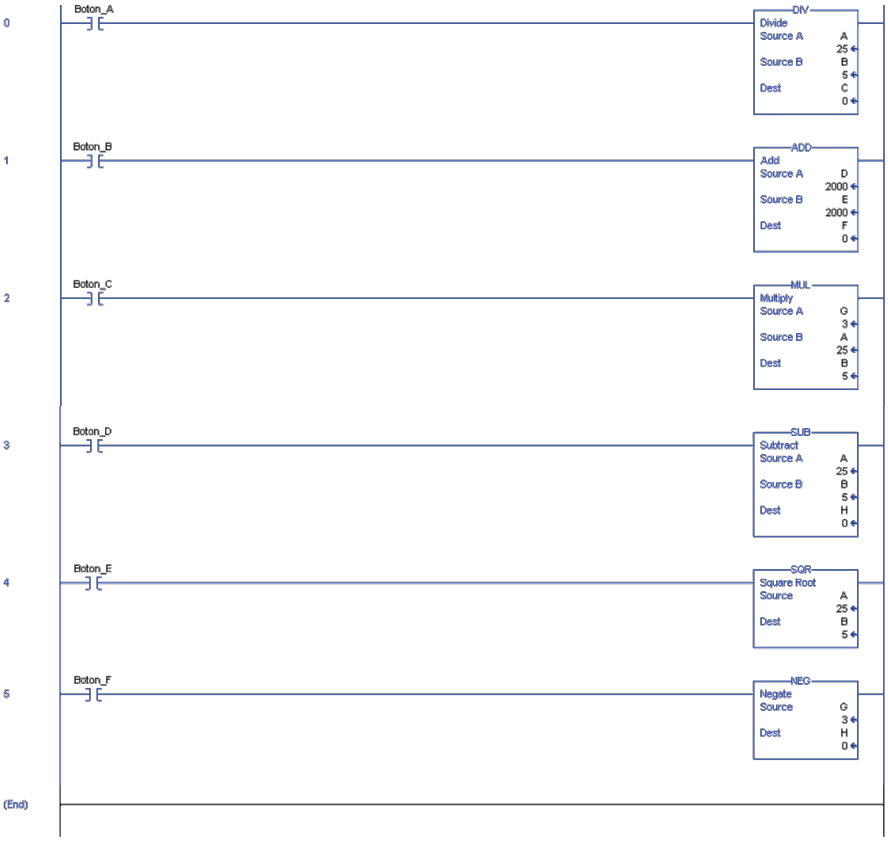


Figura 5-13: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_A" Tag base	Instrucción de salida DIV	Source A: 25=A Source B: 5=B Dest: N7:0=C
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Tag base	Instrucción de salida ADD	Source A: 2000=D Source B: 2000=E Dest: 0=F
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_C" Tag base	Instrucción de salida MUL	Source A: 3=G Source B: 25=E Dest: N7:5=B
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_D" Tag base	Instrucción de salida SUB	Source A: 25 Source B: 5 Dest: 0
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_E" Tag base	Instrucción de salida SQR	Source A: 25 Dest: 5
0005	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_F" Tag base	Instrucción de salida NEG	Source A: 3 Dest: 0

Tabla 5.2: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



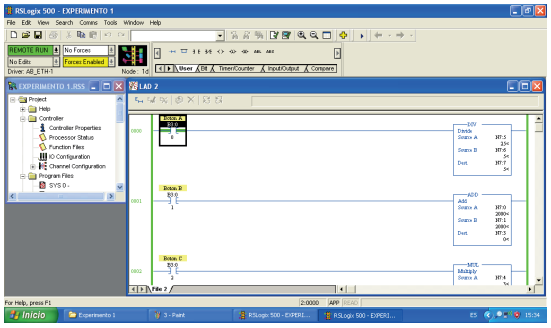
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



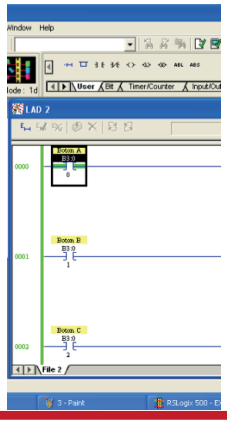
Puesta en marcha y representación física



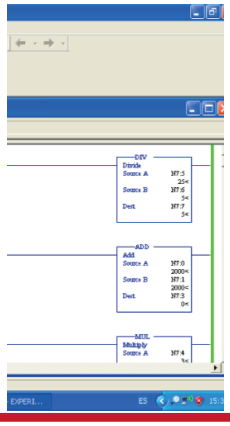
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Cierra los contactos por medio del programa



3 Y observa como las instrucciones matemáticas van operando



4

Ejercicio guiado para instrucciones matemáticas

Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Material didáctico para

Instrucciones matemáticas





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar tu imaginación, ejercitar la manipulación y construcción de sistemas, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

MANIPULACIÓN DE DATOS


Pista 111



Objetivos del capítulo

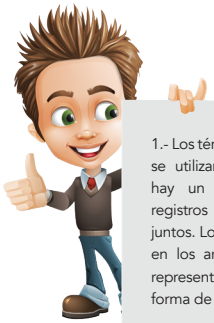
Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Definir que es una instrucción para manipular datos
- Ejecutar transferencia de datos de una localización de la memoria a otra.
- Describir la operación de una instrucción de manipulación de datos
- Analizar e interpretar instrucciones de manipulación de datos dentro de un diagrama en escalera
- Conocer los parámetros necesarios para programar este tipo de instrucciones



Pista 112

Manipulación de datos



1.- Los términos de **tabla o archivo** se utilizan generalmente cuando hay un grupo de palabras o registros que están almacenados juntos. Los datos que se contienen en los archivos y registros están representados binariamente en forma de bits.

Las instrucciones de manipulación de datos permiten que datos de tipo numérico que están almacenados en la memoria del controlador puedan ser operados dentro del programa (movimiento, manipulación o almacenamiento). El propósito de estas operaciones es para que el PLC pueda manejar entradas y salidas de bit tales como señales analógicas.

Los datos que se encuentren en la memoria también pueden ser llamados Registros o palabras.
Hay dos tipos básicos de instrucciones para manipular los datos: instrucciones que operan con palabras e instrucciones que operan archivos o bloques, los cuales involucren múltiples palabras (Petruzella, 2011).



Pista 113

Requerimientos de programacion básicos

Para cada instrucción en la que se manipulen datos se requiere de dos o más palabras para que se almacenen los datos durante la operación.

También es necesario un direccionamiento para almacenar el resultado de la operación de estas instrucciones (Fattahzadeh, 2010).



Pista 114

Tipos de manipulación de datos

La manipulación de datos se clasifica en dos grandes categorías: Transferencia de datos y comparación de datos (Petruzella, 2011).



Pista 115

Operación de transferencia de datos

Las instrucciones de transferencia de datos involucran la transferencia de un contenido de un registro a otro.

Los datos preestablecidos pueden ser recuperados y puestos en una nueva localización. Esta localización puede ser el valor preestablecido para un temporizador o contador o incluso la salida de algún modulo.

Dentro de esta categoría se encuentran las funciones que mueven datos, las aritméticas, y las que copian archivos.

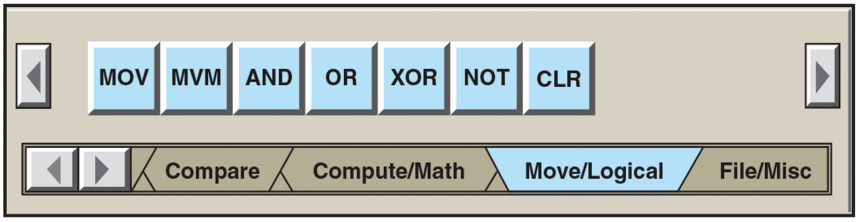


Figura 6-1: Barra de herramientas para seleccionar funciones de transferencia.
Fuente: (Petruzella 2011)



Pista 116

Parámetros de las funciones de transferencia de datos

Los parámetros que se utilizan dentro de estas instrucciones varían, dependiendo el nivel de transferencia de datos (nivel bit, palabra, etc.)
En estas instrucciones se pueden encontrar los siguientes parámetros:

Source: En este parámetro se da la dirección del registro fuente (del cual se va a transferir un dato).

Source bit: En este parámetro se da la dirección del registro fuente y la posición del bit dentro de este registro (del cual se va a transferir un dato).

Destination: En este parámetro se da la dirección del registro fuente (del cual se va a transferir un dato).

Destination bit: En este parámetro se da la dirección del registro destino y la posición de bit (a la cual se va a transferir un dato).

Length: Representa la longitud del arreglo o registro destino.

Mask: Este parámetro es una forma de selección de datos a nivel bit por medio de una función lógica AND. Se puede utilizar los sistemas binario, decimal, hexadecimal para indicar que tan amplio hacer la selección de bits a comparar entre la máscara y el registro fuente.



Pista 117

Instrucción mover MOV (Move)

La instrucción MOV (figura 6-2) es usada para copiar el valor de un registro o palabra a otro. Esta instrucción copia datos de un registro fuente a un registro de destino.

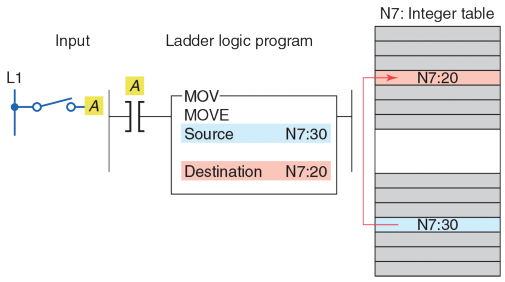


Figura 6-2: Instrucción MOV



Pista 118

Instrucción Mover con máscara MVM (Masked move)

Esta instrucción (figura 6-3) difiere ligeramente de la instrucción MOV porque los datos transferidos tienen que pasar por una máscara antes de llegar a su destino.
El utilizar una máscara se refiere a la acción de esconder una porción de un registro o palabra antes de transferirla a su dirección.
La instruccción MVM es usada para copiar solo una porción de datos de una palabra o registro de 16 bit.

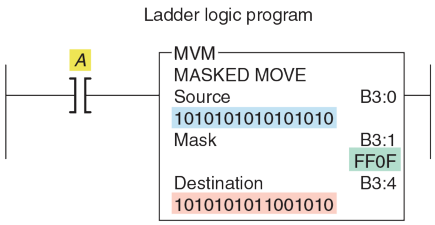


Figura 6-3: Instrucción MVM

La instrucción para la distribución de bit (BTD) (figura 6-4) es usada para mover bits a lo largo de un registro o más.

Cada vez que se activa la función, el procesador mueve los bits de una fuente a un lugar de destino. Los bits pueden perderse si estos se extienden fuera del rango de una palabra. Para mover datos dentro de una palabra se debe de introducir la misma dirección tanto en la fuente (Source) como en el destino (Destination).

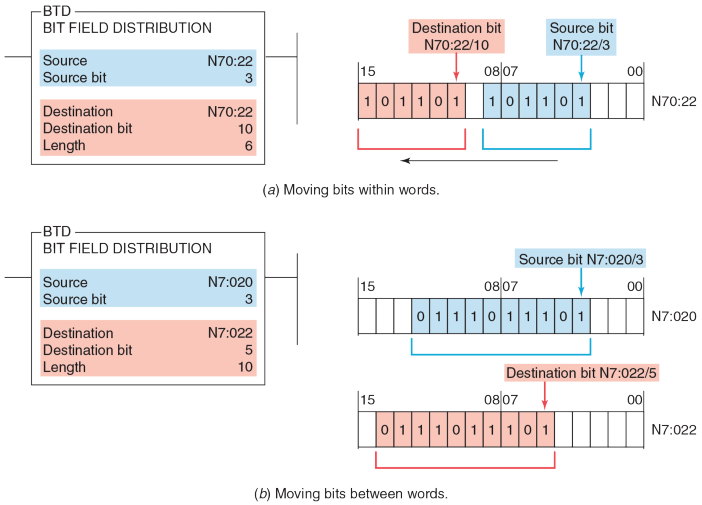


Figura 6-4: Instrucción BTD



Pista 119



2.- En funciones aritméticas también requieren quelos datos introducidos sean manejados en registros (GReen, 2015).

Instrucción aritmética y lógica FAL

En algunos casos puede ser necesario el cambiar archivos completos de un lugar a otro dentro de la memoria del PLC. Esta relocalización de archivos es llamada desplazamiento de archivo a archivo (por su término en ingles file-to-file shifts). El desplazamiento de archivos es usado cuando se necesita que ciertos datos interactúen varias veces con un programa dentro del PLC, y que además deba de permanecer intacta la información después de cada operación.

Debido a que la información dentro del archivo tiene que ser modificada durante el programa, se utiliza un segundo archivo para copiar aquí los datos y de esta manera modificarlos sin ningún problema. Otros tipos de manipulación de datos (figura 6-5), usando instrucciones, son: palabra a archivo (word-to-file) y archivo a palabra (word-file).

La mayoría de los fabricantes de PLC ofrecen en la barra de instrucciones bloques, o funciones, para la manipulación de datos.

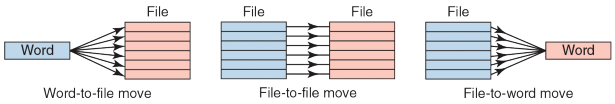
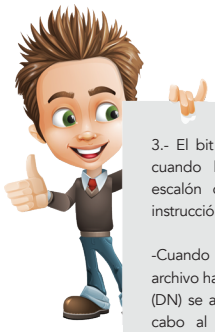


Figura 6-5: Descripción de los elementos de un temporizador.

La instrucción aritmética y lógica (FAL)

Esta función es usada para copiar datos de un archivo a otro y también realizar operaciones lógicas y aritméticas con ellos. Esta instrucción solo está disponible en la familia Allen-Bradley.



3.- El bit Enable (EN) se activará cuando hay continuidad en el escalón donde se encuentra la instrucción FAL.

-Cuando todos los elementos del archivo han sido leídos, el bit done (DN) se activará. Esto se llevará a cabo al mismo tiempo que el escaneo termine por completo.

-El bit UL controla si la instrucción operará datos en la posición actual del archivo, o si direccionar la posición para transferirla después.

Parámetros de la instrucción aritmética y lógica

Esta instrucción requiere de los siguientes parámetros:

Control (Control): Este parámetro funciona como dirección dentro de la memoria del procesador. Y usa esta dirección para correr la información.
El tipo de archivo que esta función utiliza es del tipo R6 (Control). Este elemento está hecho de tres registros o palabras.
La palabra de control utiliza cuatro bits de control: bit 15 (enable bit), bit 13 (done bit), bit 11 (error bit), y bit 10 (unload bit).
La dirección de control debe ser única para esa instrucción y no puede ser usada para otra instrucción igual.

Length (Longitud) Es la segunda entrada que representa la longitud del archivo.

Position (Posición): Apunta a la palabra sobre la cual se va a operar.

Mode (Modo): representa el número de elementos operados por cada escaneo del programa. Hay tres opciones:

All mode (modo completo): la instrucción operará todo el archivo en un solo escaneo.

Numeric mode (modo numérico): El número que se introduce en este modo establece la cantidad de elementos del archivo que serán transferidos por escaneo.

Incremental mode (modo incremental): En este modo, los datos son operados de uno en uno.ía de los fabricantes de PLC ofrecen en la barra de instrucciones bloques, o funciones, para la manipulación de datos.

Destination (Destino): Es la dirección a la cual el procesador almacena el resultado de la operación.

Expression (Expresión): Contiene direcciones, constantes del programa, y operadores que especifican las operaciones que serán realizadas con los datos del archivo o elementos.

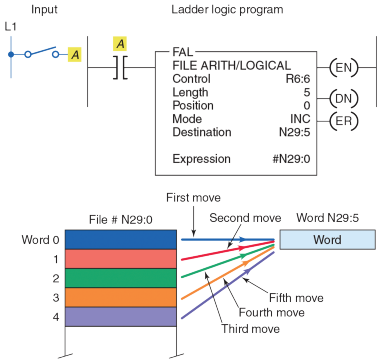


Figura 6-6: Transferencia de datos de archivo a palabra utilizando función FAL

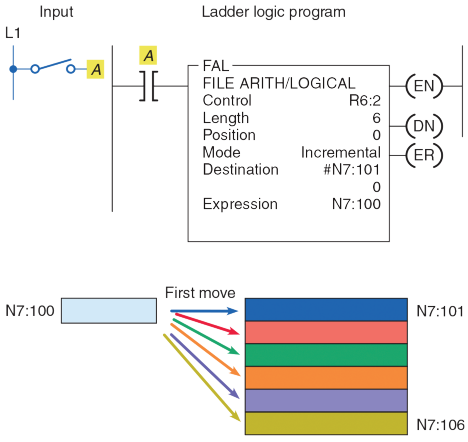


Figura 6-7: Transferencia de datos de palabra a archivo utilizando función FAL



Pista 120

Archivo COP (file copy) y llenar archivo FLL (file file)

Son instrucciones (figura 6-8 y 6-9) de alta velocidad que operan más rápido que la instrucción FAL. A diferencia de la

Parámetros de las funciones de transferencia de datos

En estas instrucciones se pueden encontrar los siguientes parámetros:

- **Source:** En este parámetro se da la dirección del registro fuente (del cual se va a transferir un dato).
- **Destination:** En este parámetro se da la dirección del registro fuente (del cual se va a transferir un dato).
- **Length:** Representa la longitud del arreglo o registro destino.

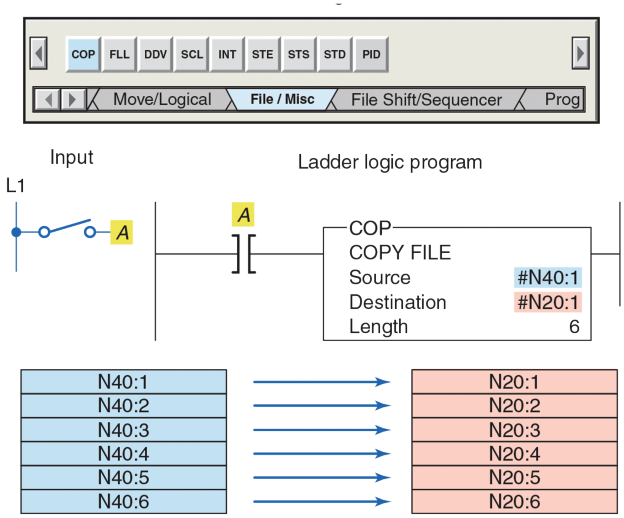


Figura 6-8: Copia de un archivo a otro

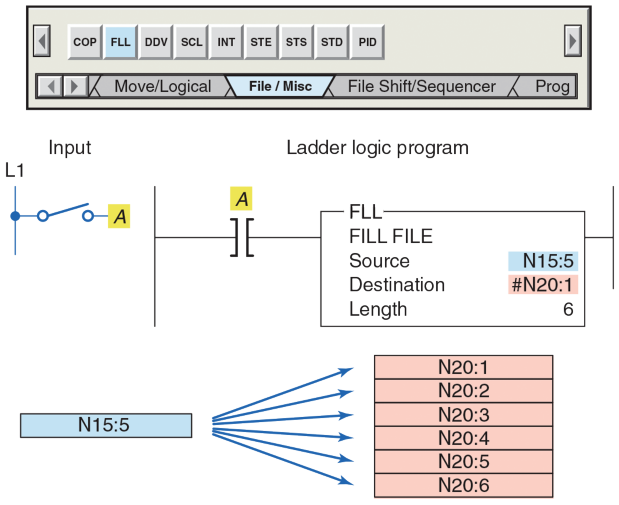


Figura 6-9: Copia de una palabra a un archivo

Instrucciones de comparación de datos

Las instrucciones de comparación son usadas para comparar valores numéricos. Estas instrucciones comparan datos almacenados en dos o más palabras (o registros) y las decisiones se toman a partir de la instrucción que se esté programando.

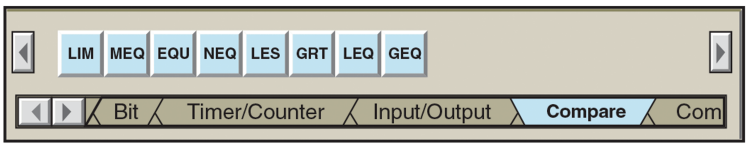


Figura 6-10: Barra de herramientas para seleccionar funciones de comparación.



Pista 122

Parámetros de las funciones de transferencia de datos

En estas instrucciones se pueden encontrar los siguientes parámetros:

- **Low limit:** Es el registro inferior del cual se toma como referencia para comparar un valor asignado.
- **High limit:** Es el registro superior del cual se toma como referencia para comparar un valor asignado.
- **Test:** Es el valor asignado que se va a comparar con los dos registros anteriores.
- **Mask:** Parámetro para la selección de datos.



Comparación de límites LIM (Limit test)

Esta instrucción (figura 6-11 y 6-12) es usada para comparar los valores dentro o fuera de un rango especifico. Para programar esta función se debe introducir tres parámetros: límite inferior (Low limit), límite superior (High limit), y el valor a comparar (Test).

La instrucción funciona de la siguiente manera:
La instrucción es verdadera si:

El límite inferior es menor o igual que el límite superior, y el parámetro a comparar es igual o está dentro de lo los límites establecidos.
El valor inferior es mayor que el límite superior, y el parámetro a comparar es igual o está fuera de los límites establecidos.

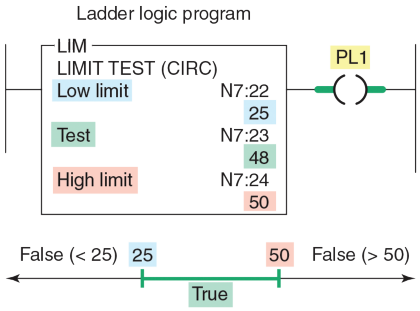


Figura 6-11: Función de comparación LIM

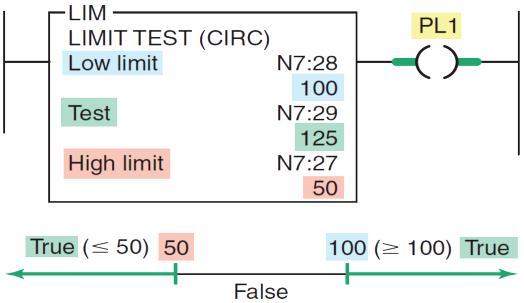


Figura 6-12: Función de comparación LIM



Pista 124

Comparación enmascarada para igualdad MEQ (Masked Comparison for Equal)

Es una instrucción (figura 6-13) que compara un valor de una dirección que toma como fuente contra una dirección que tiene el valor a comparar. Esta instrucción permite porciones de datos, ya que se puede utilizar una máscara.

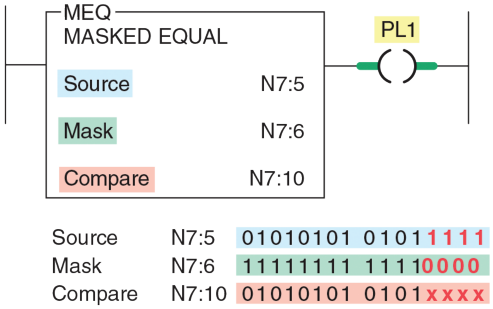


Figura 6-13: Función de comparación MEQ

Igual a EQU (Equal)

Esta instrucción (figura 6-14) de entrada compara dos valores (A y B). Cuando A es igual a B, la instrucción es verdadera, y por lo tanto permite la continuidad en el escalón; en cualquier otro caso la instrucción es falsa.

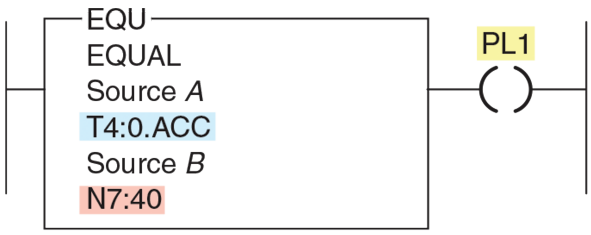
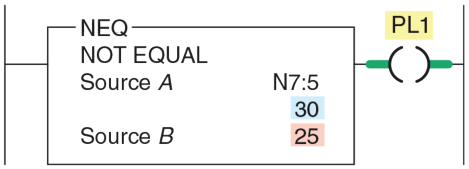


Figura 6-14: Función de comparación EQU


Pista 126

Desigualdad NEQ (Not Equal)

Esta instrucción (figura 6-15) de entrada compara dos valores (A y B). Cuando A no es igual a B, la instrucción es verdadera, y por lo tanto permite la continuidad en el escalón; en cualquier otro caso la instrucción es falsa.



Figu ación NEQ


Pista 127

Menor que LES (Less than)

Esta instrucción (figura 6-16) de entrada compara dos valores (A y B). Cuando A es menor que B, la instrucción es verdadera, y por lo tanto permite la continuidad en el escalón; en cualquier otro caso la instrucción es falsa.

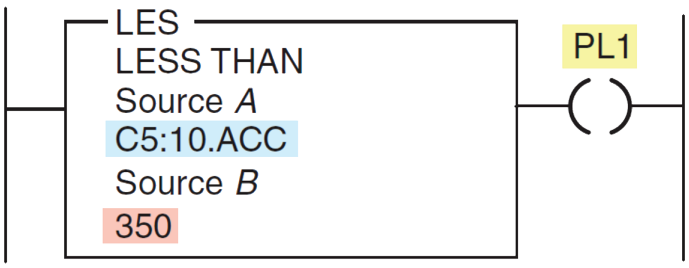


Figura 6-16: Función de comparación LES



Pista 128

Mayor que GRT (Greater than)

Esta instrucción (figura 6-17) de entrada compara dos valores (A y B). Cuando A es mayor a B, la instrucción es verdadera, y por lo tanto permite la continuidad en el escalón; en cualquier otro caso la instrucción es falsa.

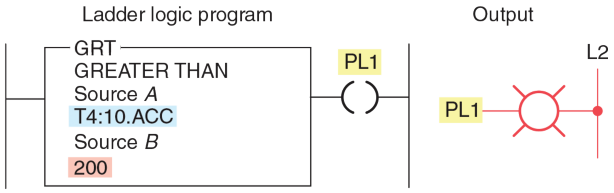


Figura 6-17: Función de comparación GRT



Pista 129

Menor o igual que LEQ (Less than or Equal)

Esta instrucción (figura 6-18) de entrada compara dos valores (A y B). Cuando A es menor o igual que B, la instrucción es verdadera, y por lo tanto permite la continuidad en el escalón; en cualquier otro caso la instrucción es falsa.

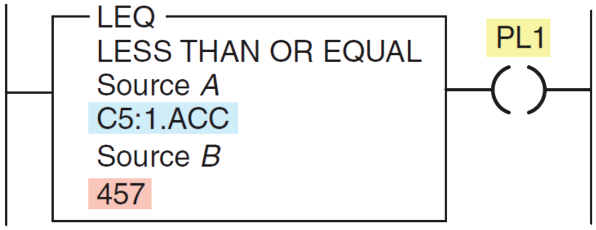


Figura 6-18: Función de comparación LEQ



Pista 130

Mayor o igual que GEQ (Greater than or equal)

Esta instrucción (figura 6-19) de entrada compara dos valores (A y B). Cuando A es mayor o igual que B, la instrucción es verdadera, y por lo tanto permite la continuidad en el escalón; en cualquier otro caso la instrucción es falsa.



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 80 a la 88.
RSLogix 5000: De la página 121 a la 129.

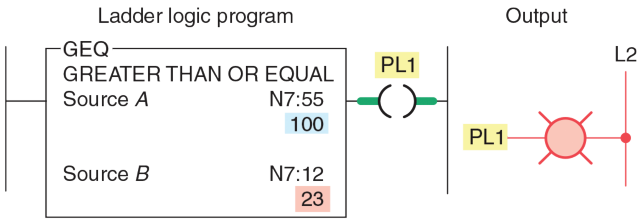


Figura 6-19: Función de comparación GEQ

Bibliografía

Fattahzadeh, S. (2010). Programming Allen Bradley PLCs using RSLogix 500 software. Ebook.

Green, C. (2015). Learn how to program and troubleshoot ladder logic. eUniversity.

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.



Experimento 1



Pista 131

Funcionamiento de las instrucciones de comparación

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del contador ascendente y sus registros.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 5 bombillas incandescentes.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contendrá:

- Seis instrucciones de entrada de comparación EQU, NEQ, LES, GRT, LEQ, GEQ.
- Tres contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, y I:0.0/2.
- Seis bobinas (OTE): O:0.0/0, O:0.0/1, O:0.0/2, O:0.0/3, O:0.0/4, O:0.0/5
- 2 variables de tipo entero (N7): N7:5=18, N7:0= 24.

El programa realizará lo siguiente:

1.- El programa está hecho de siete escalones, los escalones del 0000 al 0005 contienen una instrucción matematica cada uno.

2.- Las lineas 0000 y 0001 contienen las instrucciones EQU Y NEQ respectivamente, dos instrucciones de entrada XIC: I:0.0/0, I:0.0/1, y dos bobinas (OTE): O:0.0/0, O:0.0/1.
En la linea 0000, la instrucción EQU compara el valor A (N7:5) con el B, si la condicion es verdadera, entonces permite la continuidad si también la del contacto normalmente abierto I:0.0/0 lo es. Este escalón permite la acivacion de la bobina O:0.0/0.

En la linea 0001, la instrucción NEQ compara el valor A (N7:5) con el B, si la condicion es verdadera, entonces permite la continuidad si también la del contacto normalmente abierto I:0.0/1 lo es. . Este escalón permite la acivacion de la bobina O:0.0/1.

3.- Las lineas 0002 y 0003 contienen las instrucciones LES Y GRT respectivamente, y dos bobinas (OTE): O:0.0/2, O:0.0/3. En la linea 0002, la instrucción LES compara el valor A (N7:5) con el B, si la condicion es verdadera, entonces permite la continuidad. Y activación de la bobina O:0.0/2.

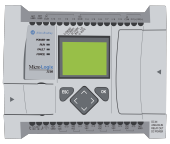
En la linea 0003, la instrucción GRT compara el valor A (N7:0) con el B, si la condicion es verdadera, entonces permite la continuidad. Y activación de la bobina O:0.0/3.

3.- La linea 0004 contiene la instrucción LEQ, una bifucación con una instrucción de entrada condicional XIC , y una bobina (OTE): O:0.0/4.

En esta linea , la instrucción LEQ compara el valor A (N7:0) con el B, si la condicion es verdadera, entonces permite la continuidad y activación de la bobina O:0.0/4. Lo anterior también puede suceder si la instrucción de entrada condicional es verdadera.

4.- La linea 0005 contiene la instrucción GEQ, y la bobina (OTE): O:0.0/5.

En esta linea , la instrucción GEQ compara el valor A (N7:0) con el B, si la condicion es verdadera, entonces permite la continuidad y activación de la bobina O:0.0/5



Programación en RSLogix 500

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones de comparación.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 6.1 se muestran las direcciones para este programa.

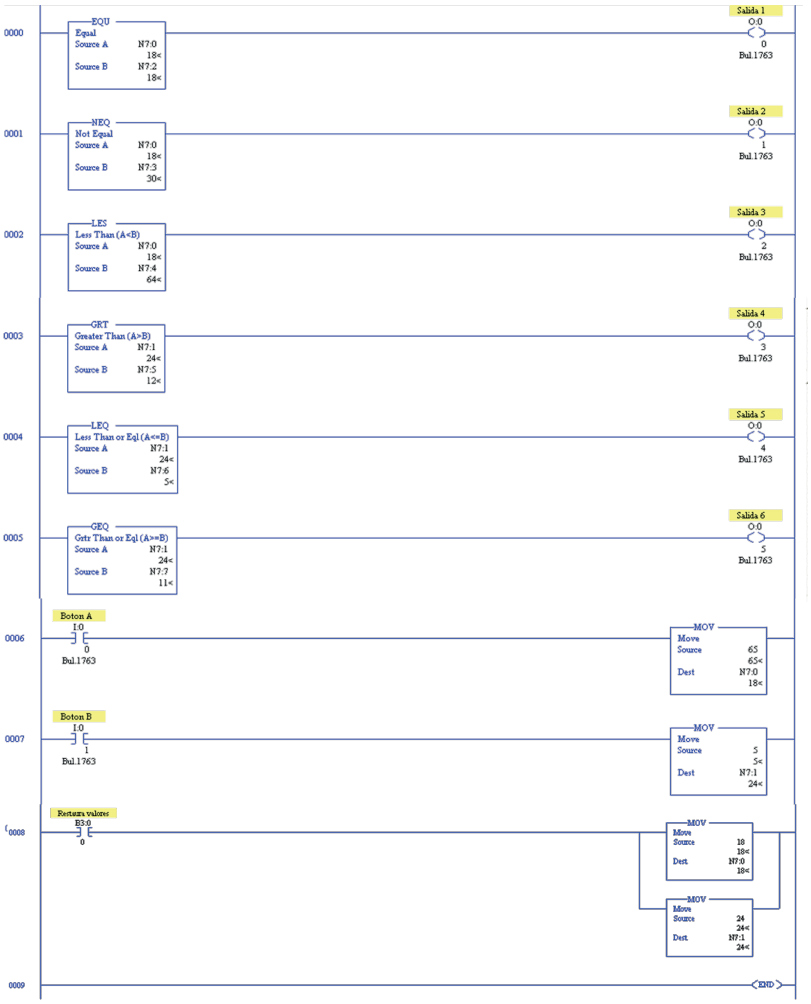


Figura 6-20: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección/ Parámetros	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Instrucción de comparación EQU	Source A: N7:5=18 Source B: 18			Bobina (OTE)	O:0.0/0
0001	Instrucción de comparación NEQ	Source A: N7:5=18 Source B: 30			Bobina (OTE)	O:0.0/1
0002	Instrucción de comparación LES	Source A: N7:5=18 Source B: 64			Bobina (OTE)	O:0.0/2
0003	Instrucción de comparación GRT	Source A: N7:0=24 Source B: 12			Bobina (OTE)	O:0.0/3
0004	Instrucción de comparación LEQ	Source A: N7:0=24 Source B: 5			Bobina (OTE)	O:0.0/4
0005	Instrucción de comparación GEQ	Source A: N7:0=24 Source B: 11			Bobina (OTE)	O:0.0/5
0006	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Contacto normalmente abierto (XIO)	B3:0.0	Instrucción MOV	Source: 65 Dest: N7:0
0007	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Contacto normalmente abierto (XIO)	B3:0.0	Instrucción MOV	Source: 5 Dest: N7:1
0008	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.0			Instrucción MOV	Source: 18 Dest: N7:0
					Instrucción MOV	Source: 24 Dest: N7:1

Tabla 6.1: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



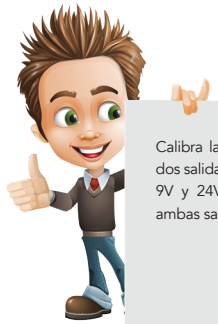
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



Cableado de fuente de poder a botonera



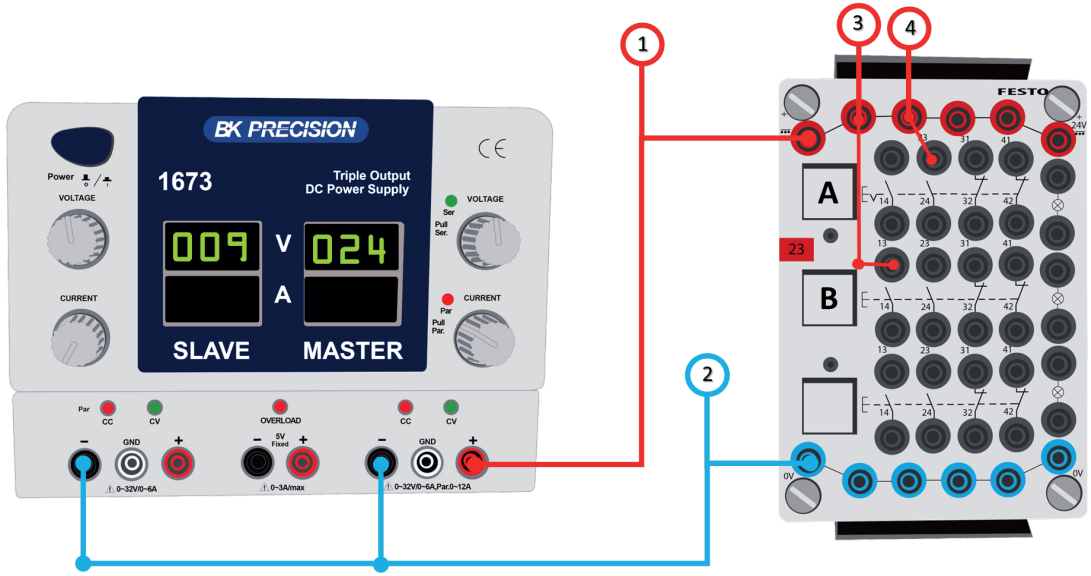
1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).

Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.







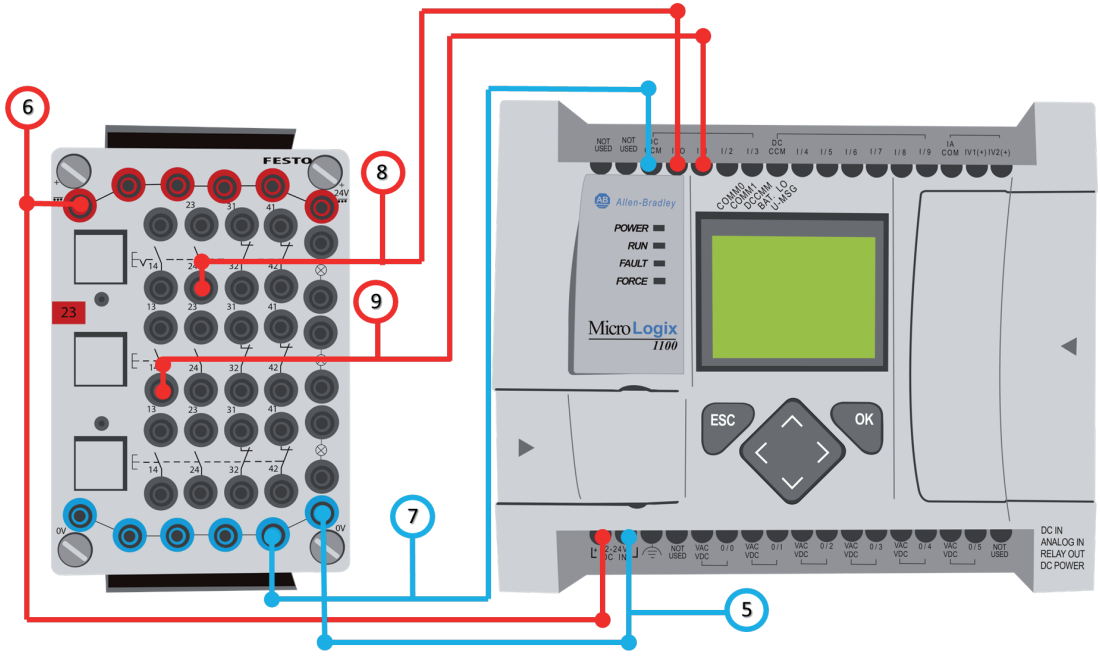
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.

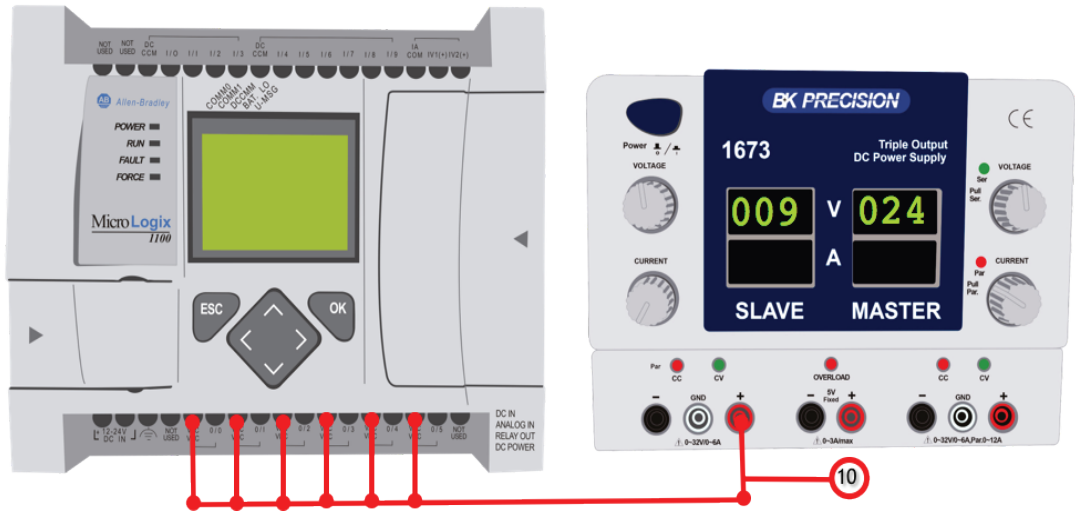


Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

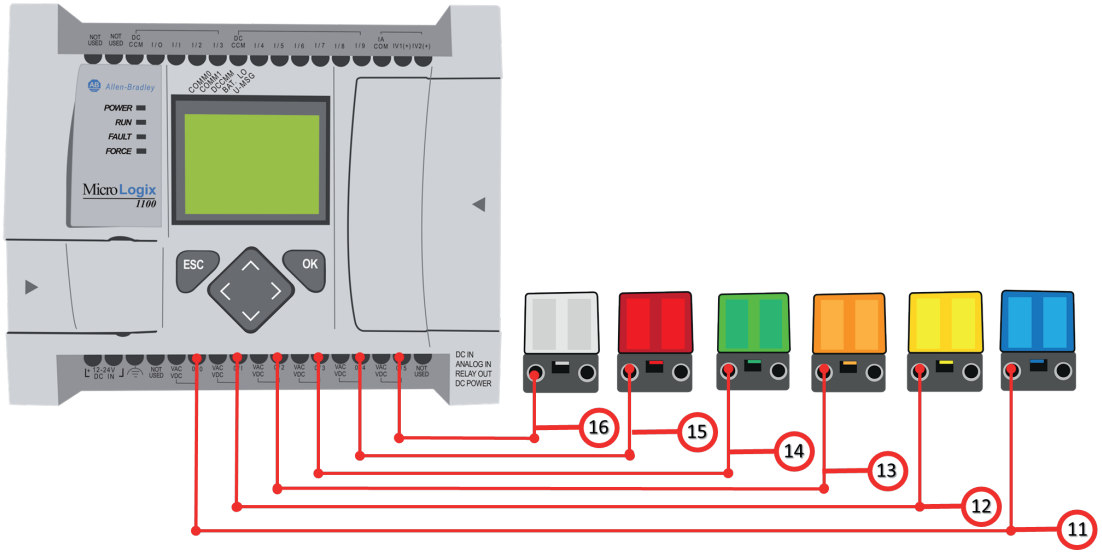




Cableado de PLC a salidas externas



11.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
13.- Conexión de la terminal O/2 a la lámpara naranja.
14.- Conexión de la terminal O/3 a la lámpara verde.
15.- Conexión de la terminal O/4 a la lámpara rojo.
16.- Conexión de la terminal O/5 a la





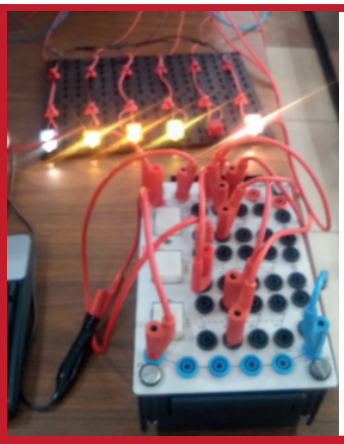
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



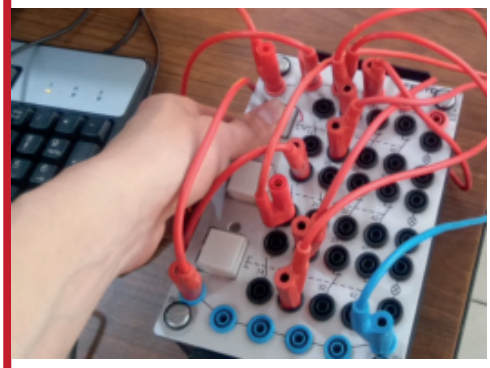
Puesta en marcha y representación física



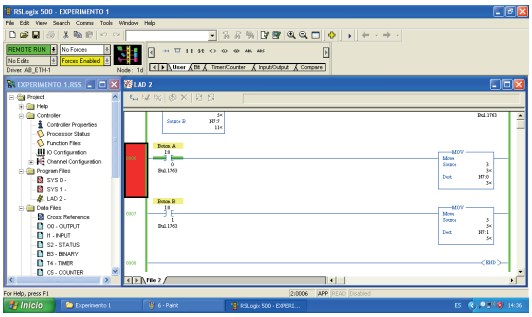
1 Poniendo en línea a el PLC



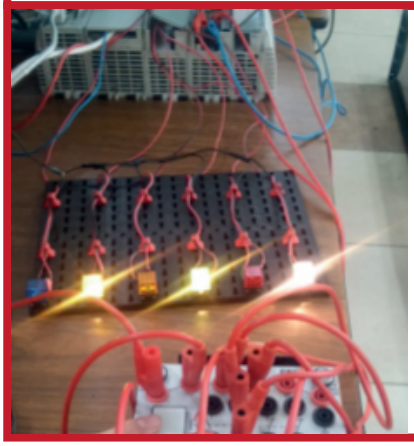
2 Programa funcionando



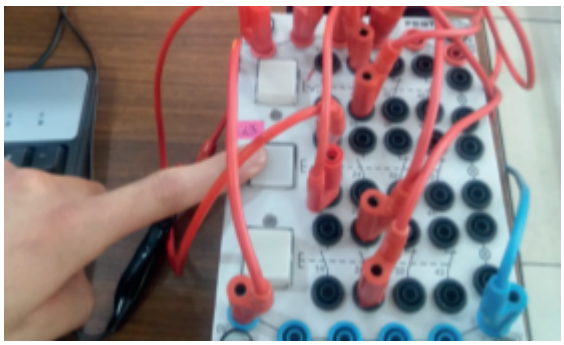
3 Presiona el botón "A"



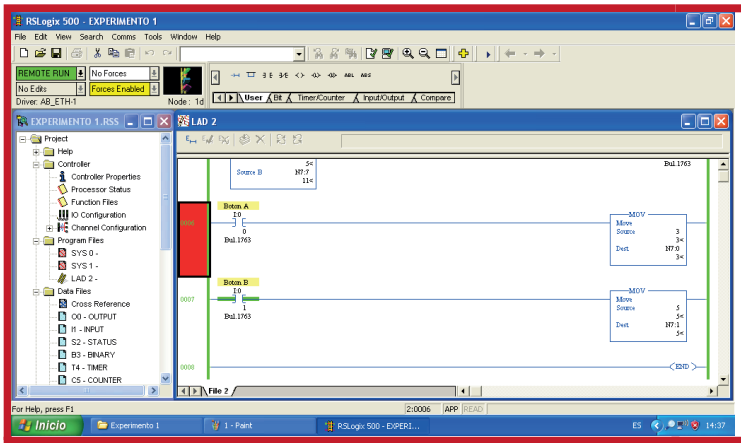
4 Observa el contacto "A" se activa y la función MOV también



5 Mira las lámparas 2, 4, 6 están encendidas



6 Presiona ahora el botón "B"



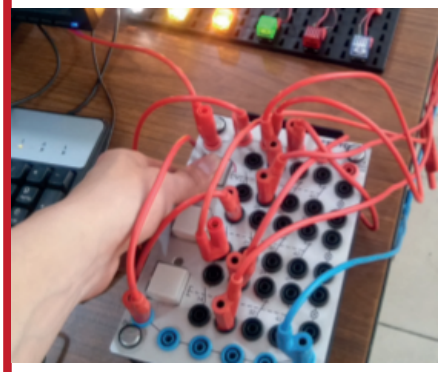
7

Observa el contacto "B" se activa y la función MOV también



8

Las lámparas 2 y 5 se encienden



9

Reinicia el programa y oprime primero el botón "B" y después el "A"



10

Observa que se encienden diferentes lámparas cuando se cambia el orden de los botones

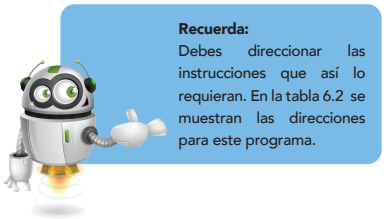


11



Programación en RSLogix 5000

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones de comparación.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 6.2 se muestran las direcciones para este programa.

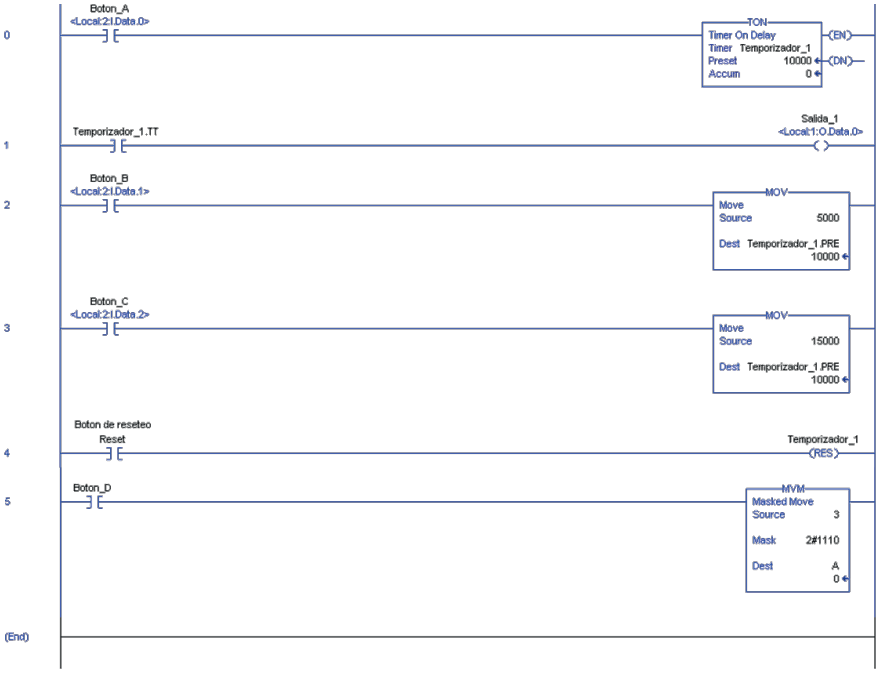


Figura 6-21: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección/ Parámetros	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección
0000	Instrucción de comparación EQU	Source A: A=18 Source B: C=18			Bobina (OTE)	"Salida_1" Local:1:O. Data.0
0001	Instrucción de comparación NEQ	Source A: A=18 Source B: D=30			Bobina (OTE)	"Salida_2" Local:1:O. Data.1
0002	Instrucción de comparación LES	Source A: A=18 Source B: E=64			Bobina (OTE)	"Salida_3" Local:1:O. Data.2
0003	Instrucción de comparación GRT	Source A: B=24 Source B:F= 12			Bobina (OTE)	"Salida_4" Local:1:O. Data.3
0004	Instrucción de comparación LEQ	Source A: B=24 Source B:G=5			Bobina (OTE)	"Salida_5" Local:1:O. Data.4
0005	Instrucción de comparación GEQ	Source A: B=24 Source B: H=11			Bobina (OTE)	"Salida_6" Local:1:O. Data.5
0006	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón A" Local:2:I.Data .0	Contacto normalmente abierto (XIO)	"Reset" Base tag	Instrucción MOV	Source: 65 Dest: A=18
0007	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón B" Local:2:I.Data .1	Contacto normalmente abierto (XIO)	"Reset" Base tag	Instrucción MOV	Source: 5 Dest: B=24
0008	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Reset" Base tag			Instrucción MOV	Source: 18 Dest: A=18
					Instrucción MOV	Source: 24 Dest: B=24

Tabla 6.2: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compact Logix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



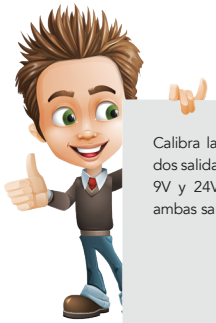
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



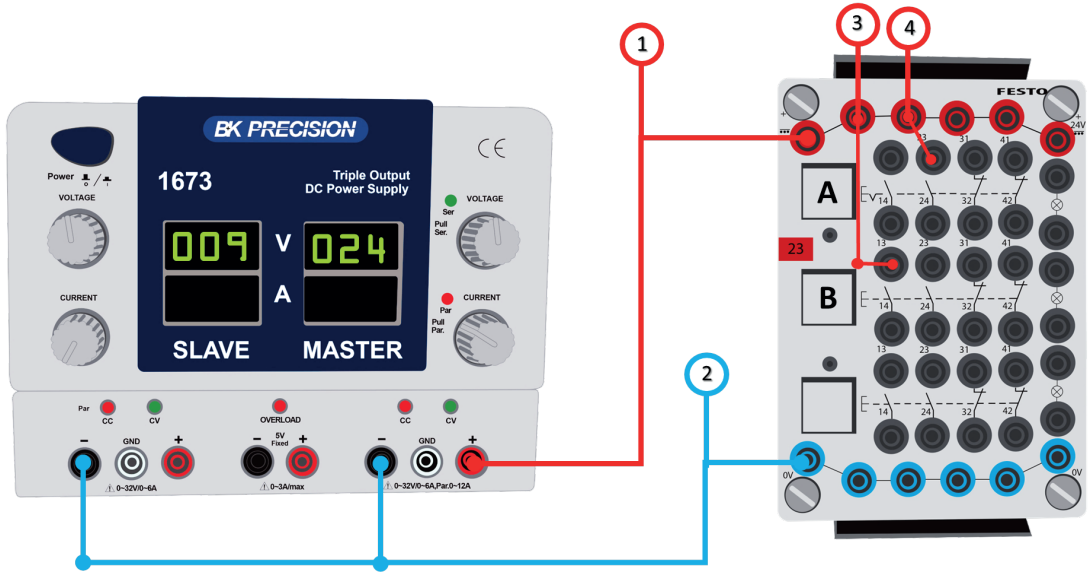
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





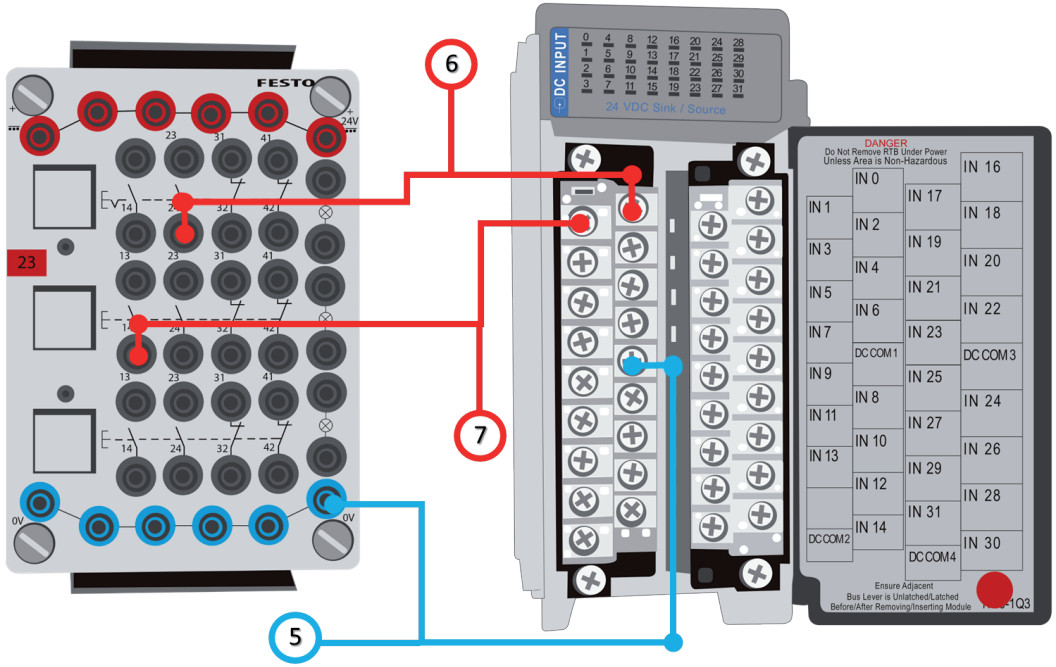
Cableado de botonera a módulo de entradas



5.-Tierra para DC Com 1.
6.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.2.
7.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

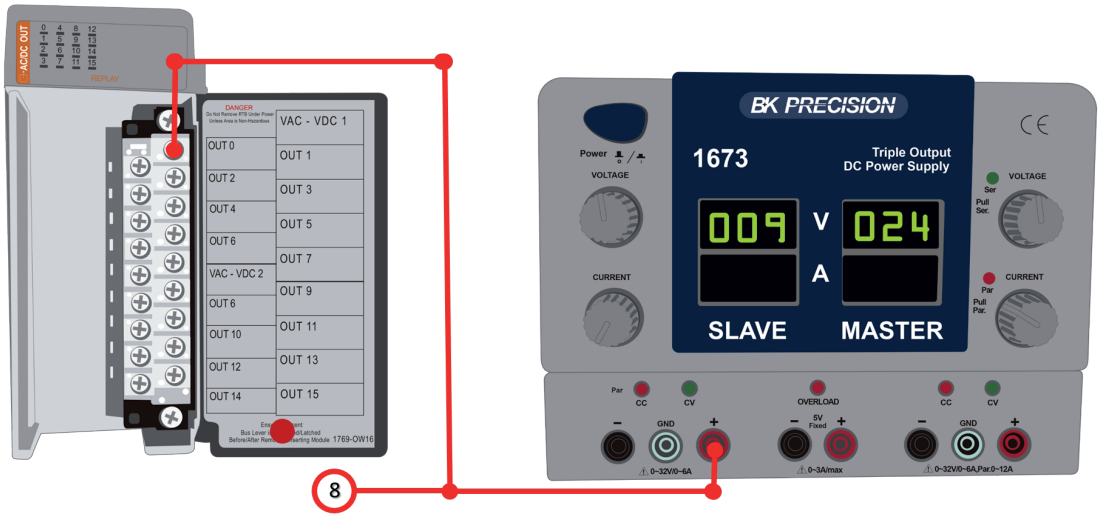




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

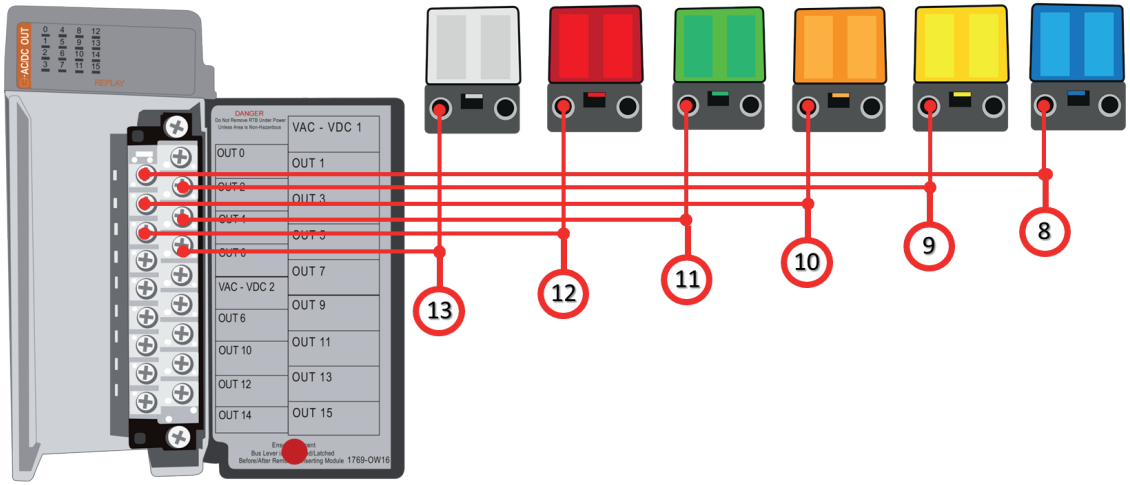




Cableado de módulo de salidas a actuadores



9.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
11.- Conexión de la terminal Out 2 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal Out 3 a la lámpara amarilla.
13.- Conexión de la terminal Out 4 a la lámpara azul.
14.- Conexión de la terminal Out 5 a la lámpara amarilla.





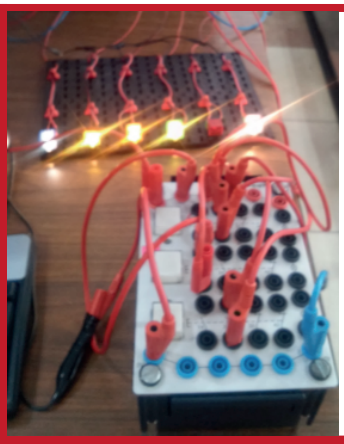
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



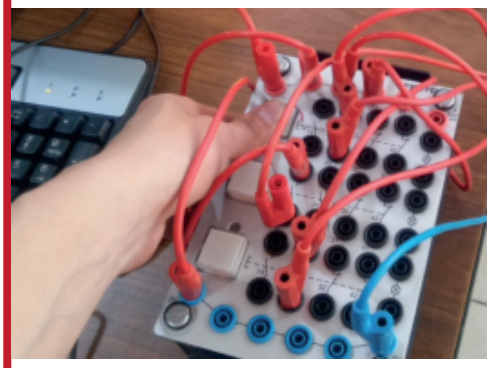
Puesta en marcha y representación física



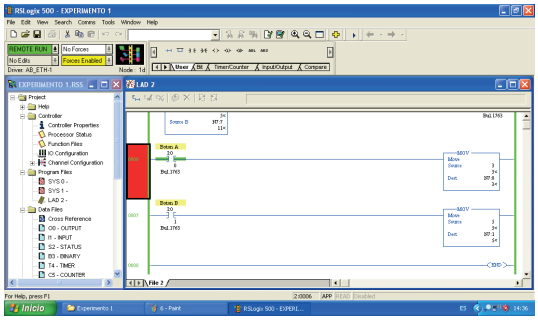
1 Poniendo en línea a el PLC



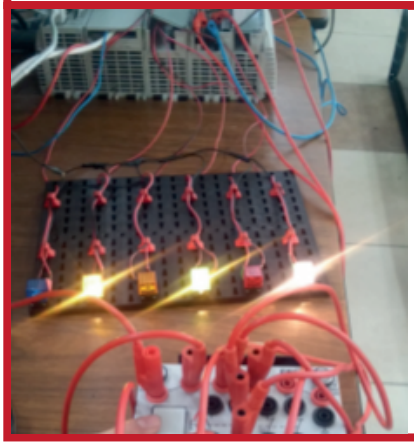
2 Programa funcionando



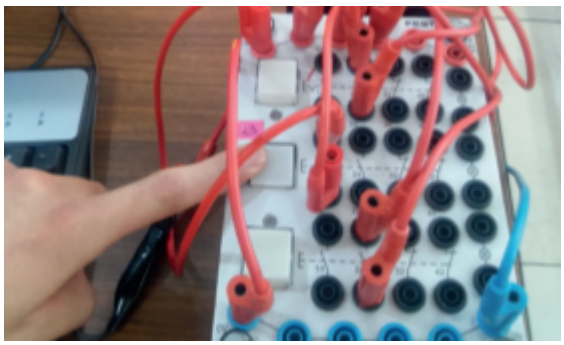
3 Presiona el botón "A"



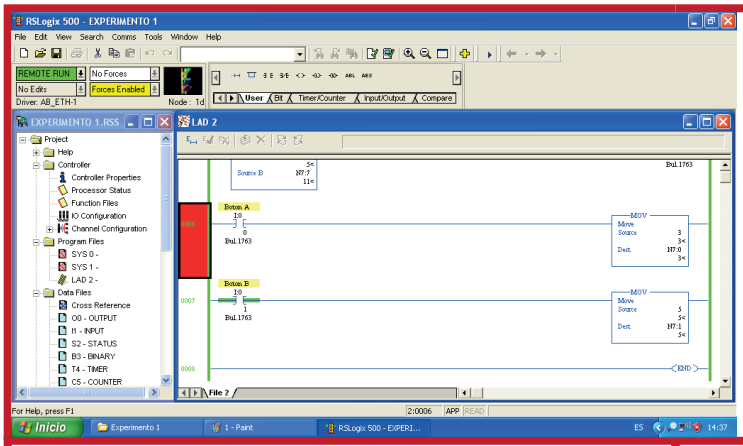
4 Observa el contacto "A" se activa y la función MOV también



5 Mira las lámparas 2, 4, 6 están encendidas



6 Presiona ahora el botón "B"



7
Observa el contacto “B” se activa y la función MOV también



8
Las lámparas 2 y 5 se encienden



9
Reinicia el programa y oprime primero el botón “B” y después el “A”



10
Observa que se encienden diferentes lámparas cuando se cambia el orden de los botones



11



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Cuáles salidas son activadas al principio del programa?

2.- ¿Que sucede en las tres primeras salidas cuando se presiona el botón A?

3.- ¿Que sucede en las tres últimas salidas cuando se presiona el botón B?

4.- ¿Y que cambia al presionar el botón Reset?

5.- Si se presiona el botón A, B, y Reset ¿Cambia algún valor?



Experimento 2



Pista 132

Funcionamiento de las instrucciones de manipulación de datos

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones de manipulación de datos.

Descripción del experimento



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 1 bombillas incandescente.

El diagrama en escalera contendrá:

- Tres instrucciones de manipulacion de datos: 2 MOV y una MVM.
- Un temporizador TON: T4:0.
- Seis contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1, y I:0.0/2, I:0.0/3, I:0.0/4, T4:0.TT, .
- Dos bobinas (OTE): O:0.0/0, T4:0.
- Cuatro variables de tipo entero (N7): N7:1=10, N7:2= 20, N7:0= 25891, N7:6= 8483.
- Mascara para la instrucción MVM con un valor de 13107 en sistema decimal.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

1.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/0 se cierra, activa el temporizador con retraso a la conexión T4:0.

2.- El contacto normalmente abierto con direccionamiento al registro T4:0.TT se cierra una vez que el temporizador se haya activado y activa la bobina O:0.0/0.

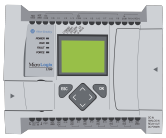
3.- Las lineas 0002 y 0003 cambian el valor preestablecido del temporizador por medio de las instrucciones MOV.

Si se activa el contacto normalmente abierto I:0.0/1 la instrucción de salida MOV cambia el valor de T4:0.PRE a 10.

Si se activa el contacto normalmente abierto I:0.0/2 la instrucción de salida MOV cambia el valor de T4:0.PRE a 10.

4.- Cuando se quiera reestablecer el funcionamiento del temporizador se debe cerrar el contacto XIC I:0.0/3 para activar la instrucción de salida RES.

5.- Cuando el contacto normalmente abierto I:0.0/4 se cierra, activa la instrucción MVM, y esta pasa compara la variable.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 6.3 se muestran las direcciones para este programa.

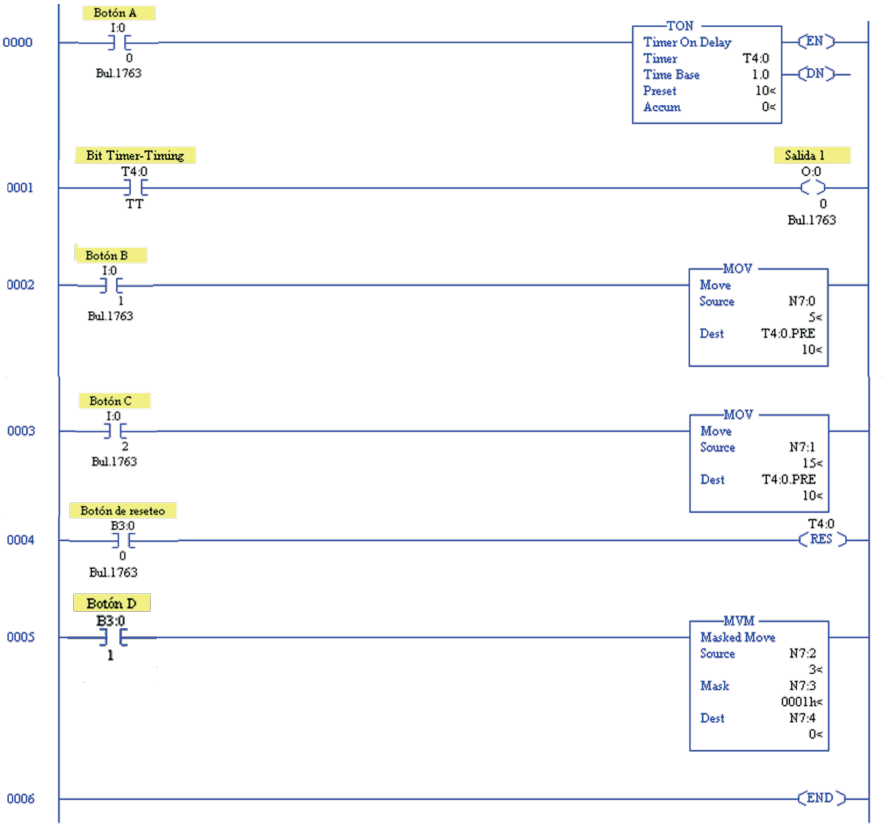


Figura 6-22: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección/Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Temporizador TON	T4:0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	T4:0.TT	Bobina (OTE)	O:0.0/0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Función MOV	Source: N7:0 Destination: T4:0.PRE
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/2	Función MOV	Source: N7:1 Destination: T4:0.PRE
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.0	Instrucción de salida RES	T4:0
0005	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.1	Función MVM	Source: N7:2 Mask: 0001h Destination: N7:4

Tabla 6.3: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



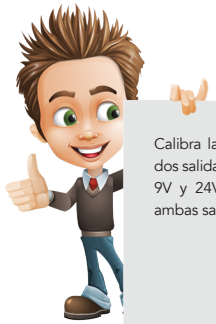
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



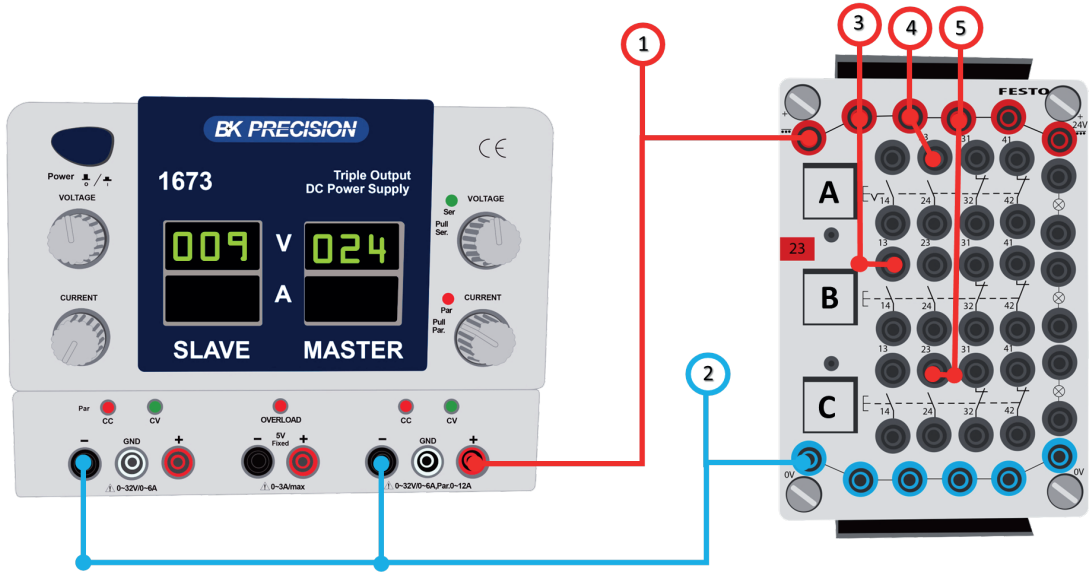
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





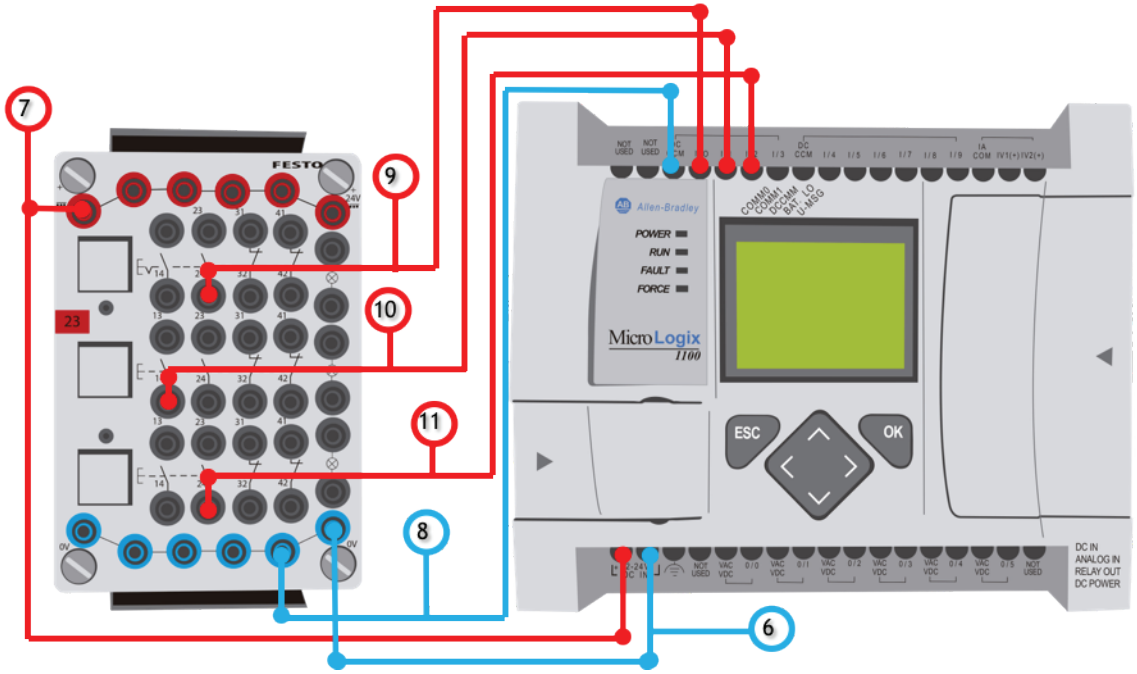
Cableado de botonera a PLC



6.- Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
8.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
10.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.
11.- Conexión a la entrada digital I:0.0/2.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



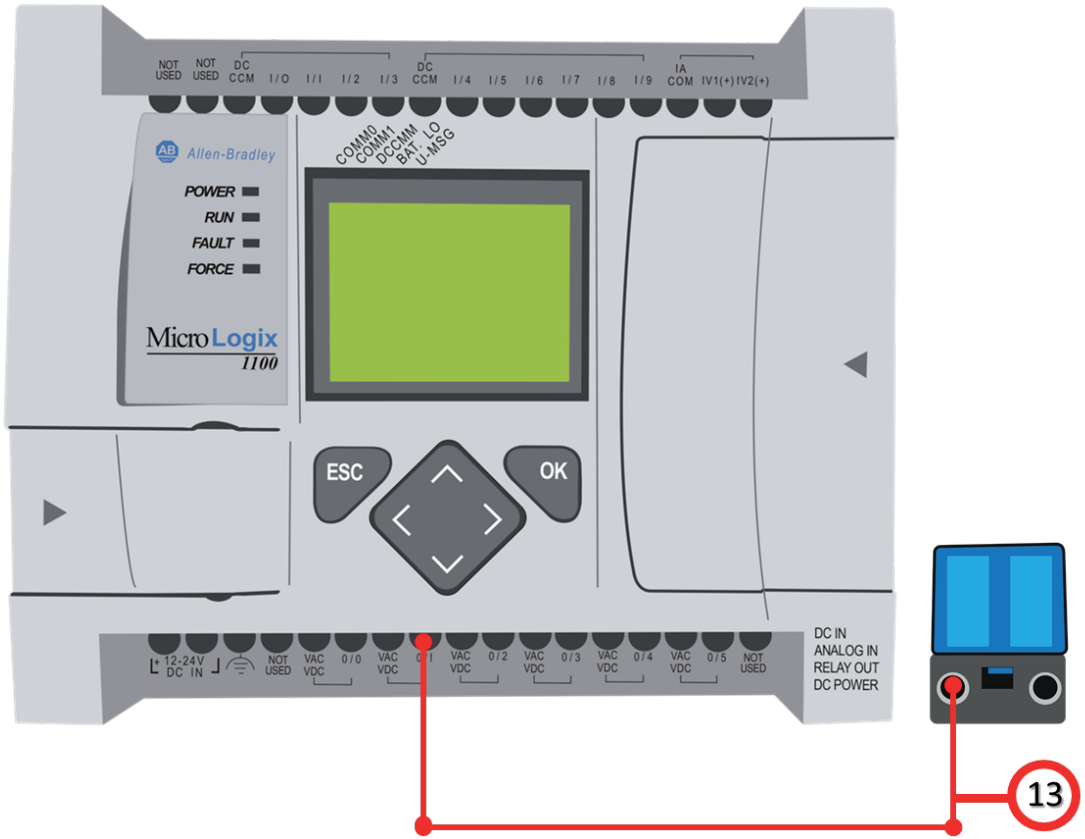
Cableado de PLC a fuente de poder

12.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.



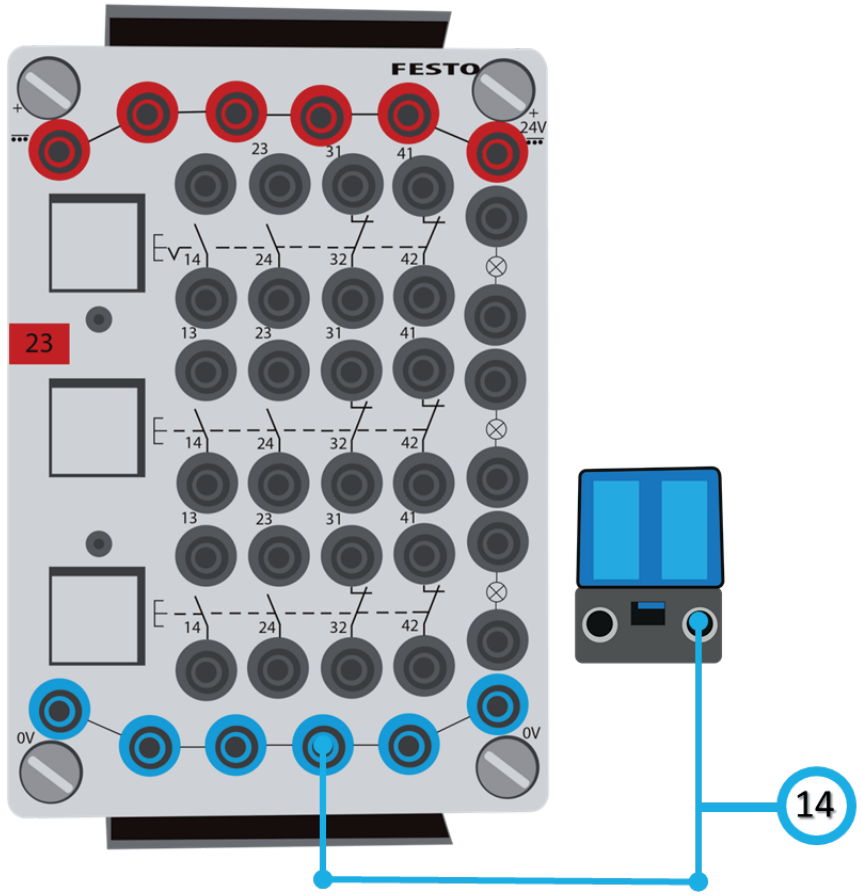
Cableado de PLC a salidas externas

13.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara azul.



Cableado de salidas externas a botonera

14.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.





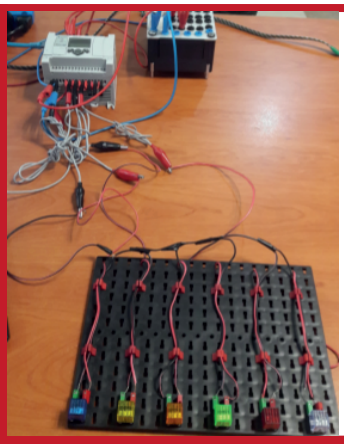
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



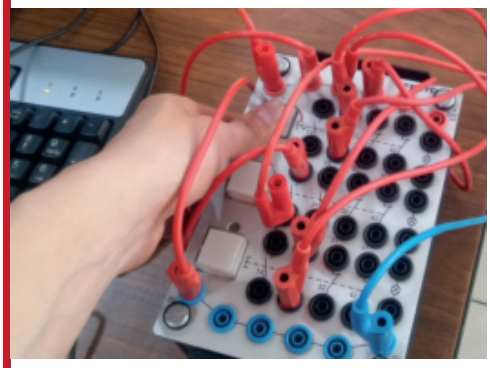
Puesta en marcha y representación física



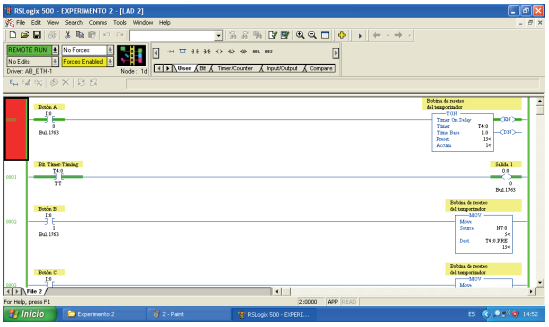
1 Poniendo en línea a el PLC



2 Programa funcionando



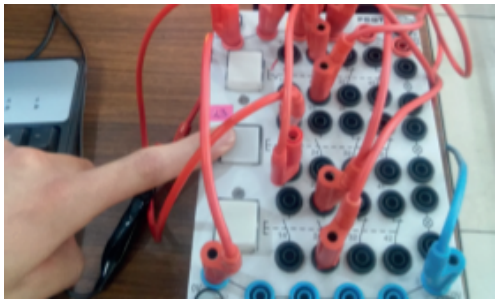
3 Presiona el botón "A"



4 Observa el contacto "A" se activa y el temporizador también



5 Cuando el tiempo acumulado llega al prestablecido la lámpara 1 se activa



6 Cuando presionas el botón "B" o "C" el tiempo prestablecido del temporizador cambia

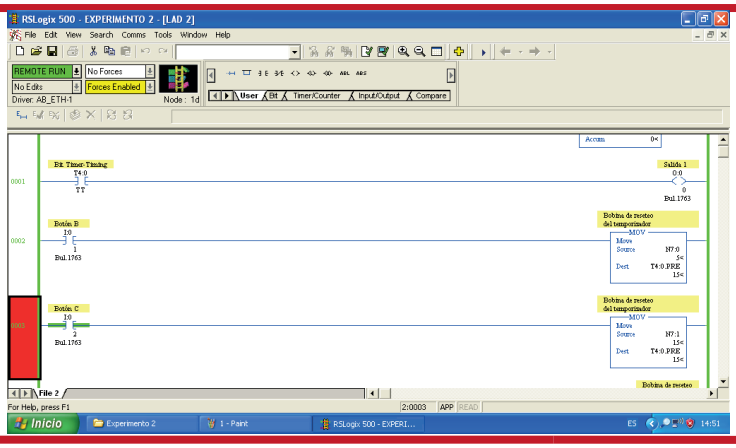


Aquí te mostramos la representación física de este experimento.

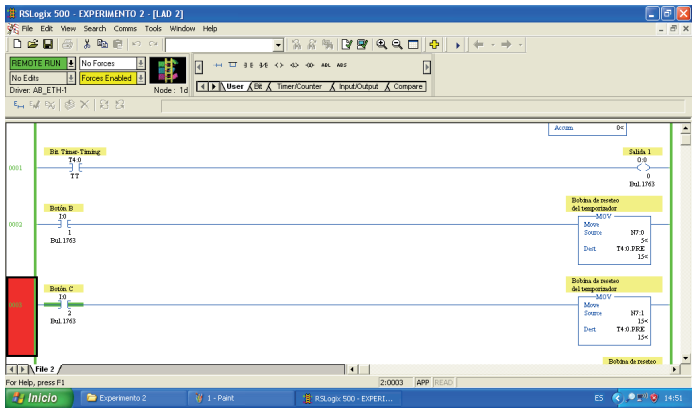
Si tienes alguna duda sobre cómo poner en líne el programa, consulta la página XXX del apéndice XXX.



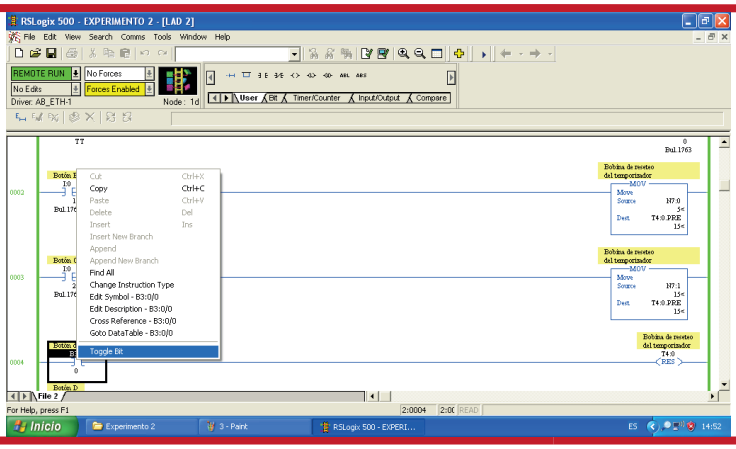
Puesta en marcha y representación física



7



8



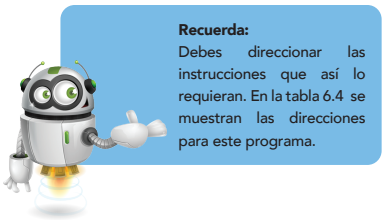
9

Puedes accionar el botón "D" para activar la función MVM y observar su funcionamiento



Programación en RSLogix 5000

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones de comparación.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 6.4 se muestran las direcciones para este programa.

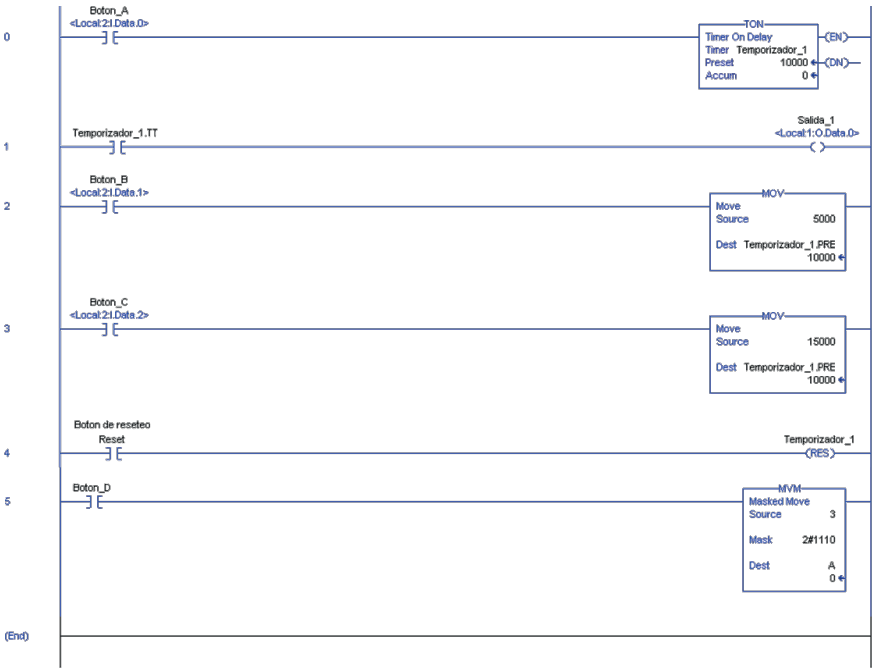


Figura 6-23: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Dirección/Parametros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	Local:2:I. Data.0	Temporizador TON	Timer: Temporizador_1 Preset: 10000 Accum: 0
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	Temporizador_1.TT	Bobina (OTE)	Local:1:I.Data.0
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Local:2:I. Data.1	Función MOV	Source: 5000 Destination: Temporizador_1.PRE
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	Local:2:I. Data.2	Función MOV	Source: 15000 Destination: Temporizador_1.PRE
0004	Contacto normalmente abierto (XIC)	Botón_de_reseteo "Base Tag"	Instrucción de salida RES	Temporizador_1
0005	Contacto normalmente abierto (XIC)	Boton_D	Función MVM	Source: 3 Mask: 2#1110 Destination: A

Tabla 6.4: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compact Logix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



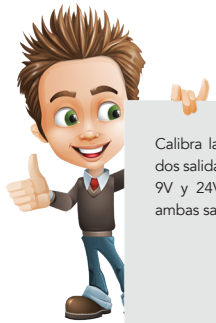
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



Cableado de fuente de poder a botonera



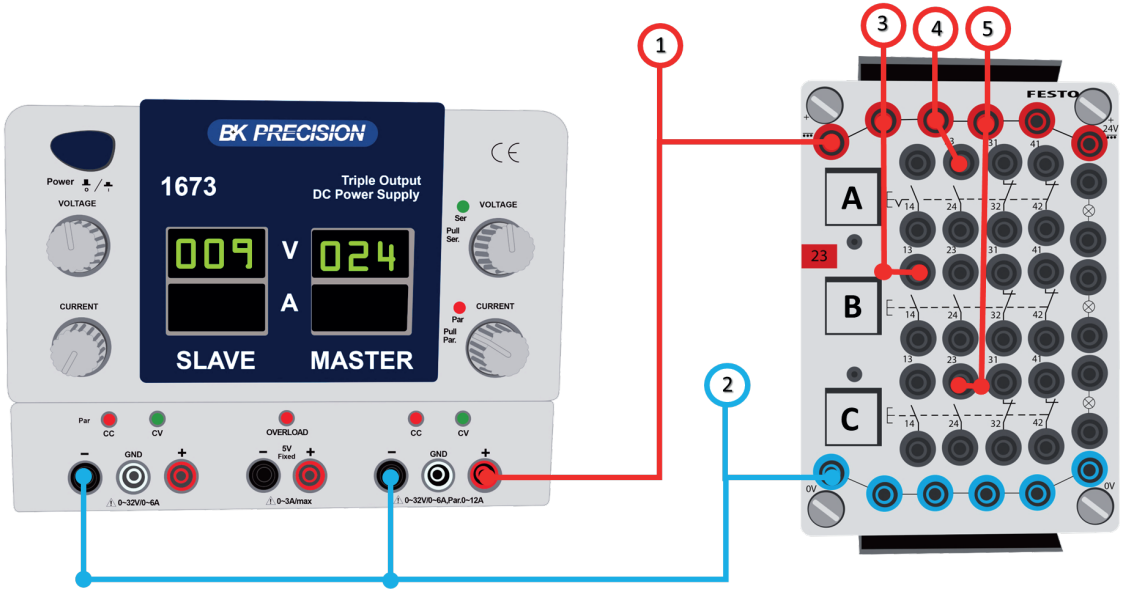
1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».
5.- Conexión de 24 V al botón «C».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).

Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.







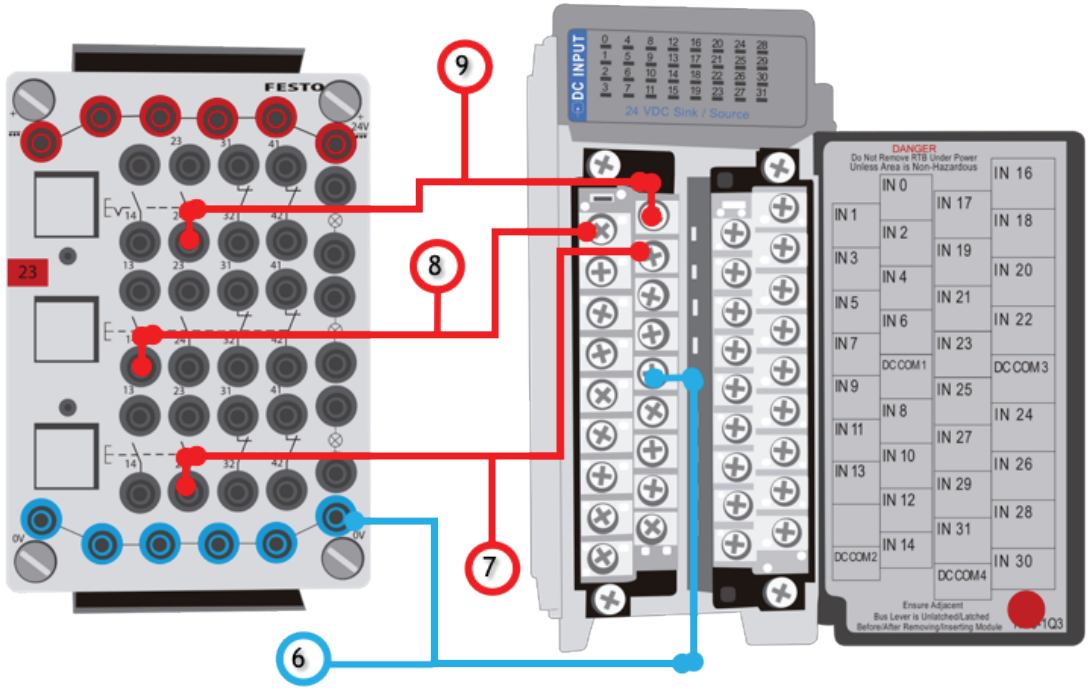
Cableado de botonera a módulo de entradas



6.- Tierra para DC Com 1.
7.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
8.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.
9.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.2.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

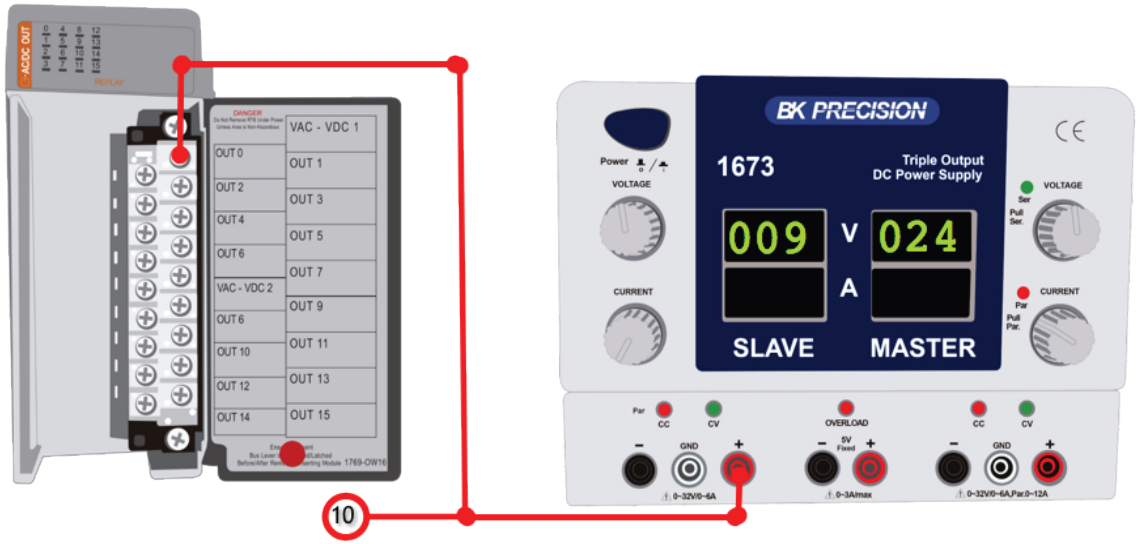




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



10.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

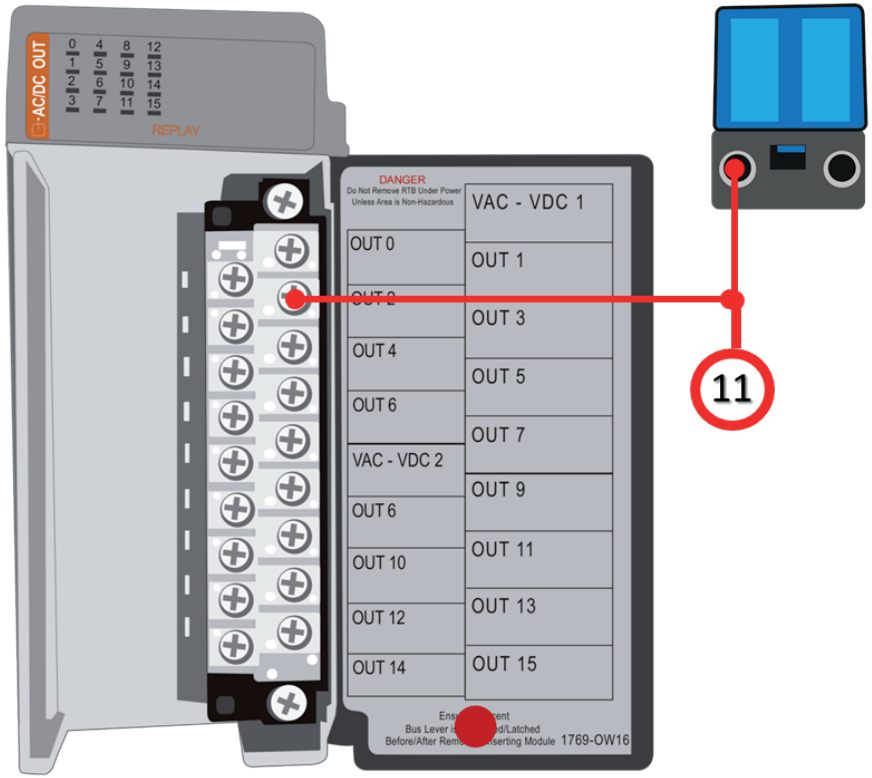




Cableado de módulo de salidas a actuadores



11.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara azul.

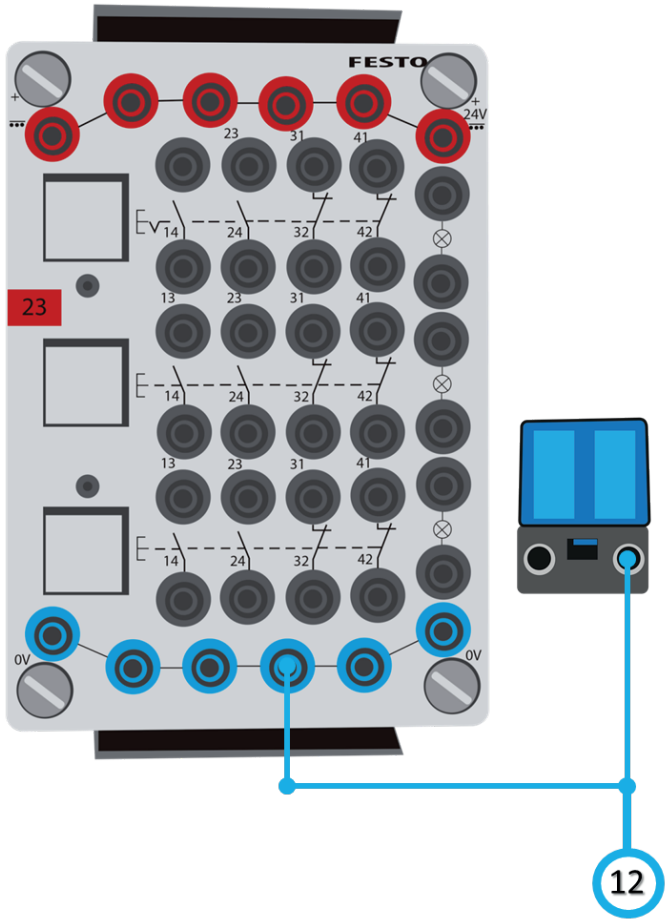




Cableado de salidas externas a botonera



12.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.





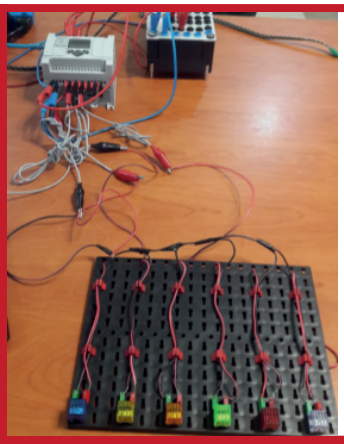
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



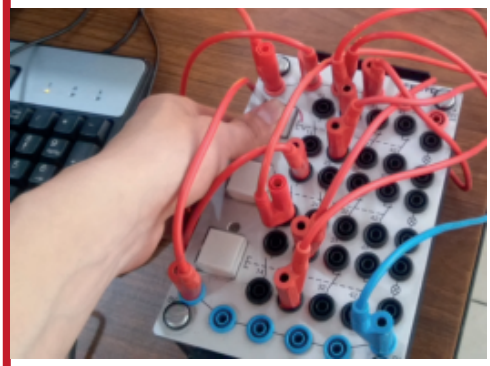
Puesta en marcha y representación física



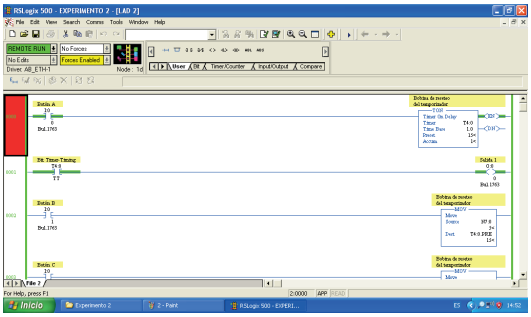
1 Poniendo en línea a el PLC



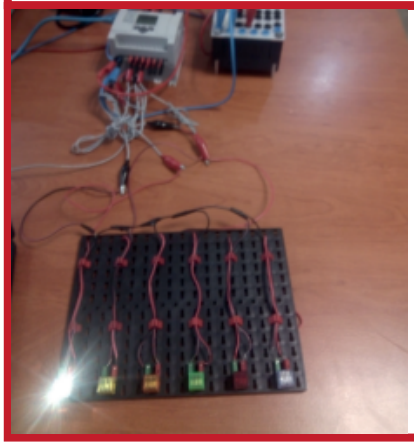
2 Programa funcionando



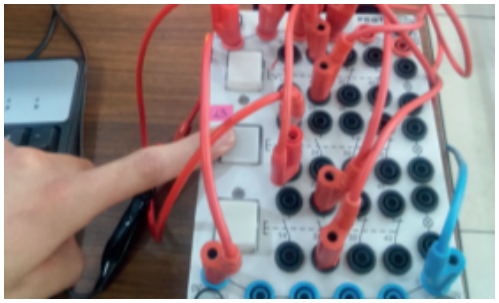
3 Presiona el botón "A"



4 Observa el contacto "A" se activa y el temporizador también



5 Cuando el tiempo acumulado llega al prestablecido la lámpara 1 se activa



6 Cuando presionas el botón "B" o "C" el tiempo prestablecido del temporizador cambia

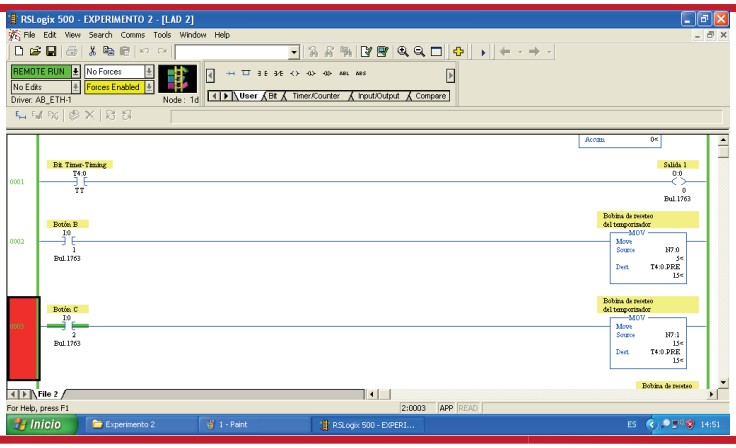


Aquí te mostramos la representación física de este experimento.

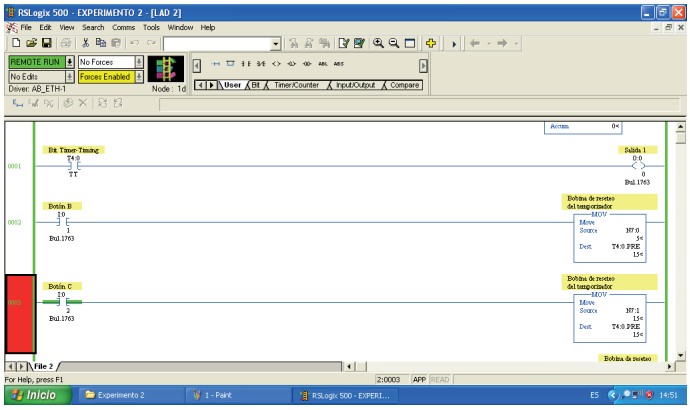
Si tienes alguna duda sobre cómo poner en líne el programa, consulta la página XXX del apéndice XXX.



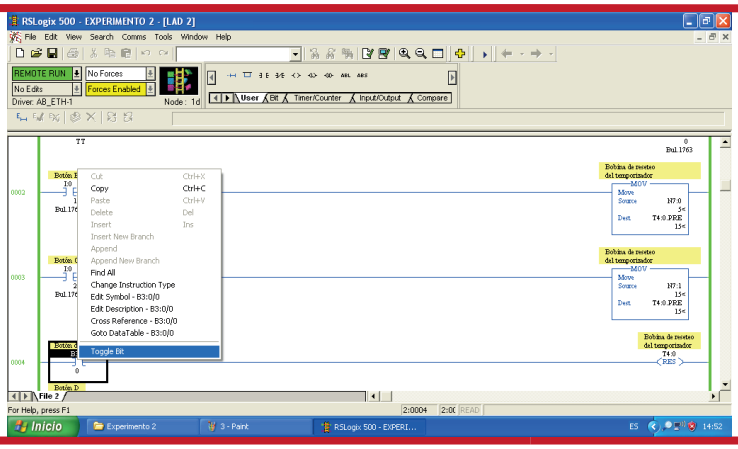
Puesta en marcha y representación física



7



8



9

Puedes accionar el botón "D" para activar la función MVM y observar su funcionamiento



Preguntas para reflexionar activamente

1.- ¿Cuál es la función del escalón 2 y 3?

2.- ¿Cuál es el equivalente de la máscara 2#1110 en sistema hexadecimal?

3.- Este programa tiene un error en el escalón 2 y 3, si ambos botones se presionan, ambas variables estarán ocupando el valor preestablecido intermitentemente. ¿Qué se debe hacer para que cuando se presione un botón, el otro no pueda ser accionado para cambiar el valor en el temporizador?



Experimento 3



Pista 133

Funcionamiento de las instrucciones COP Y FLL

Para este cuarto experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones COP y FLL.

Descripción del experimento



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.

El diagrama en escalera contendrá:

- Una instrucción COP.
- Una instrucción FLL.
- Dos contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0 y I:0.0/1.
- Cuatro arreglos: N40:1, N20:1, N20:1.
- Una variable del tipo entero: N15:5.

1.- La instrucción COP contiene dos parametros: Source y Destination son archivos de registro.



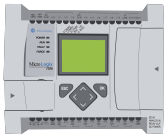
Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

Cuando el contacto I:0.0/1 se cierra los valores del arreglo N40 son copiados al arreglo N20.

La instrucción copia el arreglo en su total longitud cada vez que se realiza un escaneo.

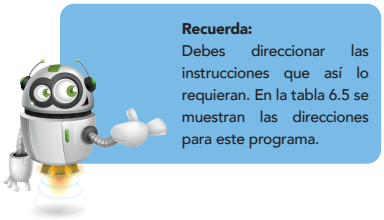
2.- Cada vez que el contacto I:0.0/1 se cierra, la instrucción FLL es activada y el valor en el entero N15:5 es transferido al arreglo N20:1.

Las seis posiciones del arreglo se llenarán con el valor del entero N15:5.



Programación en RSLogix 500

Para este tercer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones COP y FLL.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 6.5 se muestran las direcciones para este programa.

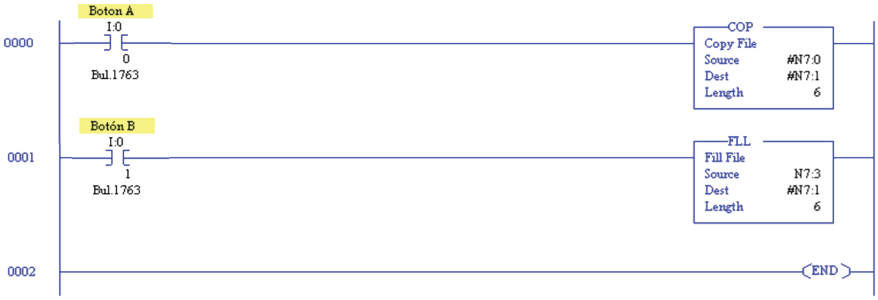


Figura 6-24: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Instrucción de manipulación COP	Source: #N7:0 Destination: #N7:5 Length: 6
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Instrucción de manipulación FLL	Source: N7:3 Destination: #N7:6 Length: 6

Tabla 6.5: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



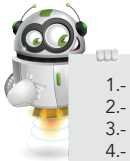
Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



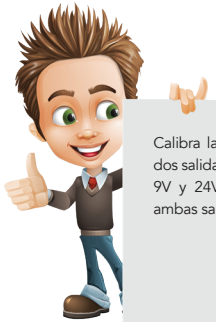
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



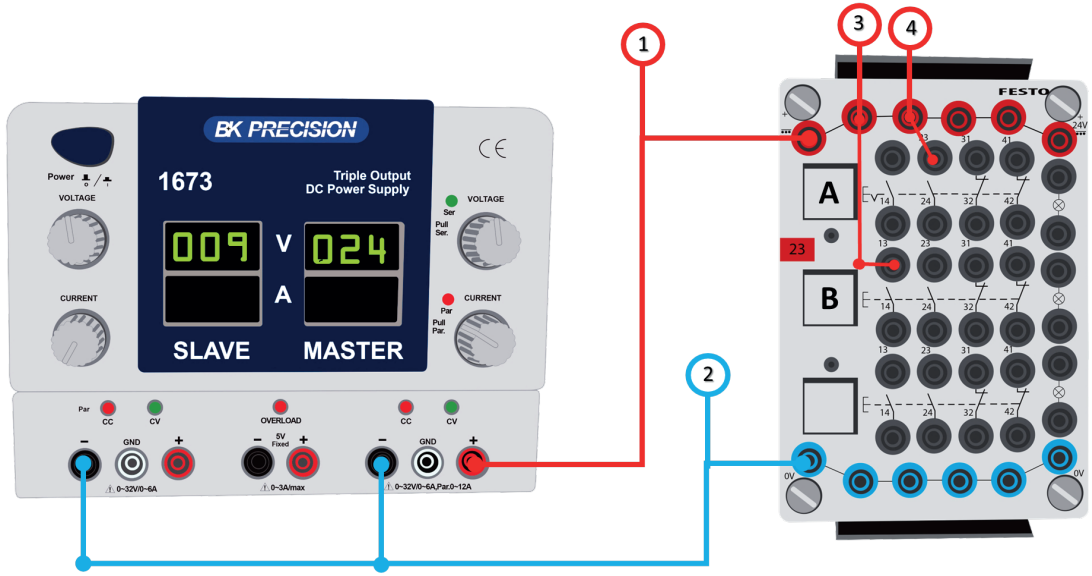
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





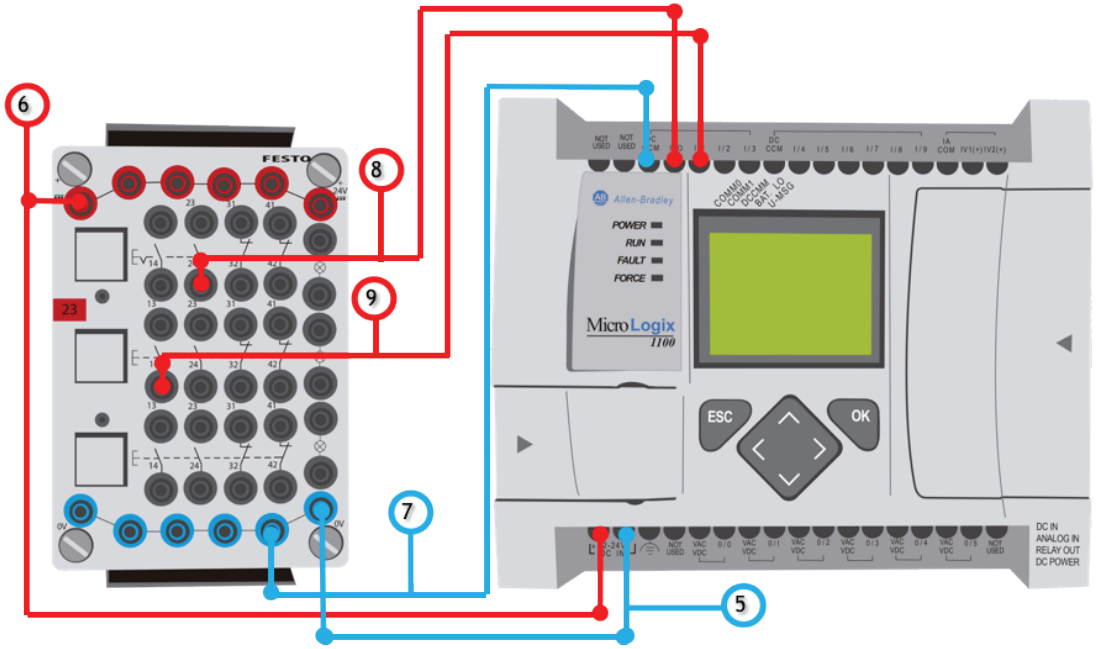
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.





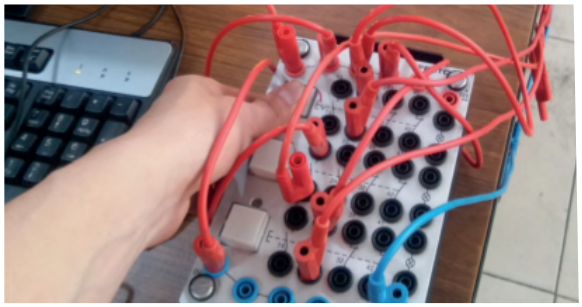
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



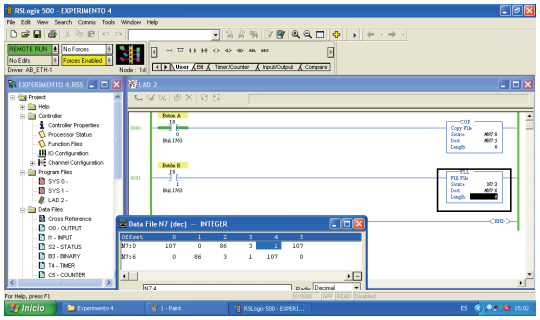
Puesta en marcha y representación física



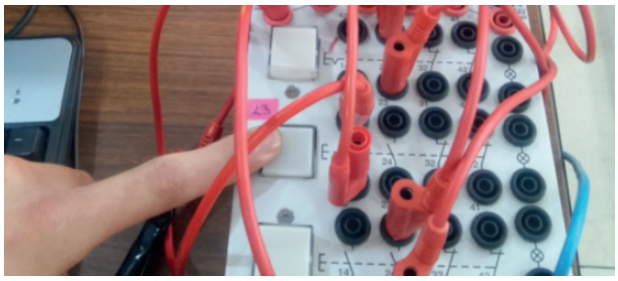
1 Poniendo en línea a el PLC



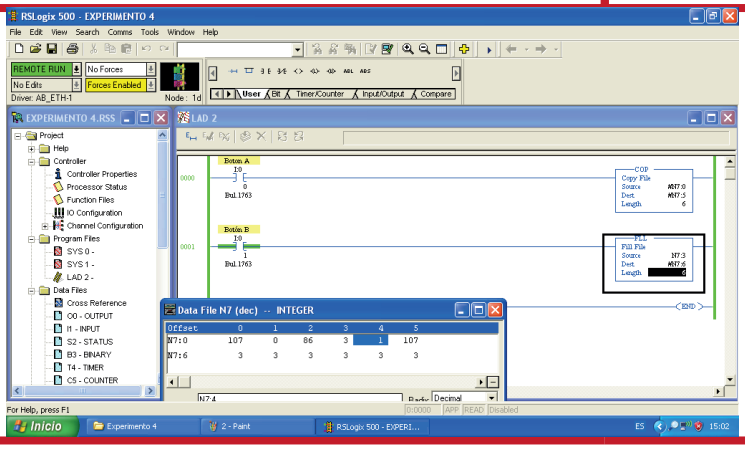
2 Presiona el botón "A"



3 El contacto "A" se cierra y se activa la función COP



4 Presiona el botón "B"

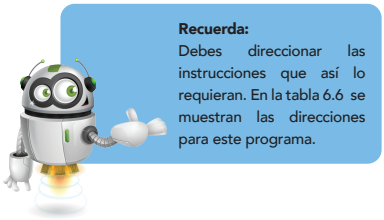


5 El contacto "B" se cierra y se activa la función FLL



Programación en RSLogix 5000

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 6.6 se muestran las direcciones para este programa.

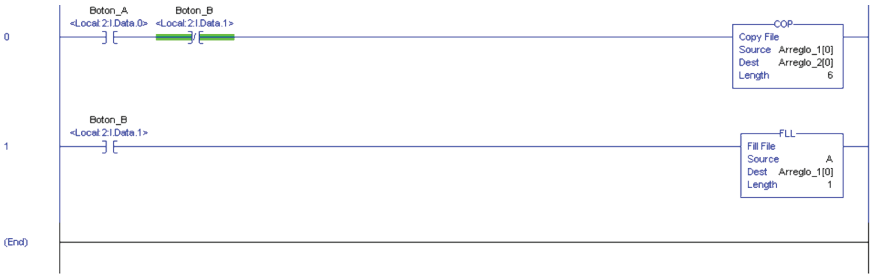


Figura 6-24: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 2	Dirección	Elemento 3	Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Instrucción de manipulación COP	Source: Arreglo_1[0] Destination: Arreglo_2[0] Length: 6
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Instrucción de manipulación FLL	Source: A Destination: Arreglo_1[0] Length: 1

Tabla 6.6: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compact logix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



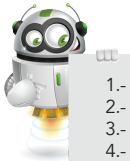
Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



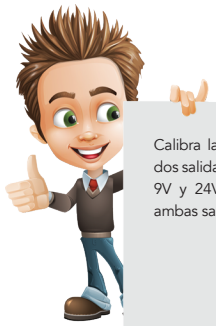
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



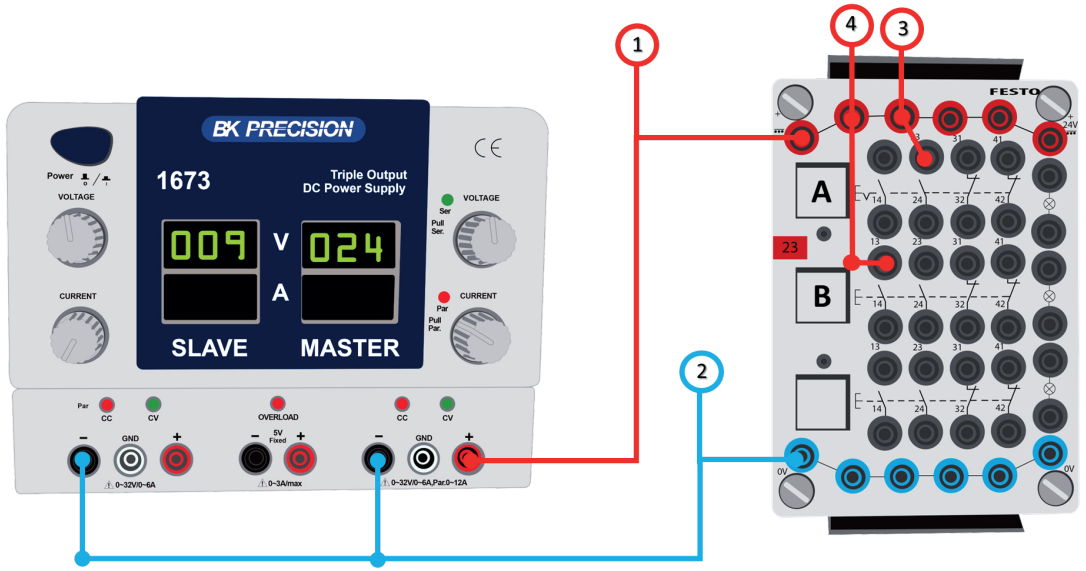
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





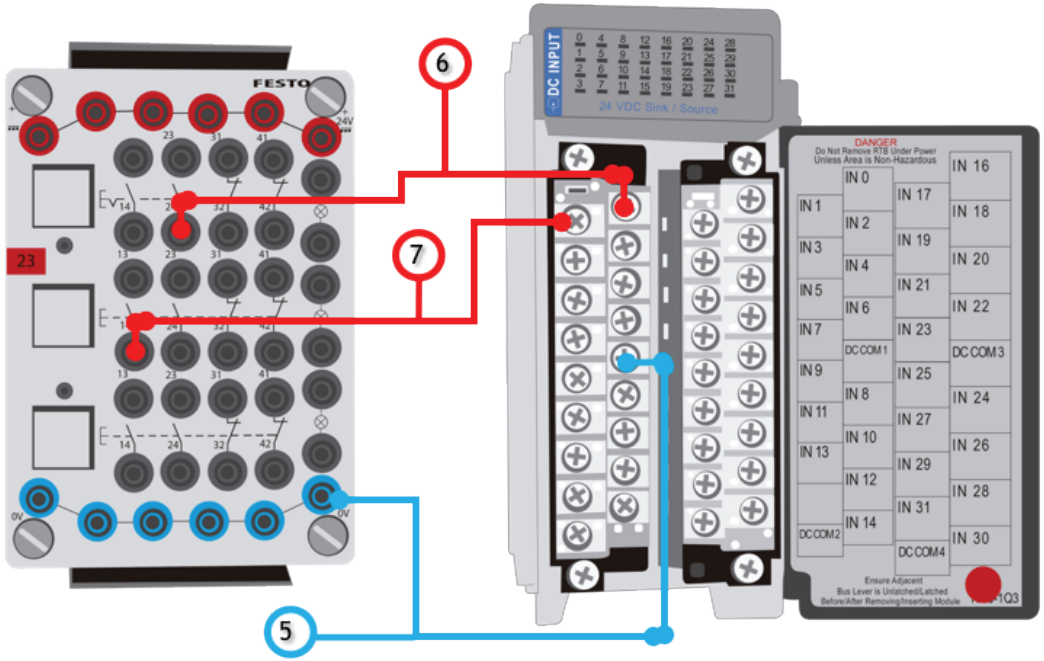
Cableado de botonera a módulo de salidas



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.
7.- Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.





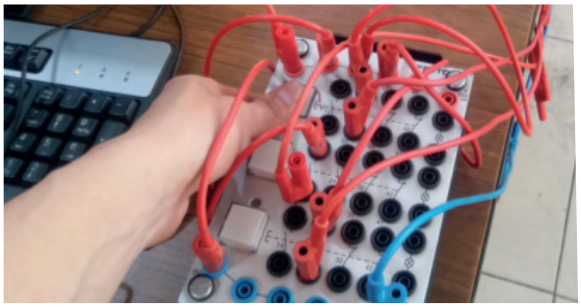
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



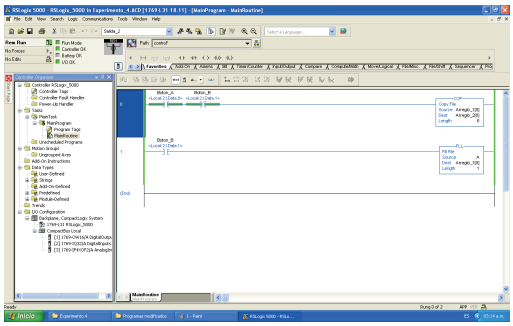
Puesta en marcha y representación física



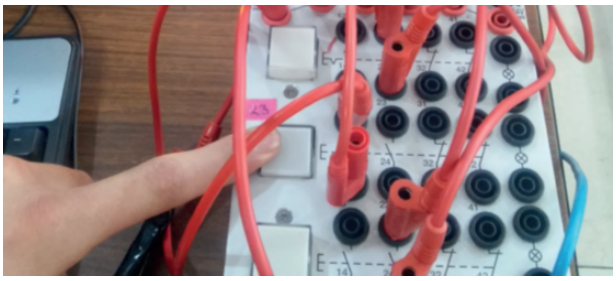
1 Poniendo en línea a el PLC



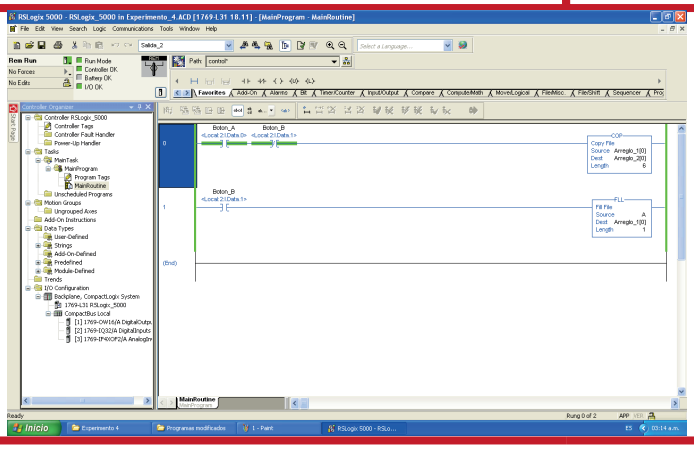
2 Presiona el botón "A"



3 El contacto "A" se cierra y se activa la función COP



4 Presiona el botón "B"



5 El contacto "B" se cierra y se activa la función FLL



Preguntas para reflexionar activamente

1.- Presiona el botón A ¿Se copió el arreglo fuente al destino?

2.- Presiona el botón B ¿Se transfirió el arreglo fuente al destino?

3.- ¿En qué se diferencian estas dos funciones?

Ejercicio guiado para instrucciones de manipulación de datos

Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Material didáctico para Instrucciones de manipulación de datos





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar tu imaginación, ejercitar la manipulación y construcción de sistemas, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

INSTRUCCIONES DE SECUENCIADOR


Pista 137



Objetivos del capítulo

Después de acabar de leer este capítulo serás capaz de:

- Interpretar y explicar la información de instrucciones de secuenciador de salida, comparación y carga.

- Describir la operación de una instrucción de secuenciador dirigida por temporizadores o por un evento.

- Describir la operación de una instrucción de desplazamiento de registros

- Analizar e interpretar instrucciones de manipulación de datos dentro de un diagrama en escalera

- Conocer los parámetros necesarios para programar este tipo de instrucciones



Pista 138

Instrucciones de secuenciador

Las instrucciones de secuenciador leen un archivo y lo comparan contra una máscara para posteriormente transferirlo a un destino. Requieren que ciertos parámetros sean programados para que funcionen correctamente (Petruzella, 2011).



Pista 139

Parámetros del secuenciador

En las instrucciones de secuenciador se pueden encontrar 7 parámetros (Petruzella, 2011):

Archivo (File): Es la dirección de partida de los registros que se encuentran dentro de un archivo, y debe de usarse el símbolo (#) para indicar dicha dirección. El archivo contiene el dato que será transferido a la dirección de destino cuando la instrucción se active. Cada palabra en el archivo representa una posición, empezando con la posición cero y continuando hasta la última posición del registro.

Máscara (Mask): Es un patrón de bits por el cual el secuenciador mueve los datos de la fuente a la dirección destinada.

Fuente: Es la dirección del registro o archivo de entrada del cual las instrucciones obtienen datos para comparar.

Destino (Destination): Es la dirección de la palabra de salid, la cual la instrucción mueve del secuenciador.

Control (Control): Es la dirección que contiene los parámetros de control (R6) para la instrucción. El registro de control almacena el estado del byte para la instrucción, la longitud del archivo del secuenciador, y la posición en ese momento del archivo.

Posición (Position): Indica el paso al cual se quiere empezar la instrucción. La posición es la palabra de localización de la cual la instrucción está leyendo los datos. Si se tiene más información almacenada por encima de la longitud establecida en la instrucción, esta no la tomará en cuenta. Por lo que, al terminar de transferir el último dato, el valor de la posición se reestablecerá a cero.

Longitud (Length): Es el número de veces que el secuenciador debe dar para llegar al registro final, con punto de partida en 1. La instrucción reestablece la posición a 1 cada vez que su ciclo se completa.



Pista 140

Funcionamiento de un secuenciador

Cada vez que el secuenciador avance, la información en código binario será mandada a un registro.
Debido a la manera en la que las instrucciones secuenciadoras operan, todas las salidas deben estar referenciadas a un módulo físico de salidas. Estas instrucciones necesitan de elementos que lo activen (contactos, u otras funciones que realicen continuidad en el escalón que se encuentra la función secuenciadora). La función avanzara su operación (leer datos, aplicar máscara, y transferir los datos enmascarados al destino designado) solo si hay una transición de continuidad a discontinuidad en el escalón. Después de este ciclo, la función espera otra transición de continuidad a discontinuidad para realizar su operación en la posición siguiente (Fattahzadeh, 2010).



Pista 141

Programación general de un secuenciador

El secuenciador funciona por medio de un archivo de control de tipo R6. Y está compuesto principalmente de 3 registros (Petruzella, 2011).

El bit Enable (EN; bit 15): Se activa cada vez que la instrucción también lo está.

El bit Done (DN; bit 13): Se activa después de que la última palabra es transferida por la instrucción secuenciadora. Posteriormente al activarse nuevamente la función, la posición será reestablecida a cero 1

El bit de error (ER; bit 11): Se activa cada vez que el procesador detecta un valor negativo en la posición, o longitud.
Para programar un secuenciador, se debe de introducir los registros en código binario. El archivo que se introduce contiene la información que se transferirá, y cumplirá con los requerimientos de transferencia de datos que el programador necesita.



Tipos de secuenciador

De forma general, hay 5 tipos de secuenciadores (figura 7-1) (Petruzella, 2011).

- Secuenciador de salida SQO (Sequencer Output)
- Secuenciador de entrada SQI (Sequencer input)
- Secuenciador de carga SQL (Sequencer load)
- Desplazamiento izquierdo de bit BSL (Bit shift left)
- Desplazamiento derecha de bit BSR (Bit shift right)

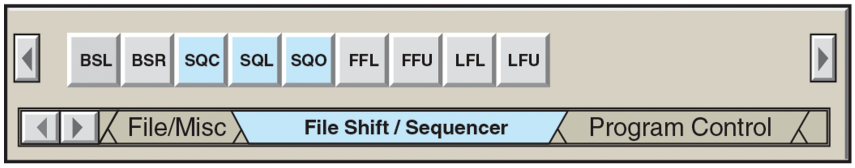


Figura 7-1: Descripción de los elementos de un temporizador.



Pista 143

Secuenciador de salida SQO (Sequencer Output)



1.- La instrucción SQI utiliza un registro de control como la instrucción SQO pero no posee un bit Done. Además, está función no incrementa automáticamente su posición. Si es usada sola en un programa, se requiere que el valor de la posición sea cambiado con otra instrucción (con la instrucción Move por ejemplo), con el propósito de que sea capaz de leer los valores de entrada y los compara con los de la fuente.

Es una instrucción que lee los elementos de un archivo de uno en uno, aplica una máscara para habilitar o deshabilitar bits de este elemento, y transfiere los datos hacia una salida designada. Avanza al siguiente registro por un pulso de entrada externo.

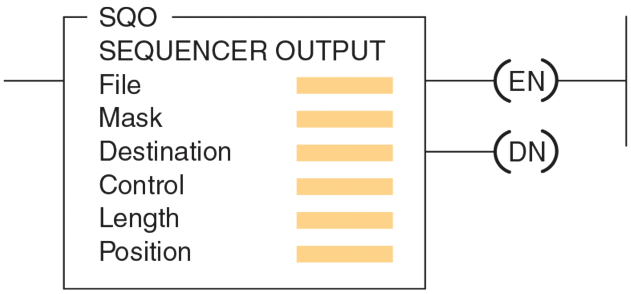


Figura 7-2: Descripción de los elementos de un temporizador.



Pista 144

Secuenciador de entrada SQI (Sequencer input)

Permite la entrada de datos para comparar contra una almacenada en el secuenciador. Las entradas de esta instrucción son similares a la SQO, excepto que el destino es reemplazado por la fuente.

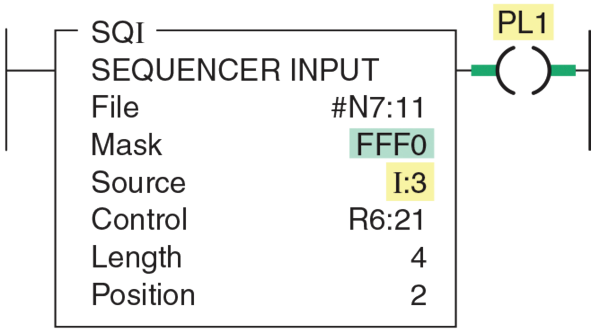


Figura 7-3: Descripción de los elementos de un temporizador.



Pista 145

Secuenciador de carga SQL (Sequencer load)

Es usada para leer los datos del módulo de entrada del PLC y almacenarlos en el secuenciador. Cargar condiciones de entrada para un número más grande de pasos en un proceso es propenso a errores. En estos casos esta instrucción se puede usar para cargar datos en el secuenciador de uno en uno.

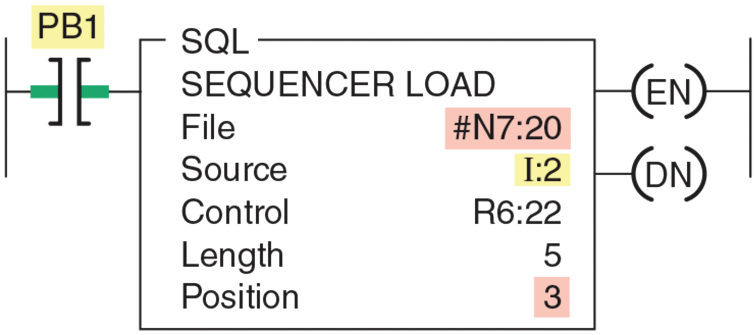


Figura 7-4: Descripción de los elementos de un temporizador.



Pista 146



Las instrucciones BSL y BSR son instrucciones de salida que cargan datos en un arreglo de bits uno a la vez. La diferencia entre ellas es la dirección en que cargan el bit.

Desplazamiento de bit en registros (Bit Shift Registers)

El PLC no solo usa un patrón fijo de registros de bits, también puede manipular y cambiar bits en forma individual. Un desplazamiento de bit en un registro, es aquel que permite el desplazamiento de bits a través de un solo registro o grupo de registros.

El desplazamiento de bits en un registro desplaza bits de forma serial (de bit a bit) a través de un arreglo en una manera ordenada.

Desplazamiento izquierdo de bit BSL (Bit shift left)

Carga un bit de dato en un arreglo de bits, y desplaza el patrón de datos por el arreglo en dirección izquierda, y a su vez descarga el último bit en el arreglo.

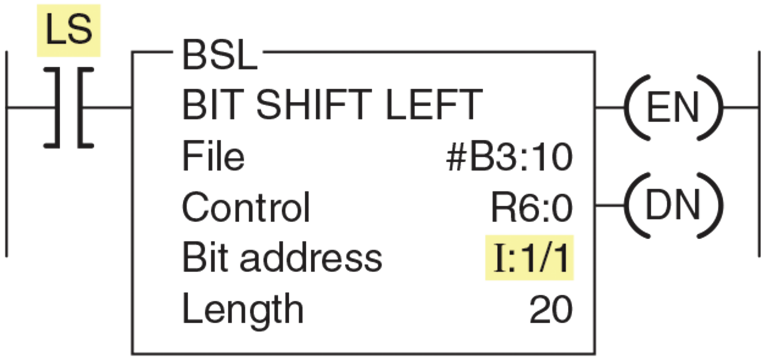


Figura 7-5: Descripción de los elementos de un temporizador.



Al finalizar este capítulo tienes el conocimiento necesario para aprendera programar en la plataforma de tu elección.
Advertencia: No empieces los experimentos sin antes leer los cómics.
RSLogix 500: De la página 89 a la 98.
RSLogix 5000: De la página 130 a la 141.

Desplazamiento derecha de bit BSR (Bit shift right)

Carga un bit de dato en un arreglo de bits, y desplaza el patrón de datos por el arreglo en dirección derecha, y a su vez descarga el último bit en el arreglo.

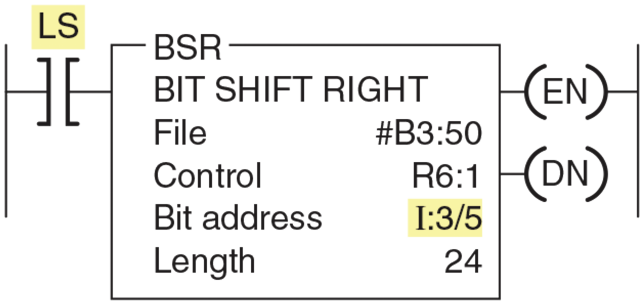


Figura 7-6: Descripción de los elementos de un temporizador.

Bibliogragía

Fattahzadeh, S. (2010). Programming Allen Bradley PLCs using RSLogix 500 software. Ebook.

Green, C. (2015). Learn how to program and troubleshoot ladder logic. eUniversity.

Petruzella, F. (2011). Programmable Logic Controllers. New York: Mc graw hill.



Experimento 1



Pista 147

Funcionamiento del secuenciador SQO

En este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del secuenciador de salida SQO, su mascara y arreglos.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.
5.- 5 bombillas incandescentes.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contiene lo siguiente:

- Una instrucción de secuenciador de salida SQO.
- Un contacto normalmente abierto (XIC): I:0.0/0.
- Cinco archivos de tipo bit (B3): B3:0, B3:1, B3:2, B3:3, B3:4.
- Un archivo de tipo control (R6): R6:0.
- Seis direcciones del modulo de salidas: O:0.0/0, O:0.0/1, O:0.0/2, O:0.0/3, O:0.0/4, O:0.0/5.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.

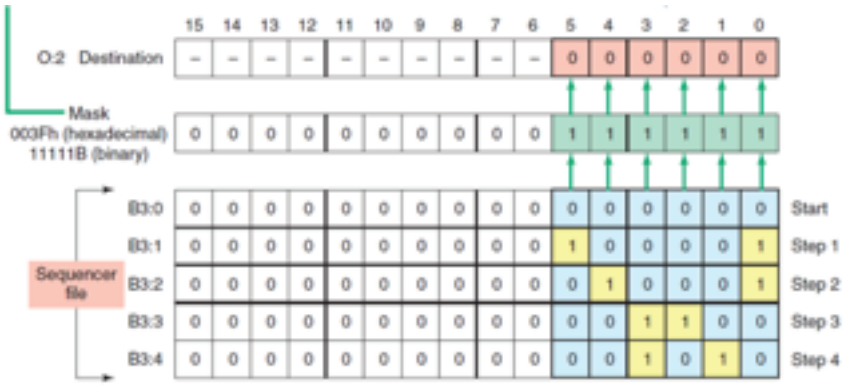
El programa realizará lo siguiente:

1.- Cada vez que el contacto I:0.0/0 se abre y se cierra, la instrucción de secuenciador recibe un pulso que activa la máscara de la misma función.

*La palabra de la mascara (mask) selecciona y filtra los datos del bit (file) que se encuentra en ese momento en la función, y los translada a la salida destinada (dest).

*El número hexagesimal 003Fh se introduce como parámetro para la máscara.

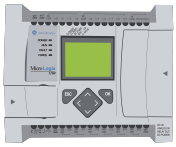
*Para que el modulo de salidas tenga una de sus terminales activadas, tanto el archivo del tipo Bit (B3) como su bit correspondiente de la máscara deben tener el valor uno.



2.- La matriz inferior (que representa los valores binarios de los archivos de tipo bit) son mandados a la mascara y posteriormente al lugar de destino.

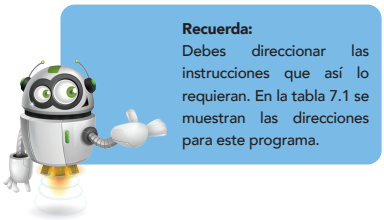
3.- Los guiones en los bits del módulo de salidas indican que esos bits permanecen iguales durante la secuenciación.

4.- Al finalizar su tarea la funcion SQO, el registro POS de la variable de control R6:0 avanza al siguiente archivo de tipo bit.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de los elementos XIC, XIO y OTE.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 7.1 se muestran las direcciones para este programa.



Figura 7-7: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Secuenciador SQO	File: #B3:0 Mask: 0FFFh Dest: O:0.0 Control: R6:0 Length: 6

Tabla 7.1: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Micrologix 1100 series B

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



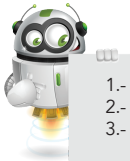
Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



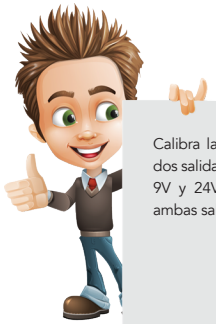
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



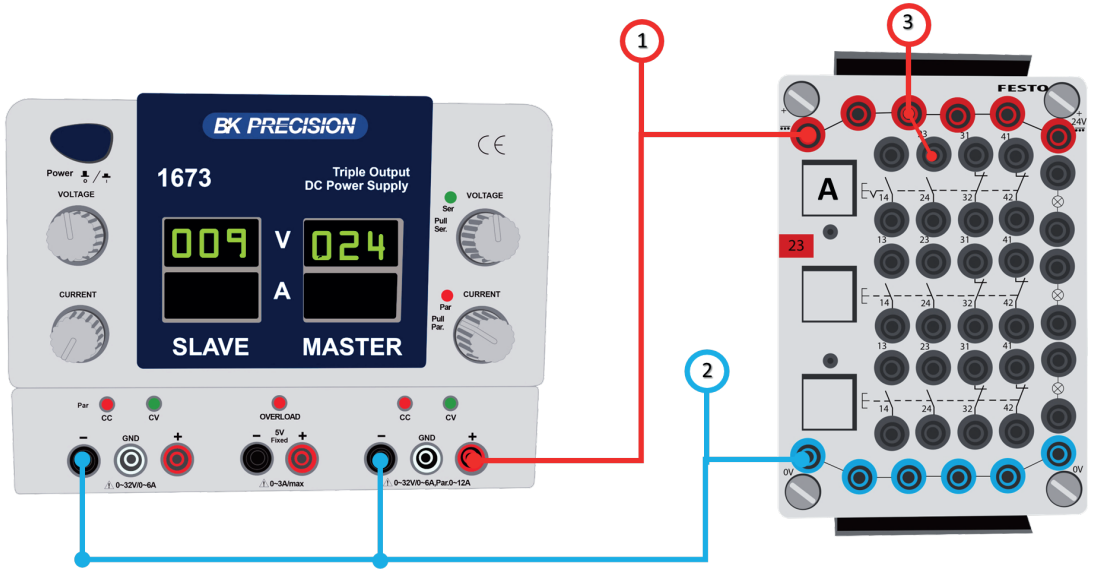
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





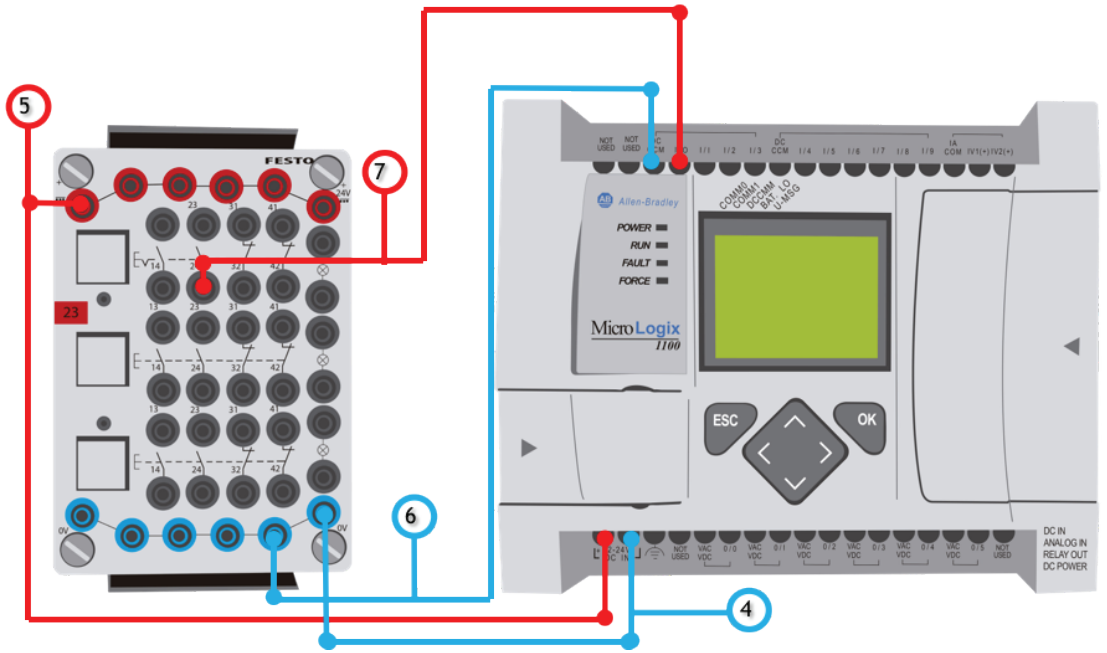
Cableado de botonera a PLC



4.- Tierra para DC Com 1.
5.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
6.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
7.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.

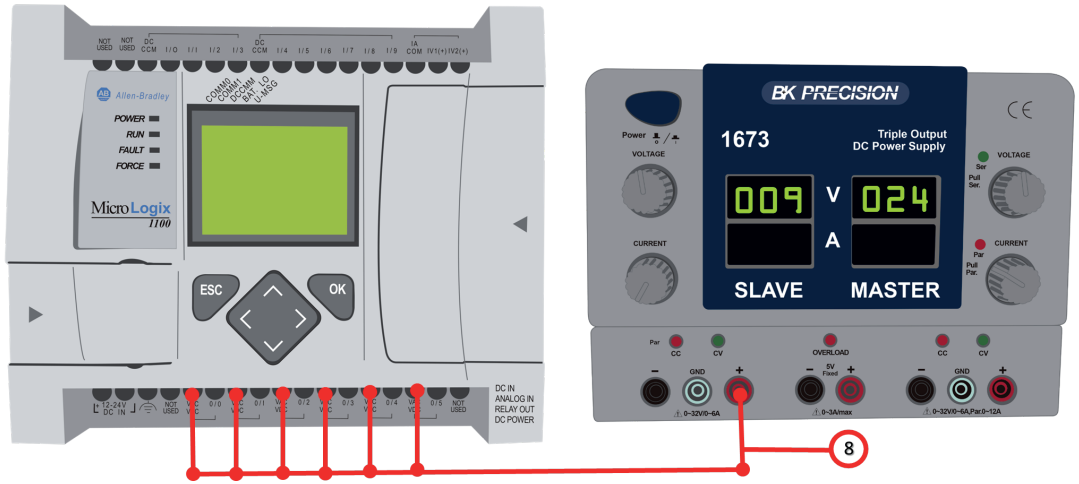


Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.



Cableado de PLC a fuente de poder

8.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

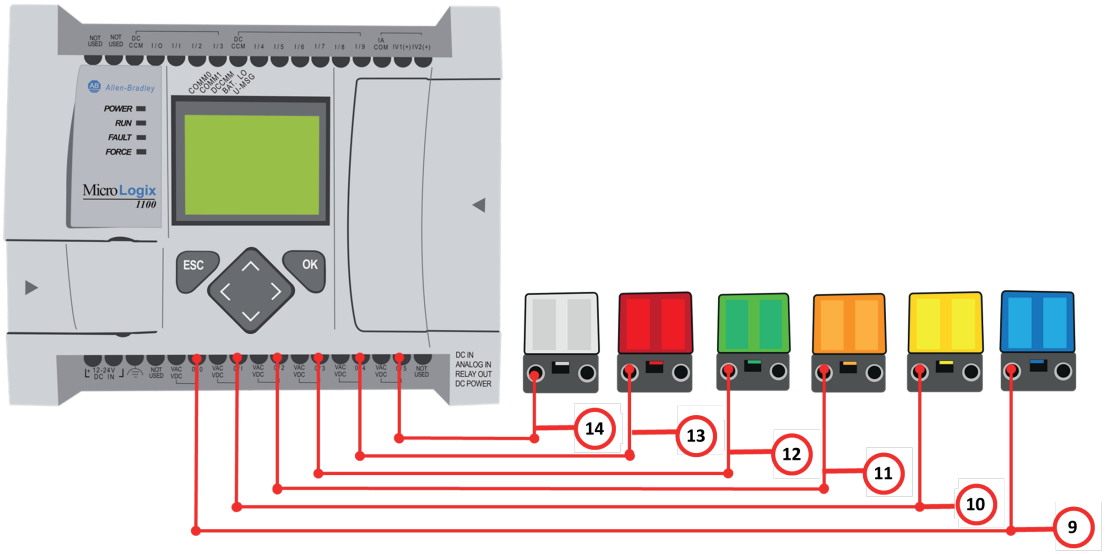




Cableado de PLC a salidas externas



9.- Conexión de la terminal O/0 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal O/1 a la lámpara amarilla.
11.- Conexión de la terminal O/2 a la lámpara naranja.
12.- Conexión de la terminal O/3 a la lámpara verde.
13.- Conexión de la terminal O/4 a la lámpara rojo.

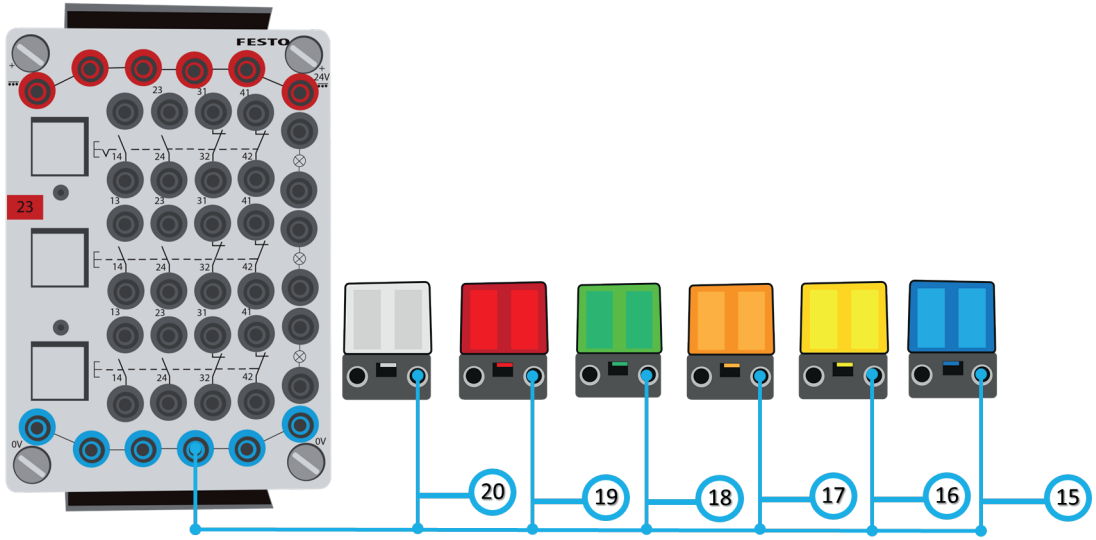




Cableado de salidas externas a botonera



15.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
16.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
17.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.
18.- Conexión de la terminal de la lámpara verde a tierra.
19.- Conexión de la terminal de la lámpara roja a tierra.
20.- Conexión de la terminal de la lámpara blanca a tierra.





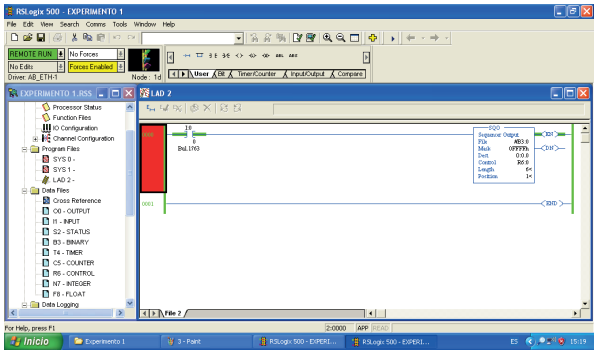
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



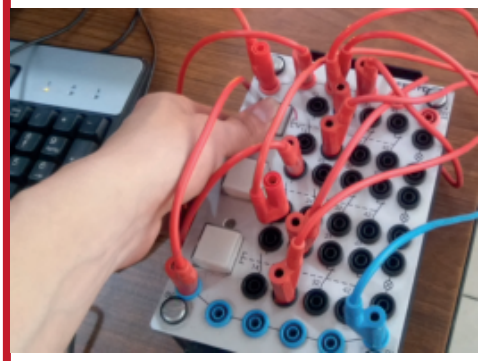
Puesta en marcha y representación física



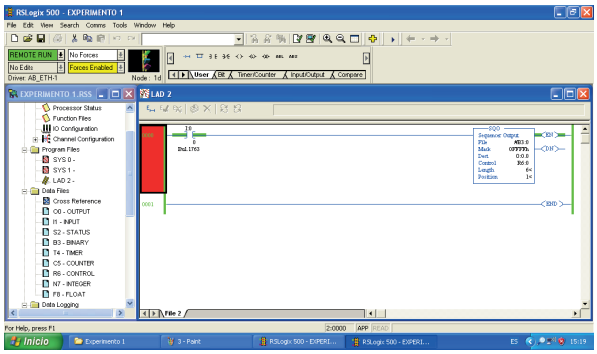
1 Poniendo en línea a el PLC



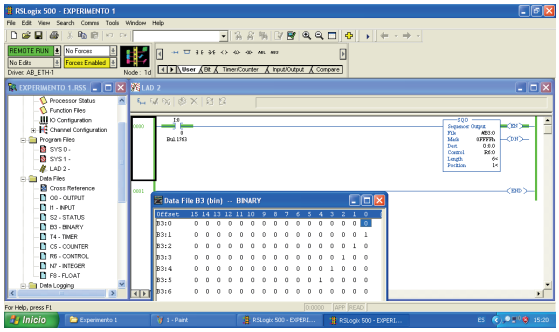
2 Programa funcionando



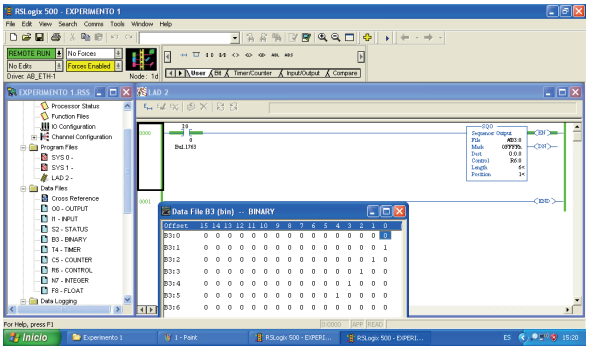
3 Presiona el botón "A"



4 Observa el contacto "A" activarse



5 Observa como se transfieren los valores a la variable "A"

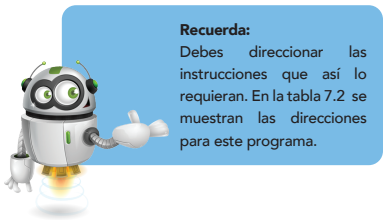


6



Programación en RSLogix 5000

Para este primer experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento del secuenciado SQO.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 7.2 se muestran las direcciones para este programa.



Figura 7-8: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Botón_A" Local: 2: I.Data.0	Secuenciador SQO	Array: Array_1[0] Mask: 2#1111 Dest: A Control: Control Length: 5

Tabla 7.2: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



Cableado físico para el PLC Compactlogix L31

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.



Para el cableado físico se construirá un sistema que contiene 4 componentes principales. Y para este segmento se mostrará parte por parte la conexión entre ellos de manera gráfica. Los componentes son los siguientes:

- Fuente de poder
- Botonera
- PLC
- Salidas de PLC



Las direcciones de los elementos no deben llevar espacios.



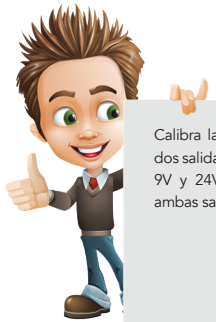
Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.



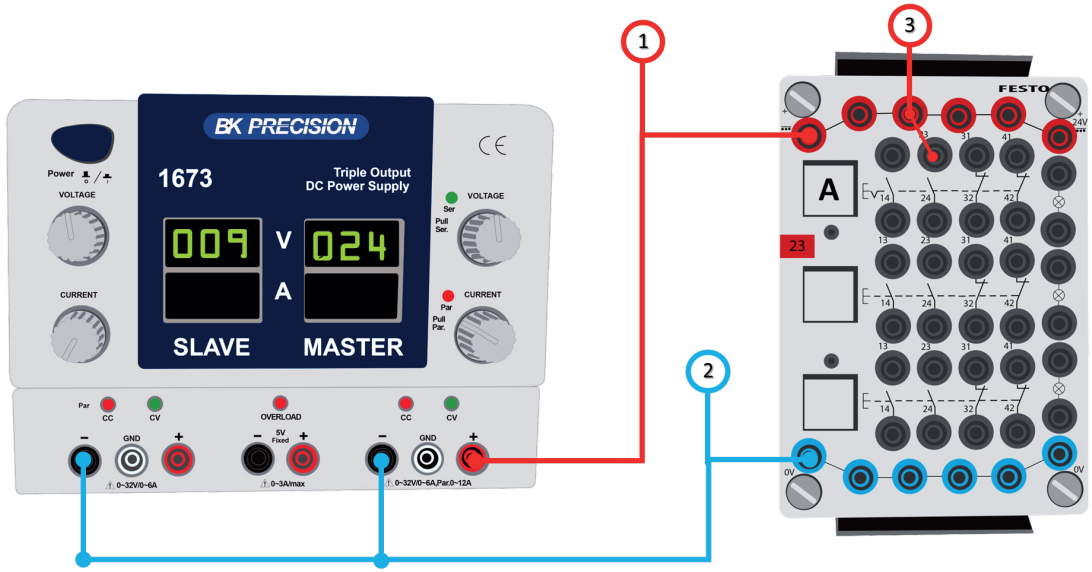
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





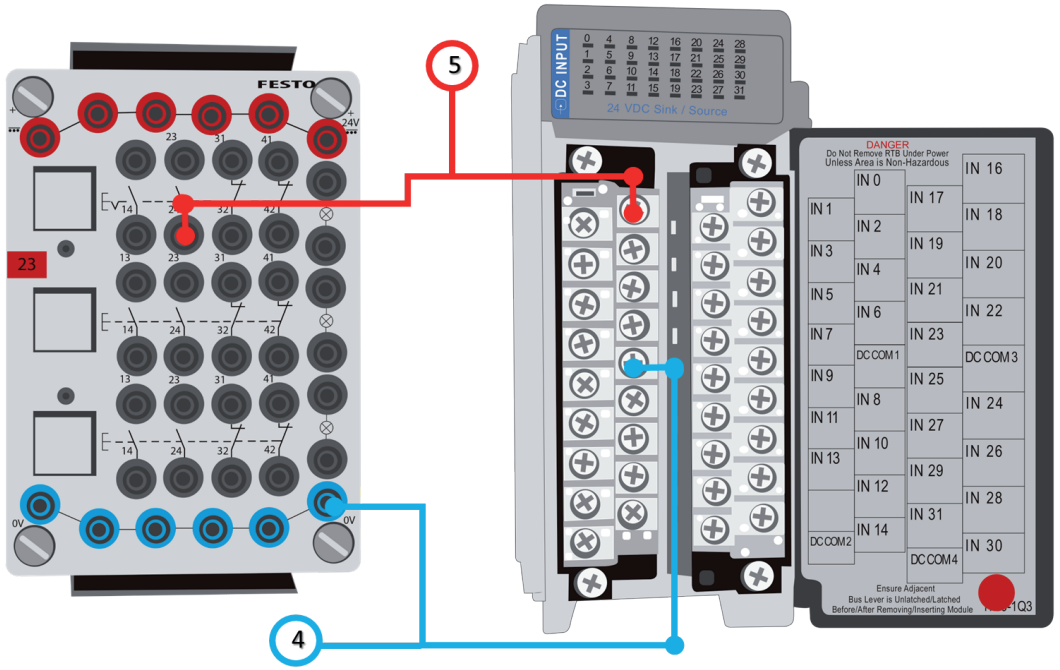
Cableado de botonera a módulo de entradas



5.-Tierra para DC Com 1.
6.-Conexión a la entrada digital Local:1:I.Data.0.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.

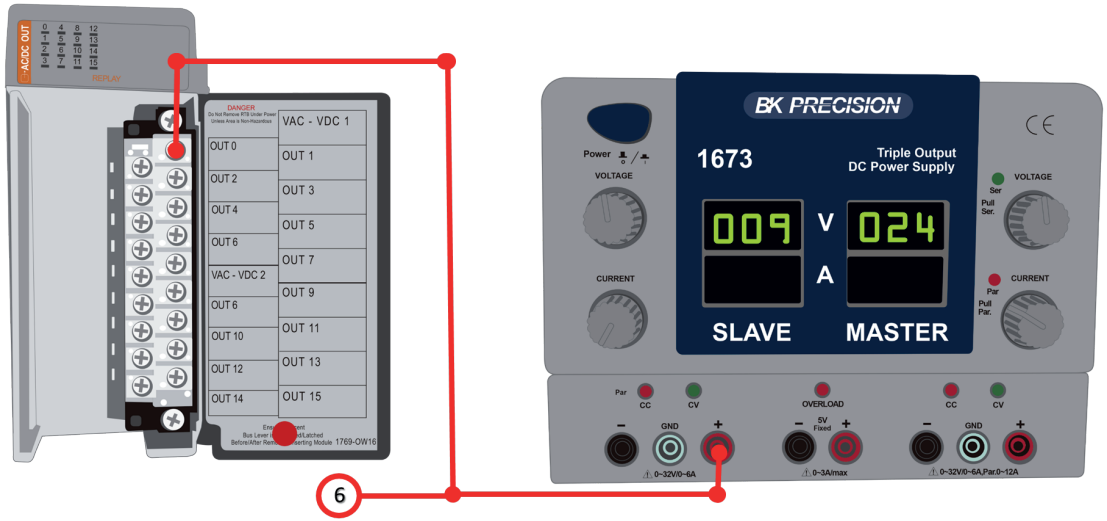




Cableado de fuente de poder a módulo de salidas



6.- Entrada de voltaje para módulo de salidas VAC-VDC 1.

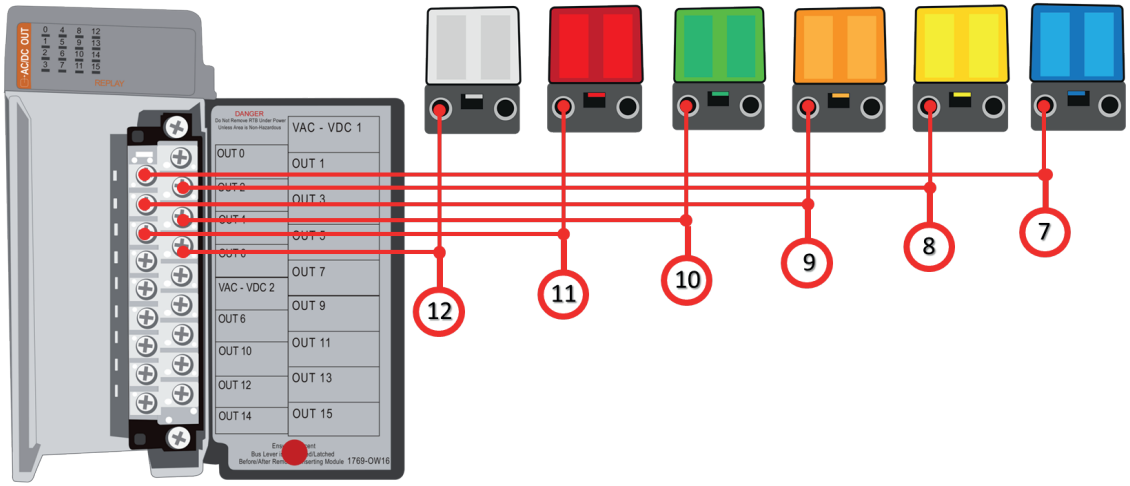




Cableado de módulo de salidas a actuadores



7.- Conexión de la terminal Out 0 a la lámpara azul.
8.- Conexión de la terminal Out 1 a la lámpara amarilla.
9.- Conexión de la terminal Out 2 a la lámpara azul.
10.- Conexión de la terminal Out 3 a la lámpara amarilla.
11.- Conexión de la terminal Out 4 a la lámpara azul.
12.- Conexión de la terminal Out 5 a la lámpara amarilla.

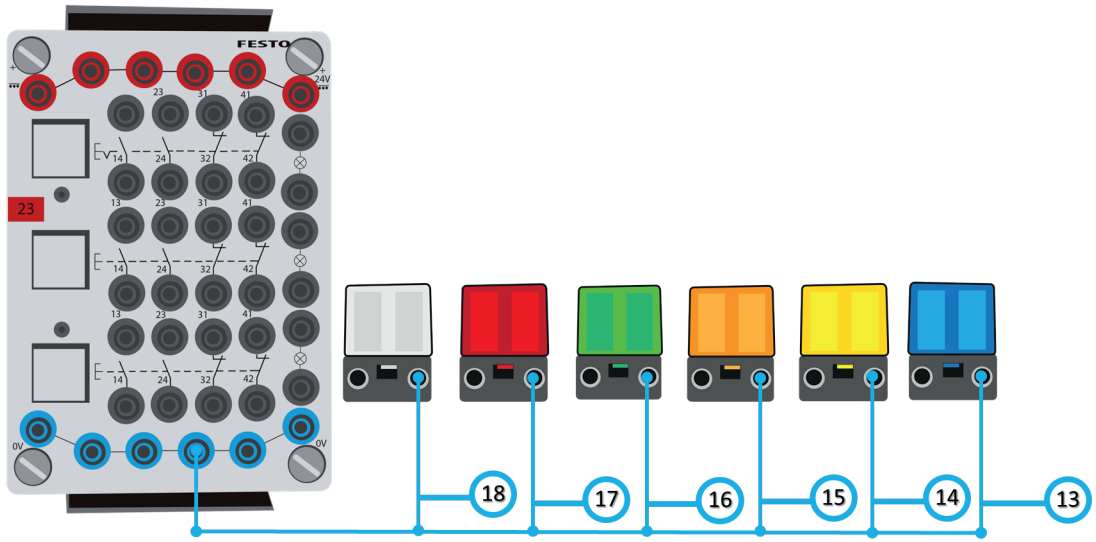




Cableado de salidas externas a botonera



13.- Conexión de la terminal de la lámpara azul a tierra.
14.- Conexión de la terminal de la lámpara amarilla a tierra.
15.- Conexión de la terminal de la lámpara naranja a tierra.
16.- Conexión de la terminal de la lámpara verde a tierra.
17.- Conexión de la terminal de la lámpara roja a tierra.
18.- Conexión de la terminal de la lámpara blanca a tierra.





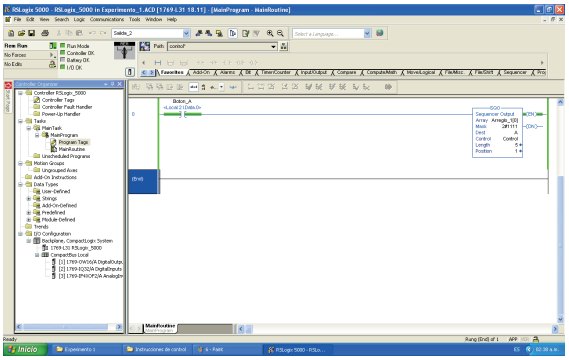
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



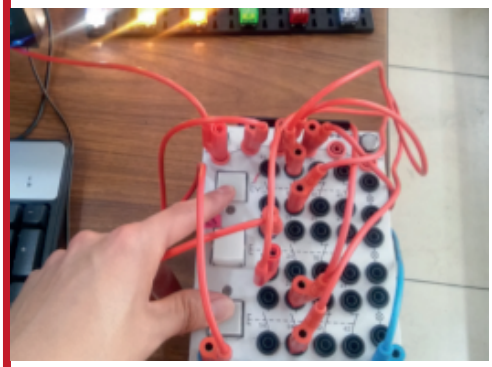
Puesta en marcha y representación física



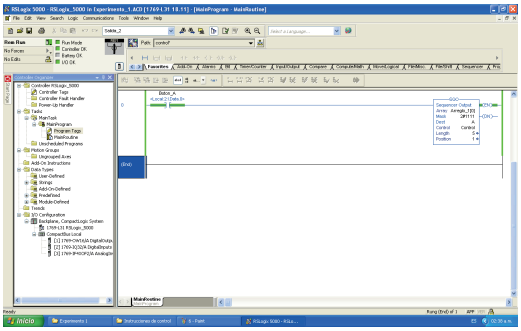
1 Poniendo en línea a el PLC



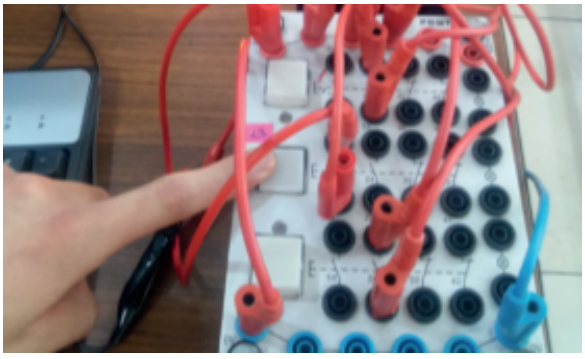
2 Programa funcionando



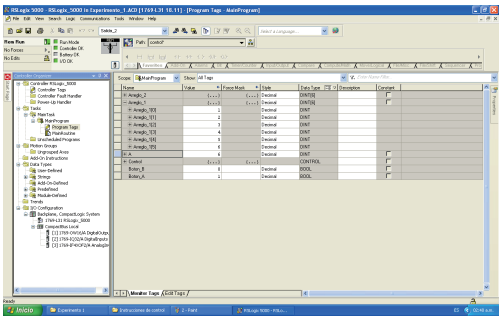
3 Presiona los botones "A" y "C"



4 Observa que el programa funciona con normalidad



5 Mantén presionado el botón "B"



6 Y date cuenta que la actividad se escaneo de los escalones que se encuentran abajo de TND se ha suspendido



Experimento 2



Pista 148

Funcionamiento de las funciones para desplazamiento de registros BSR Y BSL

En este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones BSR y BSL, su mascara y arreglos.



Materiales:
1.- PLC Micrologix 1100 series B/ PLC Compactlogix L31.
2.- Botonera didáctica.
3.- Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad.
4.- Fuente de poder DC.

Descripción del experimento

El diagrama en escalera contiene lo siguiente:

- Una instrucción de desplazamiento de registro BSL.
- Una instrucción de desplazamiento de registro BSR .
- Dos contactos normalmente abiertos (XIC): I:0.0/0, I:0.0/1.
- Un archivo de tipo bit (B3): B3:0.
- Un archivo de tipo control (R6): R6:0.

El programa realizará lo siguiente:

1.- Cada vez que el contacto I:0.0/0 se abre y se cierra, la instrucción BSL se activa momentáneamente.

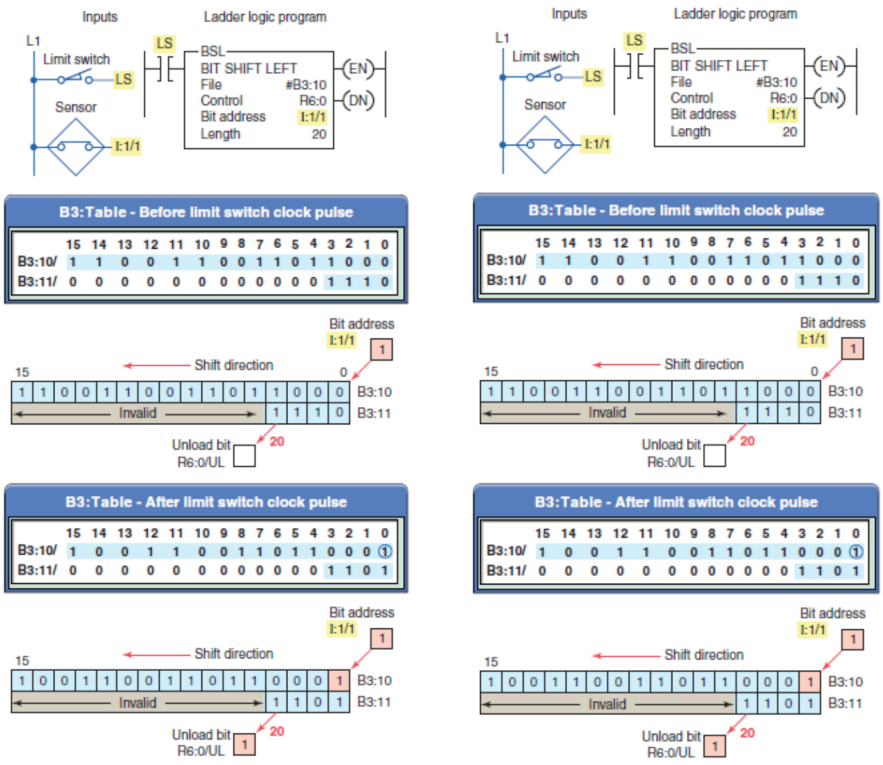
2.- El registro Enable se pone en alto y los datos del bit B3:0 se desplazan una posición hacia la izquierda.

3.- El valor del bit en la direccion I:0.0/0 es puesto en la primera posición del bit B3:0.

4.- El último bit del arreglo en B3:0 es retirado y almacenado en el registro Unload bit (R6:0/UL) . Nota: Es estado que estaba en el registro UL se pierde.



Recuerda:
Puedes ver más a detalle los materiales que requieres en el apéndice G.



5.- Cada vez que el contacto I:0.0/1 se abre y se cierra, la instrucción BSR se activa momentáneamente.

6.- El registro Enable se pone en alto y los datos del bit B3:1 se desplazan una posición hacia la izquierda.

7.- El valor del bit en la direccion I:0.0/1 es puesto en la primera posición del bit B3:0.

8.- El último bit del arreglo en B3:0 es retirado y almacenado en el registro Unload bit (R6:1/UL) . Nota: Es estado que estaba en el registro UL se pierde.



Programación en RSLogix 500

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones de desplazamiento de registro BSR y BSL.

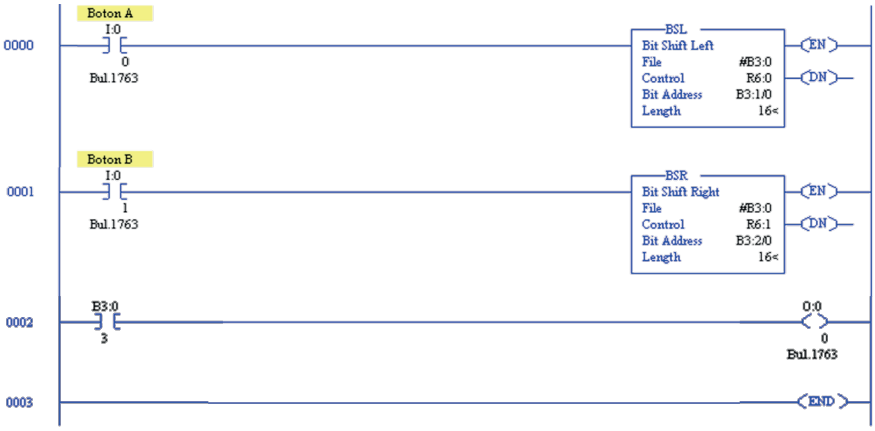


Figura 7-9: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 500.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 7.3 se muestran las direcciones para este programa.

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.





Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/0	Función de desplazamiento de registro BSL	File: #B3:0 Control: R6:0 Bit address: I:0.0/0 Length 16
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	I:0.0/1	Función de desplazamiento de registro BSR	File: #B3:0 Control: R6:1 Bit address: I:0.0/1 Length 16
0003	Contacto normalmente abierto (XIC)	B3:0.3	Bobina (OTE)	O:0.0

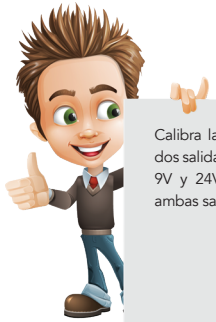
Tabla 7.3: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



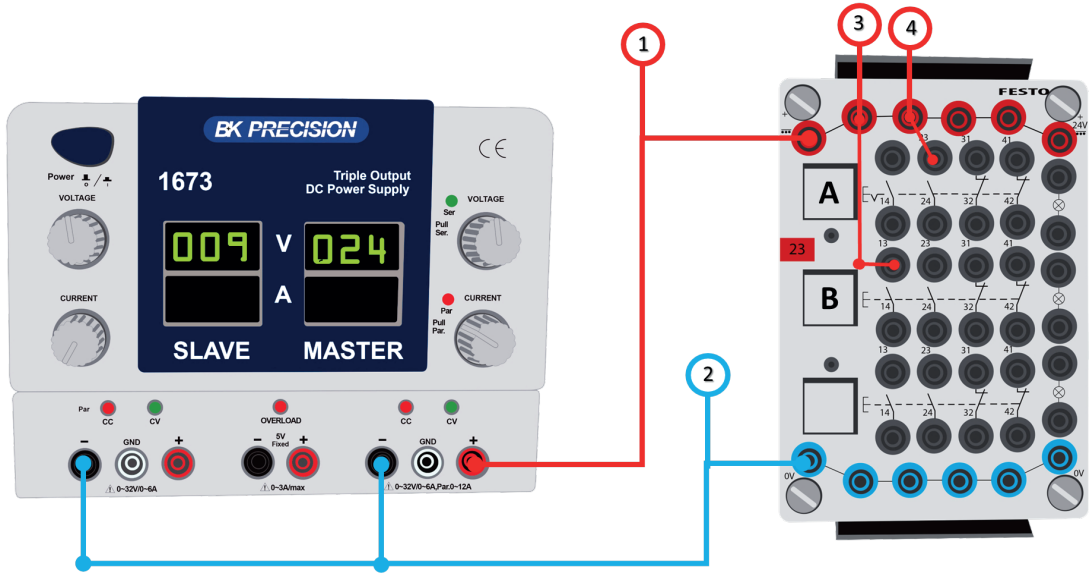
Cableado de fuente de poder a botonera



1.- Entrada de voltaje a 24V.
2.- Conexión a tierra.
3.- Conexión de 24 V al botón «B».
4.- Conexión de 24 V al botón «A».



Calibra la salida de voltaje de las dos salidas de la fuente de poder a 9V y 24V. Junta las TIERRAS de ambas salidas (CABLES AZULES).



Por el momento deja los cables que conectan a la fuente de poder desconectados, y la fuente apagada. Con la intención de evitar accidentes.





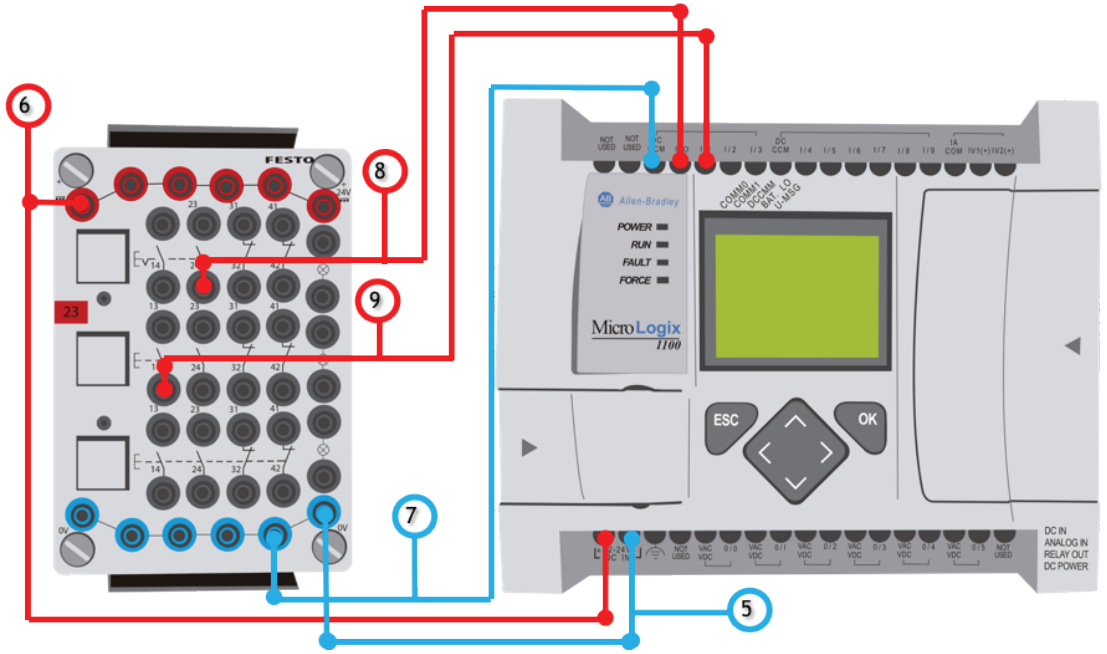
Cableado de botonera a PLC



5.- Tierra para DC Com 1.
6.- Conexión de 24V a la terminal de entrada de voltaje positivo del PLC.
7.- Conexión a tierra de la terminal DC COM.
8.- Conexión a la entrada digital I:0.0/0.
9.- Conexión a la entrada digital I:0.0/1.



Recuerda:
Todas las tierras deben ir en un solo lugar.





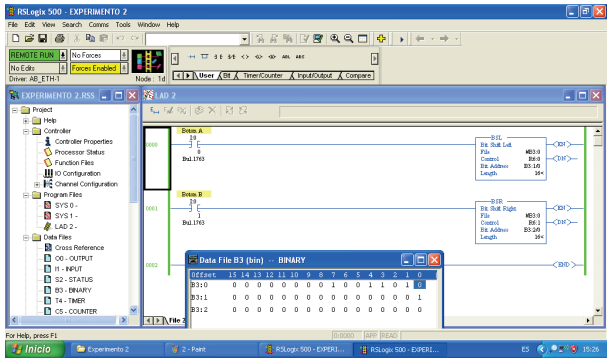
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 41 del apéndice Programando con RSLogix 500.



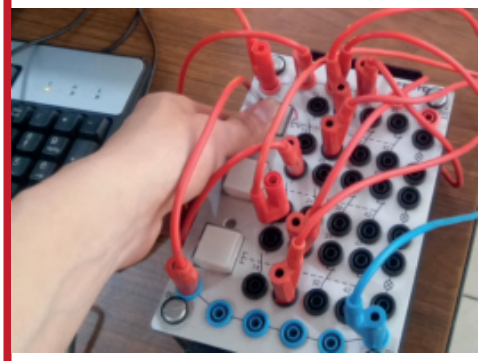
Puesta en marcha y representación física



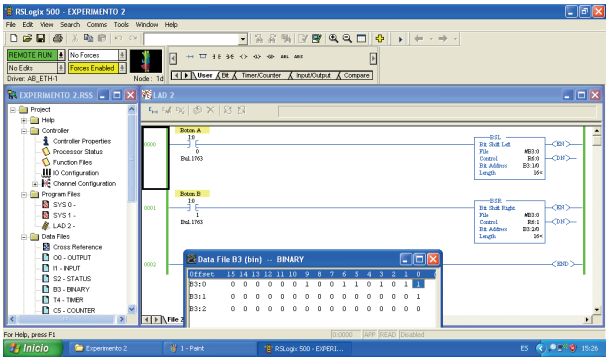
1 Poniendo en línea a el PLC



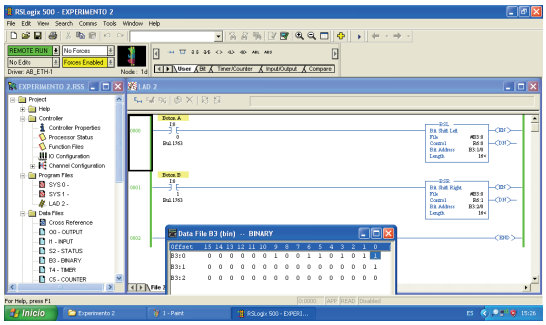
2 Programa funcionando



3 Presiona el botón "A"



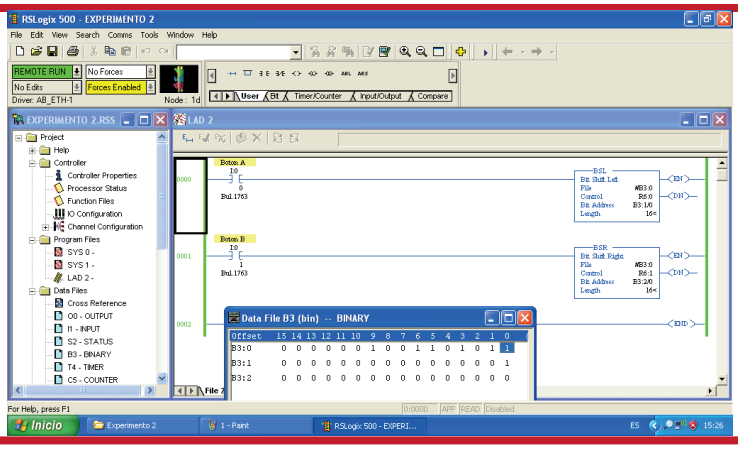
4 Observa el contacto "A" activarse



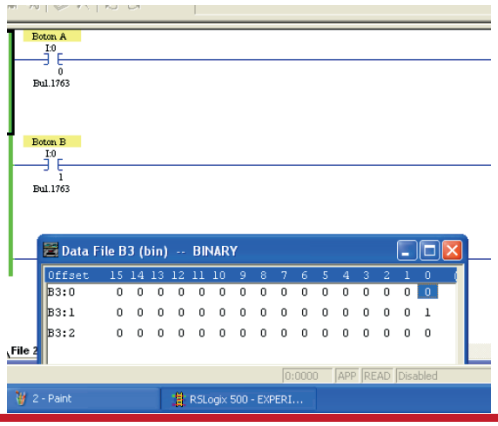
5 Observa como son agregados bits del lado izquierdo del arreglo



6 Presiona el botón "B"



7
Observa el contacto "B" activarse

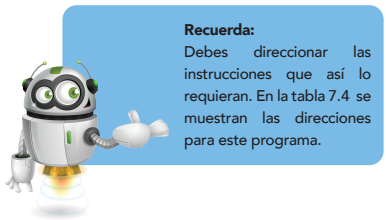


8 Observa como son agregados bits del lado derecho del arreglo



Programación en RSLogix 5000

Para este segundo experimento se construirá un diagrama en escalera para observar el funcionamiento de las instrucciones de desplazamiento de registro BSR y BSL.



Recuerda:
Debes direccionar las instrucciones que así lo requieran. En la tabla 7.4 se muestran las direcciones para este programa.

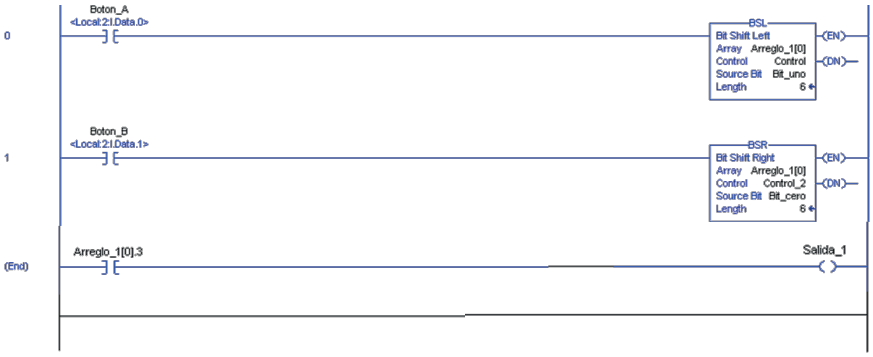
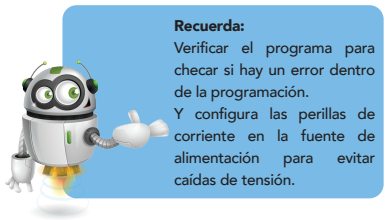


Figura 7-10: Diagrama en escalera del programa.
Fuente: Plataforma RSLogix 5000.

Configura el primer canal de la fuente de alimentación a 24 V para alimentar la botonera y la entrada de voltaje del PLC. Y configura la segunda perilla a 9 V para las salidas de voltaje.





Recuerda:
Verificar el programa para checar si hay un error dentro de la programación.
Y configura las perillas de corriente en la fuente de alimentación para evitar caídas de tensión.

Escalón	Elemento 1	Dirección	Elemento 2	Parámetros
0000	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_A" Base Tag	Función de desplazamiento de registro BSL	Array: Arreglo_1[0] Control: Control Bit address: Bit_uno Length 6
0001	Contacto normalmente abierto (XIC)	"Boton_B" Base Tag	Función de desplazamiento de registro BSR	File: Arreglo_1[0] Control: Control_2 Bit address: Bit_cero Length 6
0002	Contacto normalmente abierto (XIC)	Arreglo_1[0].3	Salida_1	Local:1:O.Data.0

Tabla 7.4: Direccionamiento de los elementos en el diagrama escalera.



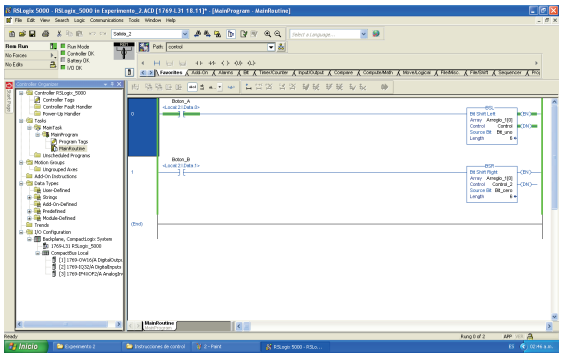
Aquí te mostramos la representación física de este experimento. Si tienes alguna duda sobre cómo poner en línea el programa, consulta la página 65 del apéndice Programando con RSLogix 5000.



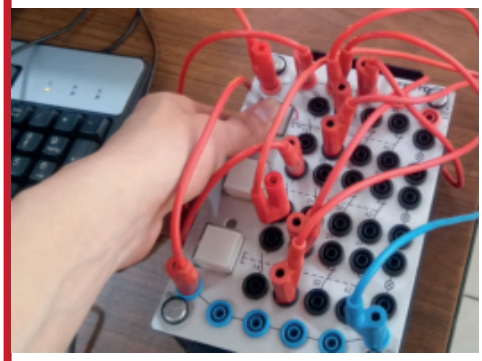
Puesta en marcha y representación física



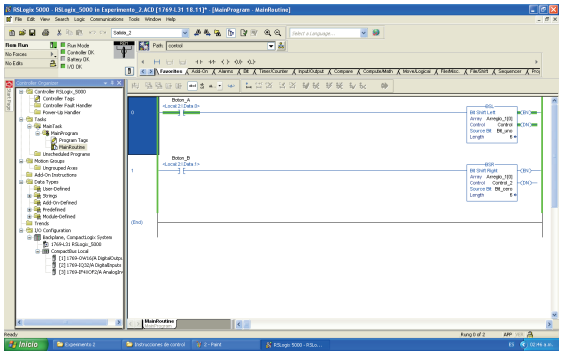
1 Poniendo en línea a el PLC



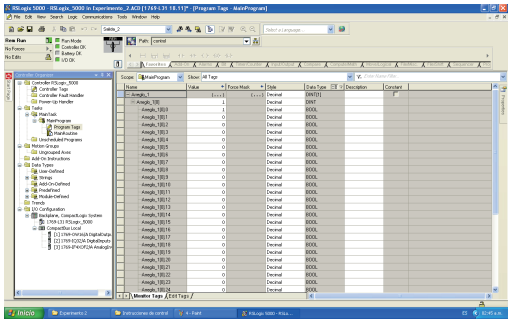
2 Programa funcionando



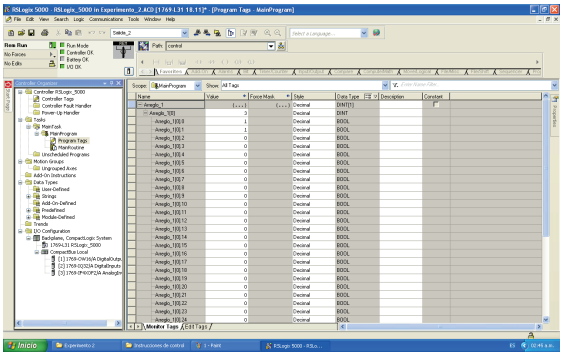
3 Presiona el botón "A"



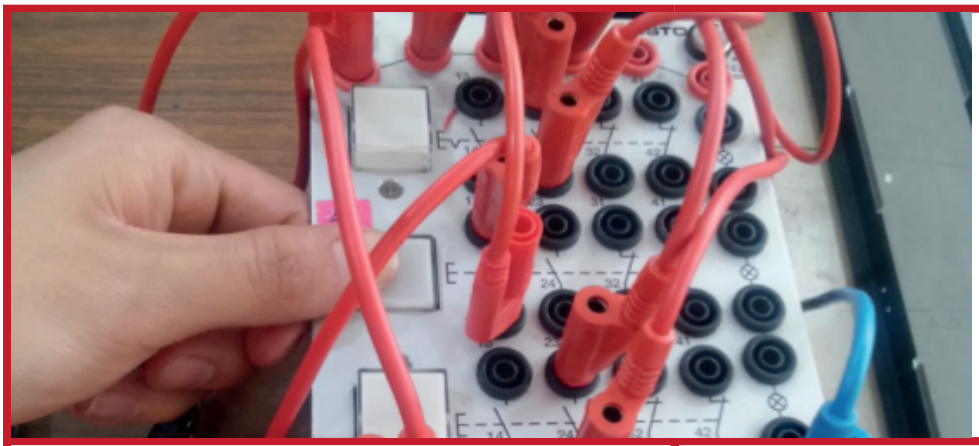
4 Observa el contacto "A" activarse



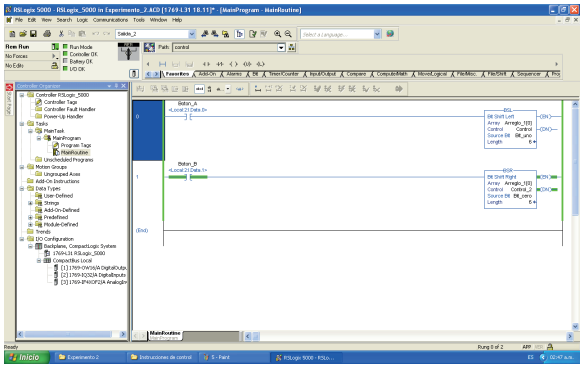
5 Observa como son agregados bits del lado izquierdo del arreglo



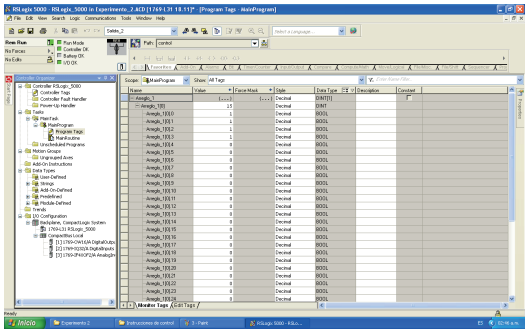
6



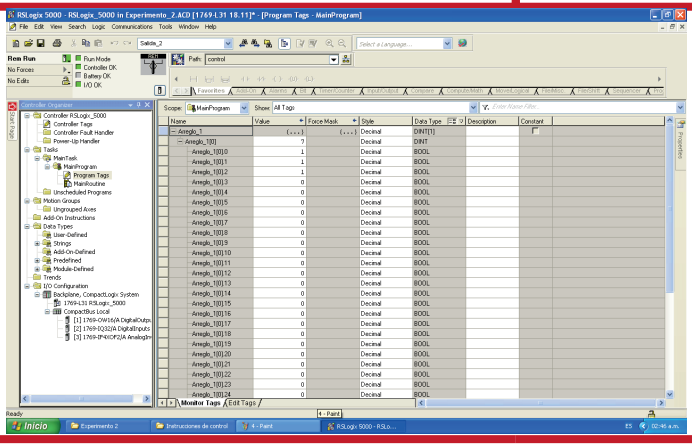
7
Presiona el botón “B”



8 Observa el contacto “B” activarse



9 Observa como son agregados bits del lado derecho del arreglo



10



Preguntas para reflexionar activamente

1.- Presiona el botón A, ¿Qué es lo que sucede?

2.- Presiona el botón B ¿Qué es lo que sucede?

3.- ¿Qué pasa si un bit se desplaza más de la longitud indicada en la instrucción?

4.- Agrega un escalón adicional al programa, y dentro de este una instrucción de entrada XIC y una instrucción de salida. A XIC direcciónalo como R6:0/UL, y a OTE a como O: 0.0/0.

Oprime el botón A para llevar un bit 1 a través del arreglo, ¿Qué pasa cuando lo llevas al final? ¿Qué registro se activa, y en qué momento?

Ejercicio guiado para instrucciones de secuenciadory desplazamiento de registros



Esta sección presenta un ejercicio guiado que te va a ayudar a visualizar cómo se aplican los conceptos vistos el capítulo. Y que adquieras habilidades y destrezas para solucionar problemas que pueden llegar a suceder en problemas de la vida real. De igual manera podrás encontrar ejercicios propuestos para que pongas en práctica lo que has aprendido.

El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.

Material didáctico para

Instrucciones de secuenciador y desplazamiento de registros





En esta sección te damos recursos que facilitan el aprendizaje (usando como medio el/los canales perceptuales de tu preferencia) y adquisición de conceptos, habilidades y destrezas necesarias en este bloque. El material aquí proporcionado te va ayudar a pensar, a incitar tu imaginación, ejercitar la manipulación y construcción de sistemas, y enriquecer tu vocabulario. Con el propósito de que puedas alcanzar los objetivos planteados al principio de este capítulo. Se divide en 4 secciones:

-Visual
-Auditivo
-Lector/escrito
-Kinestésico

Y se presentan en forma de material gráfico, auditivo, escrito, o mixto. Para cada una de las secciones se te da una sugerencia sobre como explotar al máximo dicho material. Puedes utilizar más de una sección si te parece pertinente hacerlo. El documento PDF está dentro del CD proporcionado con el manual.



Apéndice A

Tabla de sistemas numéricos

Tabla de los sistemas numéricos y sus respectivas equivalencias con otros sistemas.

Decimal	Hexadecimal	Binario
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111



Apéndice B

Tabla de codificacion por colores para los modulos de Allen Bradley

Los módulos para Allen-Bradley están codificados por colores para una identificación más fácil.

Color	Tipo de módulo (E/S)	Type of I/O
Rojo	Entradas/Salidas CA (Corriente alterna)	AC inputs/ outputs
Azul	Entradas/Salidas CD (Corriente directa)	DC inputs/ outputs
Naranja	Salida a relevador	Relay outputs
Verde	Módulo especial	Speciality modules
Negro	Cableado dentro de los diagramas	I/O wiring



Apéndice C

Modos de operación del PLC

Un procesador tiene dos modos de operación: Program mode y run mode. La variedad de modos de operación y el método para acceder a ellos varían de fabricante en fabricante. En la mayoría de los PLCs se incluye un interruptor (físico o dentro del programa de fábrica del PLC), el cual te permite escoger tres modos de operación. Los modos de operación más comunes se explican a continuación:

Modo Run (RUN)

- Ejecuta el programa en diagrama escalera y energiza las terminales del módulo de salidas.
- No permite que se realice algún cambio en el programa en operación.
- No permite que se utilice alguna interface o programador manual que cambie el estado del procesador.
- Realiza el escaneo de los módulos de entradas.

Modo Remote (REM)

- Coloca el procesador en un modo remoto, ya sea Remote Run, Remote Program, o Remote Test.
- Permite cambiar el modo del procesador desde un programador manual.
- Permite que se realicen cambios al programa mientras el PLC está operando.

Modo Program (PROG)

- Este modo es usado para introducir, editar o actualizar un programa existente.
- Descarga, permite la impresión de programas, o cambia la configuración de un archivo dentro del porgrama.
- No permite que el procesador escanee o ejecute el programa y desactiva las terminales del módulo de salidas.

  No permite que un programador manual cambie el modo del procesador.

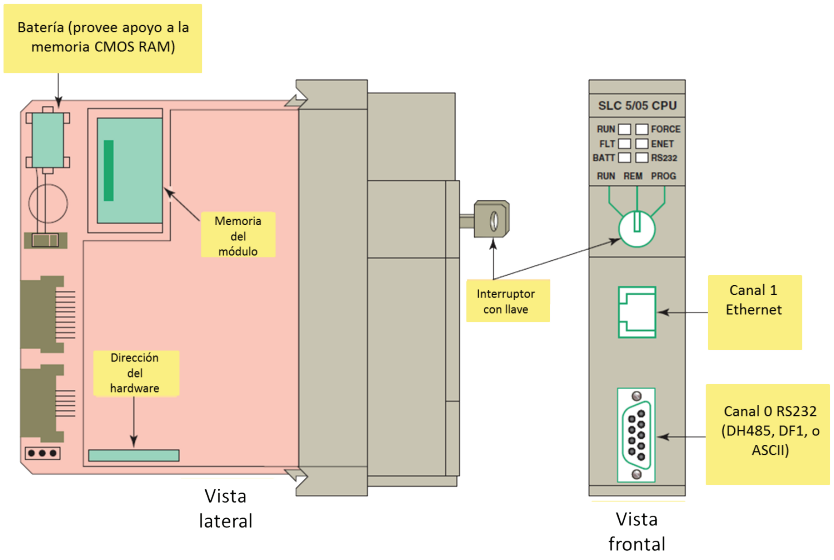


Figura C-1. Vista lateral y frontal de un interruptor con llave
Fuente: (Petruzella 2011)

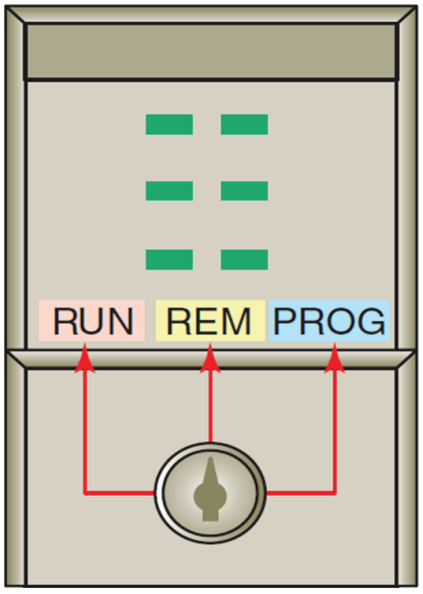


Figura C-2. Interruptor de llave con tres modos de operación
Fuente: (Petruzella 2011)



Apéndice D

Estructura de la memoria del procesador

El espacio de la memoria se puede dividir en dos grandes categorías: archivos de programa y archivos de datos.
Los archivos de programa son parte de la memoria del procesador que almacena el programa en diagrama escalera, el cual controla la operación de los dispositivos externos conectados al PLC. Estos archivos son organizados en cuatro secciones:

Funciones del sistema (file 0): Este sistema está incluido siempre y contiene información relacionada del sistema e información de programación del usuario como el tipo de procesador, configuración de entradas y salidas, y contraseñas.

Reservado (file 1): Está reservado por el procesador y no es accesible para el usuario.

Programa principal en escalera: Está incluido siempre y contiene las instrucciones que definen la manera en que tiene que operar el controlador.



La mayoría de las instrucciones requieren una palabra de memoria.

Subrutinas en programa escalera: Son creados por el usuario y son activados de acuerdo con las subrutinas que están en el programa principal.

Los archivos de datos almacenan estados de entradas y salidas, estado del procesador, estados de bits, y datos numéricos. Se puede acceder a toda esta información mediante el programa en diagrama escalera. Estos archivos son organizados por el tipo de datos que contienen.

Salida (file 0): Almacena el estado de las terminales de salida del controlador.

Entrada (file 1): Almacena el estado de las terminales de entrada del controlador.

Estado (file 2): Almacena la información operativa del controlador y es útil para solucionar problemas en su operación.

Bit (file 3): Usado para el almacenamiento de lógica de relevadores.

Temporizador (file 4): Almacena los estados de los valores acumulados y preestablecidos de temporizadores.

Contador (file 5): Almacena el estado de los valores acumulados y preestablecidos de contadores.

Control (file 6): Almacena la longitud, posición, y estado de un bit para instrucciones específicas tal como cambio de registros y secuenciadores.

Enteros (file 7): Usado para almacenar valores numéricos o información de bits.



El contenido de la tabla de datos puede ser dividido en dos categorías: estado de datos e información numérica. Los estados es una información en unos (1) y ceros (0). La información numérica está representada por grupos de bits que están almacenados en bytes.

Reservado (file 8): Archivo no es accesible para el usuario.

Comunicaciones de red (file 9): Archivo usado para posibles comunicaciones de red. Se debe hacer ciertas instalaciones.

Definido por el usuario (file 10-255): Archivos definidos por el usuario, como bit, temporizador, contador, control o almacenamiento de enteros.

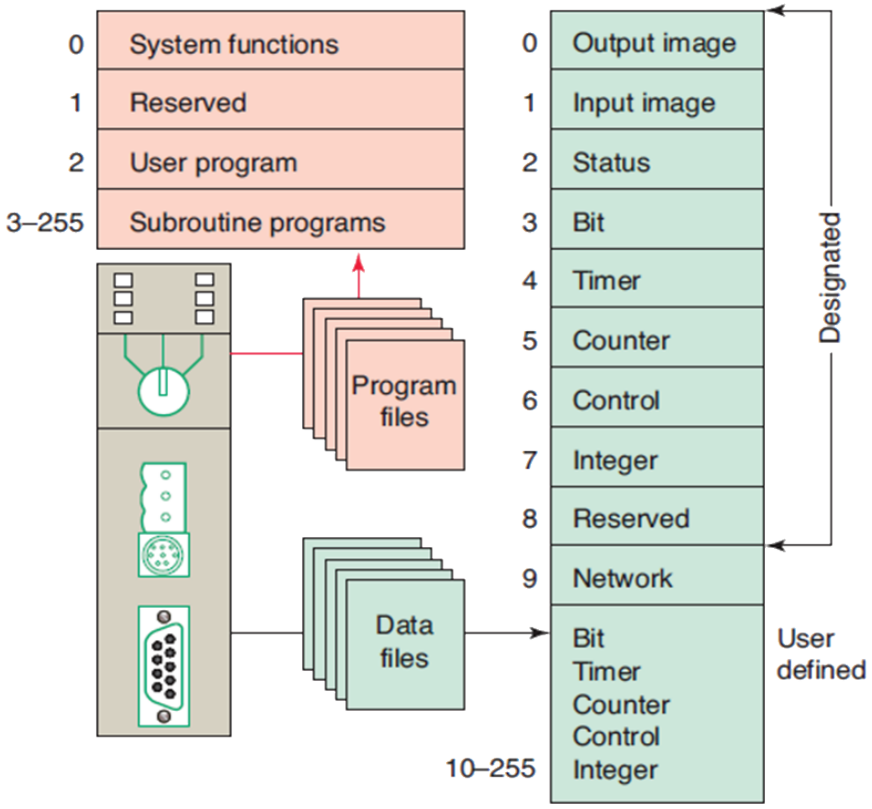


Figura D-1. Archivos de programa y datos
Fuente: (Petruzella 2011)



Apéndice E



Cada archivo de dato está hecho de numerosos elementos. Cada elemento puede tener una, dos o tres palabras de longitud.

Los contadores, temporizador y palabras de control tienen tres palabras de longitud.
Los elementos de punto flotante (floating-point) tienen dos palabras de longitud.

El procesador opera con dos tipos de dato: el entero y punto-flotante. Todos los tipos de datos excepto los de punto-flotante son tratados como enteros.

Todos los elementos y direccionamiento de bits en los archivos de entrada y salida están numerados de forma octal. Las direcciones bit y de elementos en los demás archivos de datos están numerados decimalmente.

Formato para el direccionamiento de archivos de datos

Los PLCs almacenan todos los datos en tablas globales de datos. Se puede acceder a estos datos especificando la dirección de datos que se requiere. La forma de direccionar en un controlador es la siguiente:

Archivo de tipo I: 0 y o: 0

La dirección en el archivo de salida y entrada son ubicaciones para los módulos de entradas y salidas montados en la carcasa.



La dirección O:012/15 es la salida de la imagen de archivo, carcasa 1, grupo 2 de entradas y salidas, bit 15.
La dirección I:013/17 es la entrada de la imagen de archivo, carcasa 1, grupo 3 de entradas y salidas, bit 17.

El formato para el direccionamiento de entradas y salidas consiste de las siguientes tres partes:

Parte 1:

La letra I para entrada (Input), seguido por dos puntos (:) para separar el tipo de modulo del espacio (slot).
La letra O para salida (output), seguido por dos puntos (:) para separar el tipo de modulo del espacio (slot).

Parte 2: El número de módulo seguido de una diagonal para separar el espacio (slot) del número de la terminal.

Parte 3: El número de la terminal.



La dirección S:015 ubica la palabra 15 del archivo de datos.
La dirección S:027/09 ubica el bit 9 en la palabra 9 del archivo de datos.

Archivo de tipo S: 0

El archivo de tipo estado contiene información acerca del estado del procesador.



La dirección B3:400 ubica la palabra 400 del archivo de bits. El número de archivo 3 debe ser incluido como parte de la dirección.

Archivo de tipo B3

El archivo de tipo bit almacena el estado del bit. Con frecuencia sirve para almacenamiento cuando se utiliza salidas internas, secuenciadores, instrucciones de cambio de registro, e instrucciones lógicas.

Archivo de tipo T4

El archivo de tipo temporizador guarda estados y datos de temporizadores. Un elemento de temporizador consiste en tres palabras: La palabra de control, de valor preestablecido y valor acumulado. El direccionamiento de una palabra de control para un temporizador se asigna por medio de un número. Los temporizadores en el archivo 4 (file 4) se enumeran empezando con el archivo T4:0 hasta T4:999.

Las direcciones para las tres palabras dentro de los temporizadores son:

Control word:	T4:0
Preset word:	T4:0.PRE
Accumulated word:	T4:0.ACC

Archivo de tipo C5

El archivo de contador almacena el estado y datos de los contadores. Un elemento de contador consiste de tres palabras: La palabra de control, de valor preestablecido y valor acumulado. El direccionamiento de una palabra de control para un contador se asigna por medio de un número. Los contadores en el archivo 5 (file 5) se enumeran empezando con el archivo C5:0 hasta C5:999.

Las direcciones para las tres palabras dentro de los contadores son:

Control word:	C5:0
Preset word:	C5:0.PRE
Accumulated word:	C5:0.ACC

Archivo de tipo R6

El archivo de control almacena el estado y datos de los elementos de control, y es usado para varias instrucciones. El elemento de control consiste en tres palabras: La palabra de control, la de longitud, y posición. El direccionamiento de una palabra de control es asignado por un número. Los elementos de control se comienzan a enumerar a partir de R6:0 hasta R6:999. Las direcciones para las tres palabras de control son:

Las direcciones para las tres palabras de control son:

Control word:	R6:0
Length:	R6:0.LEN
Position:	R6:0.POS

Archivo de tipo N7

El archivo de enteros almacena valores enteros, con un rango de -32,768 hasta 32 767. Los valores almacenados son desplegados en forma decimal. El elemento del entero es una sola palabra de 16 bits. Se puede guardar alrededor de 1000 elementos, desde N7:000 hasta N7:999.

La dirección N7:100 ubica la palabra 100 del archivo de enteros.
La dirección N7:015/12 ubica el bit 15 en la palabra 15.

Archivo de tipo F8

El archivo de punto flotante puede almacenar valores en un rango de ± 1.1754944e-38 a ±3.4028237e+38. El punto flotante es un elemento de dos palabras. Se pueden almacenar 1000 elementos por programa, de F8:000a F8:999.

Address range		Size, in elements
O:000 O:037	Output image file	32
I:000 I:037	Input image file	32
S:000 S:031	Processor status	32
B3:000 B3:999	Bit file	1–1000
T4:000 T4:999	Timer file	1–1000
C5:000 C5:999	Counter file	1–1000
R6:000 R6:999	Control file	1–1000
N7:000 N7:999	Integer file	1–1000
F8:000 F8:999	Floating-point file	1–1000
	Files to be assigned file nos. 9–999	1–1000 per file

Figura E-1. Archivos de datos
Fuente: (Petruzella 2011)



Apéndice F

Introducción a la programacion de máscaras

Para entender con más certeza el proceso de enmascaramiento, es necesario analizar el funcionamiento de una entrada lógica AND (figura F-1). Esta entrada lógica tiene dos entradas A y B, y una sola salida Z. En la tabla de verdad (Tabla F1) se despliega el comportamiento de la salida Z con respecto al estado de las entradas A y B.
La tabla de verdad (Tabla F1) provee el estado de la salida para todas las posibles combinaciones de las entradas A y B.



Figura F-1. Entrada lógica

Combinaciones de las entradas		Estado de la salida
A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabla F1. Tabla de verdad

La única vez en la que la salida Z es verdadera (1) es cuando ambas entradas también lo son. Si cualquiera o ambas de las entradas son falsas, entonces también lo será la salida Z.

El enmascaramiento utiliza ésta entrada lógica para dejar pasar, o bloquear ciertos bits de una palabra. Algunas instrucciones usadas dentro del diagrama en escalera utilizan el enmascaramiento para tratar datos de forma selectiva.

Las funciones MVM (figura F-2), y SQO (figura F-3) son un ejemplo de instrucciones que utilizan ésta técnica para controlar o filtrar la selección de datos.

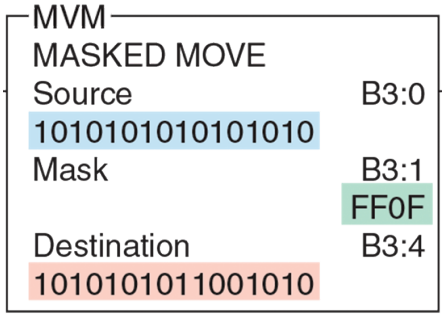


Figura F-2. Masked Move

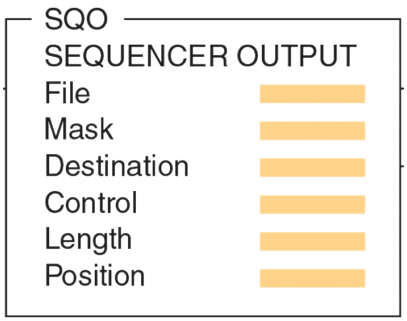


Figura F-3. Sequencer Output



Es importante notar que cada digito hexadecimal, tiene una representación binaria de cuatro bits. Por lo tanto, cuatro dígitos hexadecimales representan 16 dígitos binarios.

El valor que puede introducirse en la opción de la máscara puede ser en binario, decimal y hexadecimal.
En el apéndice A se puede ver las representaciones de los valores de 0 hasta 15 en sistema decimal, hexadecimal y binario.



Cuatro dígitos hexadecimales representan 16 dígitos binarios.
F F F F h=
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1



El valor de la máscara dentro del secuenciador es de 0A20 h (con equivalente binario de 0000 1010 0010 0000).

Situación ilustrada para comprender más el funcionamiento de las máscaras

El ejemplo de diagrama en escalera que se muestra aquí (figura F-4), tiene una instrucción de secuenciador SQO y un contacto XIC (I:3/0). Se quiere saber qué salidas de la barra de LEDs (figura F-5) que se activarán al cerrar el contacto XIC dos veces.

En esta función de secuenciador se tiene asociado un arreglo, compuesto por los archivos B3:0, B3:1, B3:2 (figura F-6), el cuál va a ser filtrado por la máscara antes de llegar a la salida O4.

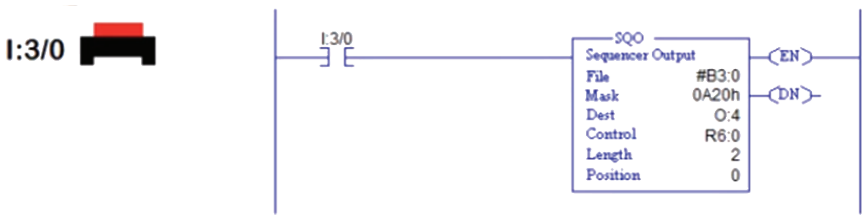


Figura F-4. Diagrama en escalera del ejemplo mostrado



Figura F-5. Barra de LEDs

Arreglo dentro del secuenciador

B3:0 0000000000000000
B3:1 1100101100111010
B3:2 0100110110010111

Figura F-5. Barra de LEDs



Como se ilustró en la tabla de verdad (tabla F1), la única manera en que el filtrado del bit a la salida sea 1 es que tanto en el archivo B3:1 y la máscara tengan ambos un número 1 en el mismo lugar (figura F-8)

Primera vez que se presiona el botón I: 3/0

La primera vez que el botón I:3/0 es presionado, los datos contenidos en el bit B3:1 serán filtrados por la máscara y el valor que resulte será transferido a la salida O:4 (figura F-7). La acción de enmascaramiento se lleva a cabo tomando el primer bit de la máscara y comparándolo con el primer bit del archivo B3:1 como si fuera una compuerta lógica AND. Esta operación se lleva a cabo a través de todo el archivo

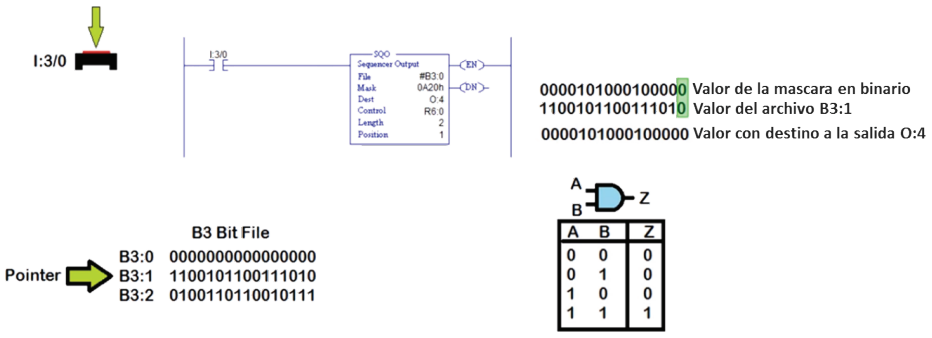


Figura F-7. Filtrado del archivo B3:1

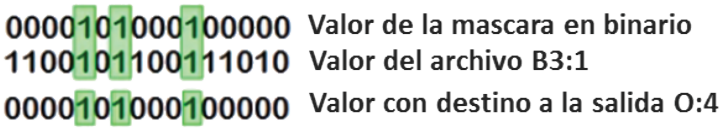


Figura F-7. Dato filtrado con destino a O:4

Una vez que la función de enmascaramiento se completó, los datos filtrados es llevada a la salida O:4 donde solo los bits con estado 1 encenderán la salida correspondiente en la barra de LEDs.



Figura F-7. Barra de LEDs con salidas 5, 9, y 11 activadas

Segunda vez que se presiona el botón I: 3/0

La segunda vez que se presiona el botoón I:3/0 el secuenciador avanza al bit B3:2, y el único dato en estado verdadero es el que se encuentra en la 11 (figura 8).

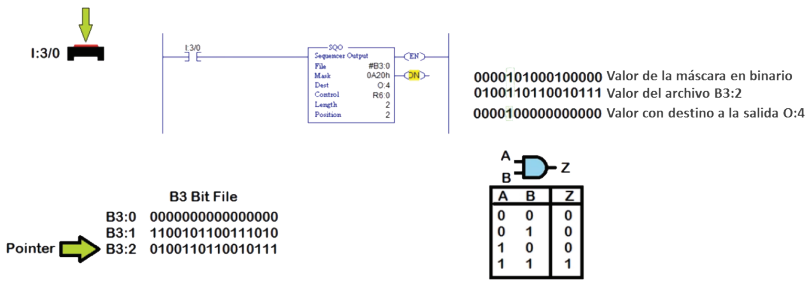


Figura F-8. Filtrado del archivo B3:2

El nuevo dato cambiará las luces de la barra de LEDs en la salida O: 4 (figura 9).

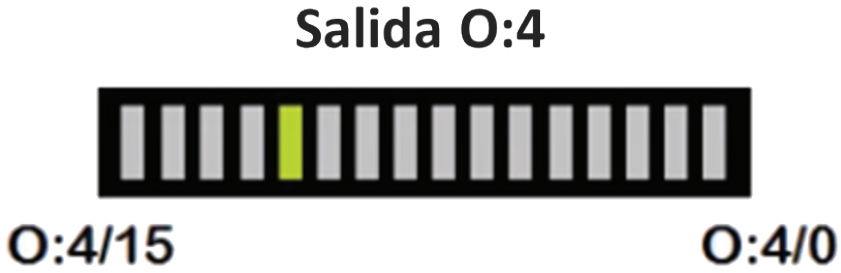


Figura F-7. Barra de LEDs con salida 11 activada



Apéndice G

Lista de materiales

Dentro de este manual, es necesaria la utilización de ciertos materiales para llevar a cabo la correcta realización de los experimentos y las practicas guiadas.
La siguiente lista muestra estos materiales y una breve descripción de ellos.

No. de articulo	Nombre	Descripción
1	PLC Micrologix 1100 series B	Es un controlador compacto con las siguientes características: transmisión de mensajes por Ethernet /IP, edición en línea, pantalla LCD incorporada, y terminales de entrada y salida versátiles.
2	Fuente de poder DC	Fuente de poder con triple salida de corriente directa (dos salidas con un voltaje máximo de 35 V, y un amperaje de 3A; y una salida fija de 5V) con dos pantallas display que muestran el voltaje y amperaje de cada salida.
3	Cables de laboratorio banana-banana o cables de seguridad	Cables que se utilizan para conectar la fuente de alimentación a un circuito eléctrico. Esta formado por un cable cobre con un revestimiento plástico y por dos conectores bananas. Tienen una carga admisible de 16 A.
4	Botonera didáctica	Gabinete que contiene un conjunto de botones o interruptores para controlar el envío de señales eléctricas a elementos. Contiene lámparas indicadoras; contactos normalmente abiertos y cerrados; dos botones sin enclavamiento; un botón con enclavamiento; terminales para voltaje positivo; y terminales para tierra.
5	5 bombillas incandescentes	Bombillas diseñadas para una tensión de 9 V con un consumo de 0.1 A de corriente. Pueden ser empleadas de forma muy versátil, por ejemplo como luces de señalización, o como luz intermitente.
6	PLC Compactlogix L31	Es un controlador compacto con las siguientes características puertos de comunicación para redes Ethernet/IP; interface de comunicación 1769-SDN y configuración remota de los dispositivos a través de DeviceNet; puerto serial; módulos compactos de I/O.

7	Protoboard	Es un tablero con orificios, en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para armar circuitos.
8	Sensor de temperatura LM35	Es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150° C. La salida es lineal y cada grado Celcius equivale a 10 mV.
9		
10	Amplificador operacional TL084	El amplificador operacional es un dispositivo que puede aumentar cualquier tipo de señal, ya sea de voltaje o de corriente alterna o de corriente directa.
11	3 resistencias de 10 Kohms	Elemento que frena la circulación de electricidad
12	1 resistencia de 1 Kohm	Elemento que frena la circulación de electricidad
13	1 Cable ethernet	Cable para conectar el PLC al ordenador con la finalidad de crear una red de datos.
14	Cable RS-232	Es una interfaz que designa una norma para el intercambio de una serie de datos binarios.
15	Motor eléctrico	Un motor diseñado para una tensión de alimentación de 9V y un consumo de corriente máximo 0.3 A.
16	Estación de trabajo	Una estación construida para realizar las practicas guiadas, contiene una banda con motor; un taladro de juguete con un motor de 9V; un semáforo con luces roja, amarilla y verde.
17	Sensor óptico de distancias	Sensor que trabaja por medio de la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto que detecta.
18	Sensor inductivo	Sensor que sirve para detectar la presencia de materiales metálicos ferrosos.
19	Sensor capacitivo	Sensor que reacciona ante la presencia de metales y no metales.