



Desarrollo de un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador lógico programable embebido con HMI

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Anderson Pineda León
1098758305
Andrés Felipe Caballero Rueda
1096211319

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Ingeniería Electromecánica
Bucaramanga 15 de julio del 2024



Desarrollo de un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador lógico programable embebido con HMI"

Modalidad: Desarrollo Tecnológico

Anderson Pineda León
1098758305
Andres Felipe Caballero Rueda
1096211319

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Electromecánico

DIRECTOR
Milton Reyes Jiménez

SISTEMAS DE ENERGÍA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL - GISEAC

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Ingeniería Electromecánica
Bucaramanga 15 de julio del 2024

F-DC-125

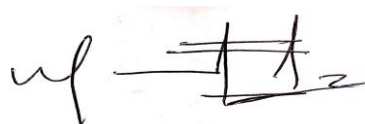
INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Documento final aprobada en acta 24 de agosto 27 del comité de proyectos de grado
de Ingeniería Electromecánica.
Nota de Aceptación



Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia. A mis padres, quienes han sido mi inspiración y mi apoyo constante a lo largo de este camino. Su sacrificio y confianza en mis capacidades han sido fundamentales para alcanzar este objetivo. Este logro es tanto mío como de ustedes, por ser mi fuente de fortaleza y motivación en cada paso del camino.

Anderson

Este trabajo está dedicado a mi amada familia, el pilar fundamental de mi vida. A mis hijos, que han sido mi faro de luz en la oscuridad y mi motor constante en este viaje académico. Su amor incalculable, su comprensión incondicional y su fe inquebrantable en mis habilidades han sido los cimientos sobre los que se ha construido este logro. Este hito no es solo un reflejo de mi esfuerzo, sino también un testimonio de su amor y apoyo.

Por último, pero no menos importante, este trabajo es un homenaje a todos aquellos que han jugado un papel en mi vida académica, a los profesores que han compartido su conocimiento conmigo, a los amigos que han estado a mi lado en los buenos y malos momentos, y a todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido a mi crecimiento personal y académico. A todos ustedes, gracias.

Andrés

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme y darme la fuerza necesaria para completar este proyecto. Su presencia en mi vida me ha brindado el conocimiento y la motivación para seguir adelante en los momentos de dificultad.

A mis padres, cuyo aprecio incondicional y apoyo han sido fundamentales en este camino. Gracias por creer en mí, por sus sacrificios y por ser mi mayor fuente de aliento. Su confianza en mis capacidades ha sido un pilar esencial para la culminación de este logro. Al profesor Milton Reyes, mi director de proyecto, por su invaluable guía y orientación a lo largo de este proceso. Su conocimiento, disposición y ayuda han sido clave para el desarrollo de este trabajo.

Anderson

Primero que todo, quiero expresar mi gratitud a Dios, quien ha sido mi guía y mi fortaleza en cada paso de este proyecto. Su presencia constante en mi vida me ha otorgado la sabiduría y el impulso para superar los obstáculos que se presentaron en el camino.

A mi familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base de mi viaje. Gracias por confiar en mí, por sus sacrificios incalculables y por ser mi inspiración constante. Su fe en mis habilidades ha sido un pilar fundamental en la realización de este logro.

Finalmente, al profesor Milton Reyes, mi asesor de proyecto, le agradezco profundamente por su guía invaluable y su orientación durante todo este proceso. Su vasto conocimiento, su disposición para ayudar y su apoyo constante han sido fundamentales para la realización

Andrés

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. ESTADO DEL ARTE.....	16
2. MARCO REFERENCIAL	21
2.1. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	21
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA AUTOMATIZACIÓN	22
2.1.2. TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL:.....	23
2.2. SISTEMAS ELECTRONEUMÁTICOS.....	24
2.2.1. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO:	26
2.3. ELEMENTOS DE CONTROL ELECTRONEUMÁTICOS.	28
2.3.1. UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	28
2.3.2. CILINDROS NEUMÁTICOS.	30
2.3.3. ELECTROVÁLVULAS:	31
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	38
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.2 MÉTODO Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	38
4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	40
4.1 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE	40
4.1.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	40
4.1.2. COMPONENTES DEL AUTÓMATA.....	41
4.1.3. PROCESADORES	41
4.2. TERMINALES DE DIÁLOGO HMI	42
4.3. TIPOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA PLC.....	42

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
 MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

4.3.1.	NORMA IEC 1131-3	43
4.3.2.	LENGUAJES GRÁFICOS	43
4.3.3.	LENGUAJES TEXTUALES.....	43
4.3.4.	LENGUAJE LADDER.....	44
4.4.	GENERALIDADES P.L.C. DELTA	46
4.4.1.	GENERALIDADES TÉCNICAS PLC DELTA SERIE DVP-SX2	46
4.5.	PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE ISPSOFT	47
4.6.	EJEMPLO MANIPULACIÓN CILINDRO NEUMÁTICO CON VÁLVULA MONOESTABLE	54
4.7.	EJEMPLO DE CICLO CONTINUO CILINDRO NEUMÁTICO.....	57
<u>5.</u>	<u>RESULTADOS</u>	<u>60</u>
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>61</u>
<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>63</u>
<u>8.</u>	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>64</u>
<u>9.</u>	<u>ANEXOS.....</u>	<u>66</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Innovación Automatización Industrial	21
Figura 2 Sistemas Electroneumáticos	25
Figura 3 Composición unidad de mantenimiento.....	29
Figura 4 Accionador neumático simple efecto	30
Figura 5 Accionador neumático doble efecto	30
Figura 6 Electroválvula neumática dos bobinas	31
Figura 7 Símbolo válvula 5/2	34
Figura 8 Símbolo válvula 3/2	34
Figura 9 Símbolo válvula 4/2	35
Figura 10 Símbolo válvula 4/3	35
Figura 11 Símbolo válvula 5/2	36
Figura 12 Símbolo válvula 5/3	36
Figura 13 Simbología accionadores de válvulas neumáticas	37
Figura 14 Ciclo de trabajo de un P.L.C	40
Figura 15 Arquitectura interna de un P.L.C	41
Figura 16 Estructura lenguaje LADDER de un P.L.C	44
Figura 17 Programador Lógico Delta DVP SX2	46
Figura 18 Barra de funciones del software ISPSOFT	48
Figura 19 Configuración hardware en el software ISPSOFT.....	49
Figura 20 Caracterización de la comunicación	49
Figura 21 Propiedades driver en COMMGR	50
Figura 22 Administrador de dispositivos	51
Figura 23 Propiedades del puerto de comunicación	52
Figura 24 Presentación del driver en run -commgr.....	53
Figura 25 Establecimiento de comunicación en ISPSOFT	53
Figura 26 Transferencia de programa ISP SOFT	54
Figura 27 Diagrama ladder control cilindro con válvula monoestable	55
Figura 28 Cableado eléctrico y neumático control cilindro con válvula monoestable	56
Figura 29 Visualización HMI control cilindro con válvula monoestable	56
Figura 30 Visualización HMI Control cilindro ciclo continuo.....	57
Figura 31 Diagrama ladder parte 1 Control cilindro ciclo continuo.....	58
Figura 32 Diagrama ladder parte 2 Control cilindro ciclo continuo.....	58
Figura 33 Diagrama ladder parte 3 Control cilindro ciclo continuo.....	59
Figura 34 DIAGRAMA DEL PROCESO DE EXPLORACIÓN	67
Figura 35 Lógica de escalera (Izquierda a Derecha).....	69
Figura 36 Lógica de inversa (Derecha a Izquierda).....	69
Figura 37 Edición del programa (Izquierda a Derecha y de Arriba hacia Abajo).....	72
Figura 38 Orden de ejecución de un diagrama de escalera	73
Figura 39 Instrucción.....	73
Figura 40 Flancos	74
Figura 41 Instrucciones AND/ANI.....	74
Figura 42 Instrucción OR/ORI	75

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 43 Conexión serie	76
Figura 44 Conexión paralelo	76
Figura 45 Puntos de conexión MPS, MRD y MPP	77
Figura 46 Diagrama ISPsoft	78
Figura 47 Programación escalera.....	79
Figura 48 Instrucción RET	79
Figura 49 Conversión entre diagrama de escalera y modo de lista de Instrucciones.....	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Fases de la investigación.....	39
Tabla 2 Símbolos para programar un PLC con LADDER.	45
Tabla 3 PROCESO DE EXPLORACIÓN	66
Tabla 4 Ciclo de exploración	68
Tabla 5 Relés de PLC	70
Tabla 6 Simbología para programar PLC	71
Tabla 7 Bifurcaciones	77

RESUMEN EJECUTIVO

En el desarrollo del proyecto se presentó inicialmente las características de la automatización industrial, las generalidades de los sistemas electroneumáticos, sus accesorios como unidades de mantenimiento, válvulas y accionadores neumáticos o cilindros; equipos que se utilizarán para las diferentes prácticas de apoyo a las aplicaciones establecidas. En la segunda etapa del desarrollo se estudió el control lógico programable, específicamente el programador lógico DVP-SX2, de 2da generación DELTA, y su terminal de dialogo. El software ISP SOFT, el software TPEDITOR permiten el desarrollar aplicaciones prácticas de mando electroneumáticos; en acciones como: Activación de marcas M0.0, para inicio de secuencias retroceso de las válvulas, ciclos en la transición. La utilización del programador lógico delta permite la estructuración de funciones en las barras de herramientas, con símbolos diagramas de contactos, operaciones matemáticas básicas, funciones de conteo y funciones de tempo o temporizadores con retado a la conexión y retardo a desconexión.

La investigación desarrollada en el presente proyecto enmarcado en mando electroneumáticos a través de control programable y terminal de dialogo, se definió exploratoria, la cual es apoyada en fuente de datos secundarios que se encuentran revisando, fichas técnicas y manuales del equipo utilizado y la recopilación de documentación para comprender y dar solución a la problemática de la investigación, la exploración mantiene un enfoque cuantitativo que define la descripción de las cualidades de la problemática como lo es “Desarrollar un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador embebido.

PALABRAS CLAVE. Accionador. Control. Lógica programada, Neumática. Válvula. Terminal de diálogo

INTRODUCCIÓN

Trabajar los sistemas de control automático con aire comprimido como energía y control lógico programable como mando, ofrece grandes ventajas; la neumática establece tres etapas: generación de aire comprimido; preparación del aire para ser utilizado (filtros de polvo, aceite y bacterias, secadores de aire por refrigeración o químicos); e instalación de líneas de distribución del aire desde el compresor hacia los puntos de uso, logrando una energía económica, abundante y fácil de controlar. Los controladores lógico programables en los sistemas de control, la reducción del costo de mano de obra, su instalación es sencilla, además de ocupar poco espacio y la posibilidad de manejar múltiples equipos de manera simultánea gracias a la automatización, establece un mejor monitoreo de los procesos, lo que hace que la detección de fallos se realice rápidamente, Se ahorran costos adicionales como los de operación, mantenimiento e incluso energía.

Lo anterior nos permitió a nivel de ingeniería electromecánica implementar una herramienta práctica para los laboratorios de automatización y accionamientos eléctricos que ofrezca al estudiante y docente mayores posibilidades de ejecutar tareas en laboratorio y en posibles entornos industriales; el método empleado para este desarrollo tecnológico (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (Experimentos medidas programación prueba y error)

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la era moderna, la automatización industrial es un componente esencial optimizar los procesos de manufactura. Los sistemas electroneumáticos, que emplean electroválvulas y actuadores neumáticos, son fundamentales en muchos de estos procesos. Sin embargo, la operación y control de estos sistemas puede ser un desafío sin las herramientas y tecnologías correctas.

La Ingeniería Electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander, se reconoce la importancia de brindar a los estudiantes experiencias prácticas en el laboratorio de automatización industrial. A pesar de ello, existe una brecha en la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos teóricos a situaciones reales, especialmente en la automatización de estaciones para mandos electroneumáticos.

La evolución constante de la tecnología industrial requiere instalaciones eléctricas actualizadas para facilitar prácticas seguras y efectivas. La falta de una herramienta de control adecuada en el laboratorio lo limita. Además, acceder a datos en tiempo real y tomar decisiones remotas son elementos esenciales para mejorar la gestión operativa en la industria moderna, lo que podría dejar a los estudiantes en desventaja si no pueden automatizar aplicaciones.

En la actualidad, la automatización ha surgido como una herramienta clave para simplificar tareas y mejorar la eficiencia en diversos sectores. Sin embargo, su implementación a menudo se ve limitada por los elevados costos asociados, lo que ha obstaculizado el impacto esperado de esta tecnología. (MANUEL et al., 2019).

De forma igual existe la necesidad que los programas de ingeniería electromecánica, en su infraestructura de laboratorio posean los equipos y software necesarios para el desarrollo de proyectos en el área de la automatización y control industrial. Según Ruedas (2010),

Por lo tanto, la pregunta problema que surge de esta problemática es: ¿Cómo pueden los estudiantes de Ingeniería Electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander adquirir experiencia práctica relevante en la automatización de sistemas electroneumáticos sin una herramienta de control adecuada para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de este proyecto surge de la importancia creciente de la automatización en la industria contemporánea. Implementar un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos en las Unidades Tecnológicas de Santander permitirá a los estudiantes adquirir habilidades prácticas vitales para su futuro en la industria.

La creciente demanda de habilidades prácticas en automatización en la industria moderna justifica la necesidad de este proyecto. La implementación de un sistema de control automático permitirá a los estudiantes adquirir experiencia práctica relevante, esencial para su futuro desempeño en la industria.

Al resolver este problema, se espera mejorar significativamente la calidad de la educación en las Unidades Tecnológicas de Santander, preparando a los estudiantes para los desafíos de la industria moderna. Además, este proyecto tiene el potencial de impulsar la eficiencia y la rentabilidad de los procesos de producción

en las empresas industriales al permitir un control más preciso y eficiente de los sistemas electroneumáticos.

Por último, este proyecto es relevante para las Unidades Tecnológicas de Santander ya que alinea la formación de los estudiantes con las demandas actuales de la industria, asegurando que los graduados estén bien equipados para contribuir efectivamente al campo de la automatización industrial.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una herramienta de control para el mando de electroválvulas neumáticas en el entorno de prácticas de laboratorio de sistemas electroneumáticos, utilizando controlador embebido.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema de control, realizando un análisis detallado de los requerimientos del sistema de control para operar las electroválvulas y los actuadores neumáticos. A partir de este análisis, el estudiante diseñará el sistema de control utilizando herramientas y técnicas apropiadas. Este objetivo se realiza para proporcionar una base sólida para la implementación del sistema de control.
- Implementar y evaluar el sistema de control, se implementará el sistema de control en un entorno de laboratorio utilizando el controlador embebido y el software. Posteriormente, se evaluará el rendimiento del sistema de control mediante la realización de pruebas y mediciones. Este objetivo se realiza

para verificar la eficacia del sistema de control y para hacer los ajustes necesarios.

- Documentar el proceso y los resultados, se documentará todo el proceso, desde el análisis y diseño hasta la implementación y evaluación del sistema de control. Además, se presentará los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del proyecto. Este objetivo se realiza para proporcionar una referencia para futuros proyectos y para contribuir al cuerpo de conocimientos en el campo de la automatización industrial.

1.4. ESTADO DEL ARTE

- **Sistema de control automático basado en PLC y HMI para una máquina estribadora.**

Entre la gran variedad de materiales empleados en la industria de la construcción se encuentran unos elementos estructurales llamados estribos, también conocidos como anillos, que son típicamente fabricados de alambre de acero con gran grosor, denominado alambrón, que para casas habitación comúnmente es de calibre de un octavo de pulgada, el cual debe ser doblado para formar rectángulos o cuadros de diferentes medidas, propiamente los estribos, que se utilizan para abrazar, confinar y posicionar a las barras metálicas longitudinales, generalmente varillas, en el armado de columnas, castillos y trabes. Debido al esfuerzo físico considerable que se realiza para doblar manualmente tal material, así como a la alta demanda de estos elementos, en el presente trabajo se propone el desarrollo de un sistema de control para automatizar una máquina estribadora, implementando electro neumático con control basado en PLC y monitoreo mediante HMI. Este trabajo constituye un proyecto académico terminal de aplicación práctica, con enfoque a la automatización de procesos de tipo industrial. Ernesto Flores García, José Carlos

Quezada, Rafael Víctor Hugo Calderón Medina, José Manuel González Ángeles, Boletín científico investigium de la escuela superior de Tizayuca (2022).

- **Sistema PLC HMI para integrar PLC y HMI basado en un procesador multinúcleo.**

De acuerdo con una realización de la presente invención, la presente invención se refiere a un sistema integrado de PLC y HMI basado en un procesador multinúcleo. El sistema formado por la integración de un PLC y una aplicación HMI en un solo hardware mediante el uso del procesador multinúcleo comprende: un procesador de primer núcleo en el que se ejecuta una aplicación de controlador lógico programable (PLC) en tiempo real; un segundo procesador central en el que se ejecuta una aplicación de servidor de interfaz hombre-máquina (HMI) en tiempo real; un primer planificador que programa una primera tarea de la aplicación PLC para ser procesada por el primer procesador central; y un segundo programador que programa una segunda tarea de la aplicación HMI para que sea procesada por el procesador del segundo núcleo. Además, el primer programador tiene prioridad de programación sobre el segundo programador. Yonghyo Kwon, Jaehyung Lee, Hiyong Lee (2019).

- **Automatización de un banco de pruebas electrohidráulico mediante un CMT3092 HMI-PLC Weitek.**

Las exigencias del entorno industrial hacen que los futuros profesionales deban adquirir cada vez más competencias técnicas. Sin embargo, esto representa una alta inversión que muchas instituciones de educación superior no pueden permitirse. Por lo tanto, se actualizan los equipos de laboratorio, y este estudio comienza con la automatización de un banco de pruebas electrohidráulico que era manual. Para ello, se seleccionó un PLC - Weitek, cuya programación se realizó en lenguaje ladder utilizando CODESYS como plataforma de desarrollo, utilizando un código de

programación abierto Modbus a través del lenguaje de bloques SFD. Una interfaz hombre-máquina (HMI) en una pantalla táctil en el sistema permite la entrada del usuario (con varias jerarquías) y el control de las operaciones. El operador también puede almacenar datos para su posterior análisis. Finalmente, se realiza la validación de esta propuesta con las respectivas pruebas experimentales, obteniendo una reducción significativa en el tiempo de ejecución de las tres tareas propuestas y mejora de las condiciones de aprendizaje. Diego Altamirano-Haro, Patricio Eduardo Sánchez-Díaz, Jorge Buele, Manuel Ayala-Chauvin (2021).

- **Prototipo sistema de autodiagnóstico en equipos de transporte neumático fase densa modelo oga400 que optimiza los procesos de mantenimiento.**

Este trabajo enfoca una solución particular a una compañía colombiana fabricante de maquinaria y en particular a un modelo de máquina de transporte neumático fase densa para movimiento de sólidos, cuyo sistema de control actual carece por completo de diagnóstico sobre sus componentes principales y por ende genera problemáticas de paros no programados, sobrecostos por solución de garantías y deficiencia tecnológica frente a equipos similares. Acorde con una serie de requerimientos y objetivos donde prima una solución de tipo industrial y en específico orientado a una integración tecnológica de PLC, HMI y técnica electroneumática, se formaliza una propuesta que abarca los conceptos principales de un proyecto como conceptualización diseño e implementación donde el alcance final es implementar un prototipo que diagnostique las válvulas, detección de sólidos y monitoree niveles de presión óptimos para garantizar la funcionalidad de la máquina y brinde información de interés sobre el estado real del equipo a todos los interesados. Giovanni Alberto Serrano Polania, Andrés Felipe Rodríguez Cortés, Universidad El Bosque (2020).

- **Proceso de automatización en secadoras para la industria textil.**

La compañía C.I JEANS S.A, es un proveedor de servicios integrales en la fabricación de prendas de vestir para los mercados nacionales e internacionales, manteniendo una relación de confianza con sus clientes basa en la aplicación y el mejoramiento continuo.

Se pretende con el proyecto una automatización de las secadoras industriales actuales, para tener un control y conocimiento del proceso cambiando únicamente el manejo de secado. El proceso actual viene dado por un sistema ON/OFF que permite o no el paso del vapor dependiendo de la temperatura a la que se programó la máquina, el cual conoce su temperatura actual por medio una PT100. En el proyecto se tiene la programación de todos los dispositivos (PLC y HMI) que controlan la máquina a excepción del variador el cual funcionaba correctamente antes de la automatización, realizando un estudio del sistema actual de secado y describiendo cada uno de los subsistemas involucrados en el proceso.

Se propuso la arquitectura del sistema de supervisión y control asociado a la planta, se establecieron los requerimientos de equipos e instrumentos necesarios para respaldar la implantación de la arquitectura del sistema de supervisión y control de la planta expuesta anteriormente. Una vez comprendido esto se procedió a identificar los puntos problemáticos donde se encontró lo siguiente: ausencia de un sistema de control automatizado que permita supervisar las actividades operaciones de la planta así como también de controladores programables (PLC); obsolescencia del sistema de medición de temperatura y falta de medición de humedad y un alto costo de mantenimiento de operación; y por ultimo inexistencia de una interfaz hombre-maquina (HMI) que permita interactuar con los operarios del proceso. De acuerdo con esto, se seleccionaron equipos que satisficieran las deficiencias en proceso, de acuerdo con los criterios de funcionamiento. De acuerdo con ello se escogió el sistema de control 1214C DC/DC/Rly de Siemens con un módulo de entradas analógicas 1231 AI4 de Siemens y la interfaz hombre-máquina KTP400

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Basic PN de Siemens. Anderson Colorado Torres Instituto Tecnológico
Metropolitano (2018).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Automatización industrial

La automatización industrial es esencial para mejorar la eficiencia en los procesos de manufactura y producción. Emplea tecnología avanzada, sistemas computarizados y dispositivos electromecánicos para automatizar la operación de maquinaria y procesos en ambientes industriales. Esto abarca la implementación de sensores, actuadores y software especializado que coordinan y controlan las actividades industriales. Además, se consideran aspectos cruciales como los diferentes tipos de automatización (rígida, programable, flexible e integrada), los beneficios en términos de productividad y seguridad, y los desafíos, como los altos costos iniciales y la disminución de empleos tradicionales (TecnoDigital, 2024).

Figura 1 Innovación Automatización Industrial



Fuente. Tecno digital, 2024

A continuación, exploraremos algunos aspectos clave de la automatización Industrial:

Definición: La automatización industrial implica el uso de tecnologías y sistemas de control, como computadoras, robots y tecnologías de información, para operar maquinaria y procesos en la industria sin intervención humana. Este enfoque busca sustituir la toma de decisiones y las acciones manuales humanas por equipos mecanizados y comandos lógicos programados.

Inicialmente, el objetivo de la automatización era aumentar la productividad y reducir costos laborales. Se ha implementado mediante diversos medios, como dispositivos mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos y computadoras, a menudo en combinación (Lifeder, 2022).

2.1.1. Características de la Automatización

Costos operativos más bajos: Al eliminar los costos asociados con los operadores humanos (como salarios y beneficios), la automatización reduce los gastos en la producción (Lifeder, 2022).

Alta productividad: Los sistemas automatizados tienen la capacidad de funcionar de manera ininterrumpida, las 24 horas del día y los 7 días de la semana, lo cual representa una mejora sustancial en la productividad de la organización. Esto se debe a que permiten operaciones continuas sin la necesidad de intervención humana constante, lo que optimiza el tiempo de funcionamiento y maximiza la eficiencia en la producción (Lifeder, 2022).

Calidad alta: Reduce al mínimo la posibilidad de errores cometidos por personas y asegura que los productos sean consistentemente de alta calidad y uniformidad. Esto implica que se implementan medidas y procesos para evitar errores humanos y garantizar que cada producto cumpla con los estándares de calidad establecidos de manera consistente (Lifeder, 2022).

Flexibilidad: Los sistemas automatizados tienen la capacidad de realizar diversas tareas sin requerir formación específica, lo cual aumenta la flexibilidad en el proceso de fabricación. Esto significa que pueden adaptarse fácilmente a diferentes necesidades y demandas del entorno de producción, sin la limitación de tener que ser reprogramados o

ajustados extensivamente para cada tarea específica. Esta versatilidad contribuye significativamente a la eficiencia y capacidad de respuesta de la organización ante cambios en el mercado o en las condiciones de producción (Lifeder, 2022).

Exactitud de la información: La automatización de datos posibilita un análisis detallado de la manufactura, lo que conduce a la reducción de costos de recopilación de información y facilita la toma de decisiones para optimizar procesos y minimizar desperdicios. Esto se logra al recopilar datos de manera automática y en tiempo real, lo que proporciona una visión clara y precisa del rendimiento de la producción. Con esta información, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora de manera más rápida y efectiva, implementando acciones correctivas o ajustes en los procesos para maximizar la eficiencia y la calidad del producto final (Lifeder, 2022).

2.1.2. Tipos de automatización industrial:

Automatización fija: Se emplea para llevar a cabo operaciones repetitivas y predefinidas con el fin de alcanzar altas tasas de producción. Utiliza equipos especializados diseñados para automatizar procesos con secuencias fijas o tareas de ensamblaje. La configuración del equipo determina la secuencia exacta de las operaciones, asegurando una ejecución eficiente y consistente de las mismas (Lifeder, 2022).

Automatización programable: Este tipo de automatización se refiere a la fabricación por lotes, donde los productos se producen en cantidades que van desde varias docenas hasta varios miles de unidades por lote. Cada vez que se inicia un nuevo lote, es necesario reprogramar el equipo de producción para ajustarlo al nuevo tipo de producto. Esta reprogramación implica un tiempo de inactividad antes de iniciar la producción del lote, seguido de un período de producción continua para dicho lote (Lifeder, 2022).

Automatización flexible: En este sistema, se utiliza un equipo de control automático que proporciona una gran flexibilidad para realizar ajustes específicos en cada producto, lo cual es una extensión avanzada de la automatización programable.

En la automatización flexible, la capacidad de reprogramación se realiza de manera rápida y automática mediante una terminal informática, sin necesidad de utilizar directamente el equipo de producción físico. Los operadores humanos intervienen proporcionando instrucciones codificadas, permitiendo realizar ajustes precisos y eficientes en el proceso de fabricación. Este enfoque no solo optimiza los tiempos de cambio entre lotes de producción, sino que también asegura una adaptación ágil a las demandas variables del mercado, mejorando así la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta de la organización (Lifeder, 2022).

2.2. Sistemas electroneumáticos

Los sistemas electroneumáticos representan una integración crucial de principios tanto electrónicos como neumáticos, desempeñando un papel fundamental en la automatización industrial moderna. Estos sistemas aprovechan la robustez y la capacidad de fuerza de la neumática, utilizando aire comprimido para operar actuadores y realizar tareas mecánicas. Al mismo tiempo, incorporan componentes electrónicos para controlar y supervisar el funcionamiento de estos actuadores de manera precisa y eficiente (Lacor Formación, 2024).

Una característica distintiva de los sistemas electroneumáticos es su capacidad para ofrecer flexibilidad y velocidad en las operaciones industriales. La neumática proporciona una fuerza significativa y rápida respuesta, mientras que la electrónica permite una programación detallada y ajustes precisos en tiempo real. Esto se traduce en una mayor productividad, reducción de tiempos de ciclo y mejor control sobre los procesos industriales (Lacor Formación, 2024).

Figura 2 Sistemas Electroneumáticos



Fuente: (Brandiyun, 2021)

Aquí tienes algunos puntos clave:

Definición de Electroneumática: Es una tecnología innovadora que combina dispositivos electrónicos, como sensores y controladores programables, con componentes neumáticos para gestionar y controlar tareas mecánicas. Su principal objetivo es integrar la energía eléctrica y neumática para automatizar procesos industriales de manera eficiente y precisa. Al aprovechar la potencia y la rapidez del aire comprimido en componentes como cilindros y válvulas neumáticas, la electroneumática permite realizar movimientos y acciones mecánicas con fuerza y velocidad controladas electrónicamente. Esto se logra mediante el uso de sensores para detectar condiciones y posiciones, y controladores programables que

procesan esta información para tomar decisiones y ejecutar comandos específicos (Lacor Formación, 2024).

2.2.1. Componentes y Funcionamiento:

Los sistemas electroneumáticos se caracterizan por utilizar un medio de control eléctrico en combinación con un medio de trabajo neumático. Esta integración permite automatizar y controlar eficazmente diversas tareas industriales.

En estos sistemas, se emplean dispositivos clave como relés, electroválvulas, interruptores de límite y controladores lógicos programables (PLC). Los relés y los PLC actúan como controladores electrónicos que reciben señales de entrada, como las provenientes de sensores o de sistemas de control, y procesan estas señales para tomar decisiones. Las electroválvulas son esenciales ya que controlan el flujo de aire comprimido hacia los actuadores neumáticos, como cilindros y motores, que realizan las operaciones físicas necesarias.

Los interruptores de límite, por su parte, detectan posiciones finales o límites de movimiento en los actuadores neumáticos, asegurando un funcionamiento seguro y preciso del sistema. Esta combinación de dispositivos permite una interacción eficiente entre el control

electrónico y las acciones neumáticas, facilitando la automatización de procesos industriales con alta fiabilidad y precisión (Upplasencia, 2023).

Aplicaciones: La electroneumática encuentra aplicación en diversos sectores y áreas de la industria, destacándose por su versatilidad y eficiencia en múltiples funciones:

Automatización industrial: Se utiliza para el control de máquinas, robots y procesos de fabricación, permitiendo la automatización precisa y eficiente de operaciones industriales complejas.

Control de movimiento: Facilita el posicionamiento exacto de actuadores neumáticos, lo cual es crucial en aplicaciones donde se requiere precisión en el movimiento, como en máquinas herramienta y sistemas de manipulación.

Sistemas de transporte: En el control de cintas transportadoras, elevadores y otros dispositivos de transporte, la electroneumática asegura un manejo eficaz y seguro de materiales y productos en las líneas de producción.

Industria automotriz: Es fundamental para el control de líneas de ensamblaje, robots industriales y procesos automatizados dentro de las plantas de fabricación de vehículos, contribuyendo a mejorar la eficiencia y la calidad en la producción.

Sector alimentario: En esta industria, la electroneumática se emplea para la manipulación de envases, llenado de productos, y en general, en todos los procesos que requieren un manejo cuidadoso y controlado de materiales y alimentos.

En todos estos contextos, la electroneumática proporciona soluciones robustas y confiables mediante la integración de dispositivos electrónicos y neumáticos, facilitando la

automatización y optimización de procesos industriales para mejorar la productividad, la precisión y la seguridad (Lacor Formación, 2024).

Ventajas: Las ventajas de los sistemas electroneumáticos son diversas y significativas, destacándose en varios aspectos clave:

Precisión: La integración de componentes electrónicos y neumáticos permite un control fino y exacto de las operaciones industriales. Esto se traduce en la capacidad de realizar movimientos y acciones con alta precisión, crucial para aplicaciones que requieren posicionamiento exacto y repetibilidad.

Flexibilidad: Los sistemas electroneumáticos son altamente adaptables a diferentes aplicaciones y a cambios en los procesos de producción. La configuración electrónica permite reprogramar y ajustar rápidamente el funcionamiento del sistema para responder a nuevas necesidades o variaciones en la demanda del mercado, lo que es fundamental en entornos industriales dinámicos.

Eficiencia: Estos sistemas optimizan el uso de energía y mejoran la productividad de las operaciones industriales. La combinación de la potencia neumática con la capacidad de control electrónico permite maximizar la eficiencia en el consumo de recursos y en la ejecución de tareas, reduciendo los tiempos de ciclo y minimizando desperdicios.

2.3. Elementos de control electroneumáticos.

2.3.1. Unidad de mantenimiento.

La unidad de mantenimiento neumático (FRL), es el primer dispositivo que recorre el aire comprimido antes de llegar a válvulas y cilindros está diseñado y adaptado para purificar el aire comprimido como sistema de energía. Se le determina como FRL por las iniciales de filtro, regulador y lubricador.

La durabilidad y buen funcionamiento de un proceso industrial que trabaje con aire comprimido, depende de una buena calidad del aire para un rendimiento mayor. Por eso,

las unidades de mantenimiento son indispensables, ya que, al garantizar un estado óptimo del aire, extienden la vida útil de los activos y favorecen el buen desempeño.

Figura 3 Composición unidad de mantenimiento



Fuente: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/613SFJI4B1L._AC_SY355_.jpg

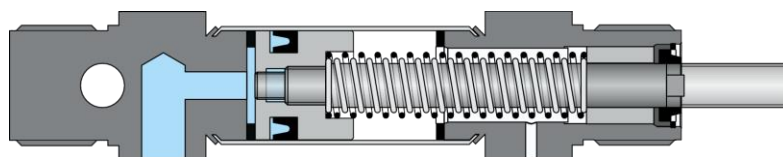
Funciones de una unidad de mantenimiento o FRL s

- Filtrar el aire para mantenerlo libre de impurezas, atrapando contaminantes como agua, polvo y aceite.
- Regular constantemente la presión del aire para asegurar que los equipos reciban el suministro necesario.
- Lubricar el aire comprimido para reducir la fricción entre las partes móviles de la maquinaria.

2.3.2. Cilindros neumáticos.

Cilindros neumáticos de simple efecto: Los Cilindros de simple efecto o accionadores neumáticos, son equipos mecánicos que se les inyecta aire comprimido en sólo extremo. La descarga de aire se hace por el otro extremo del dispositivo, sólo pueden ejecutar el trabajo en el sentido de avance o en el de retroceso.

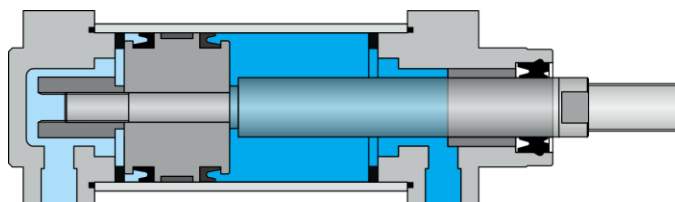
Figura 4 Accionador neumático simple efecto



Fuente: Festo

Cilindros neumáticos de doble efecto: El cilindro o accionador de doble efecto es accionado en ambos sentidos por aire comprimido; de generalmente puede ejecutar trabajos en ambos sentidos de movimiento.

Figura 5 Accionador neumático doble efecto

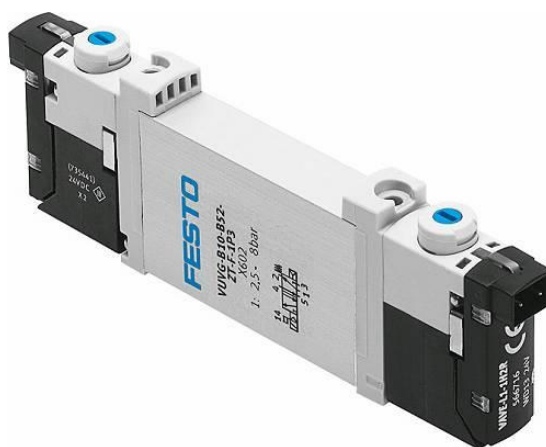


Fuente: Festo

2.3.3. Electroválvulas:

Elementos mecánicos que abren o cierran pasos dependiendo de la activación de una bobina. La bobina corresponde a un solenoide que es controlado, de esta forma, el flujo de aire. Circular por el ducto de la válvula el núcleo vuelve a su posición, al desconectarse la señal eléctrica y por efecto de un resorte.

Figura 6 Electroválvula neumática dos bobinas



Fuente: Festo

Clases de válvulas

Válvula de control direccional: representada por un cuadrado con flechas que indican la dirección del flujo. Este tipo de válvula permite controlar la dirección del flujo hidráulico en el circuito.

– **Válvula de alivio de presión:** representada por un cuadrado con una flecha que indica la dirección del flujo y una línea diagonal que indica la apertura de la válvula cuando la presión supera un límite establecido.

– **Válvula de retención:** representada por un triángulo con una línea diagonal que indica la posición de la válvula. Este tipo de válvula permite que el flujo hidráulico pase en una dirección y lo bloquea en la dirección opuesta.

– **Válvula de estrangulamiento:** representada por un cuadrado con una abertura en el centro. Este tipo de válvula permite regular el caudal de fluido hidráulico que circula a través de ella.

Además de la normativa ISO 1219-1:2012, existen otras normativas y estándares específicos de cada país o región que pueden ser utilizados para la representación gráfica de las válvulas hidráulicas. La norma ISO 1219: Un estándar esencial para el diseño de sistemas hidráulicos y neumáticos

La norma ISO 1219 es un estándar crucial en el diseño de sistemas hidráulicos y neumáticos. Esta norma, también conocida como «Símbolos gráficos para sistemas hidráulicos y neumáticos», proporciona una serie de símbolos gráficos estandarizados que se utilizan para representar componentes y circuitos en estos sistemas. La norma ISO 1219 es esencial en el diseño de sistemas hidráulicos y neumáticos debido a varias razones:

1. Comunicación efectiva: Los símbolos estandarizados permiten una comunicación más clara y efectiva entre los diseñadores, fabricantes y usuarios de estos sistemas. Al utilizar un conjunto común de símbolos, se evitan malentendidos y se facilita la interpretación de los diseños.

2. Ahorro de tiempo y costos: Al utilizar los símbolos de la norma ISO 1219, los diseñadores pueden crear diagramas y planos de sistemas de manera más rápida y eficiente. Esto se traduce en ahorro de tiempo y reducción de costos en el proceso de diseño y fabricación.

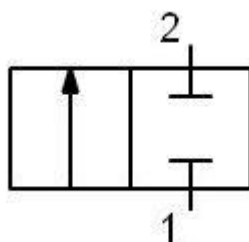
3. Facilidad de mantenimiento: Los símbolos estandarizados permiten una fácil comprensión de los circuitos hidráulicos y neumáticos, lo que facilita el mantenimiento y la solución de problemas. Los técnicos pueden identificar rápidamente los componentes y entender cómo se relacionan entre sí.

4. Compatibilidad internacional: La norma ISO 1219 es reconocida y utilizada a nivel internacional, lo que significa que los diseños de sistemas hidráulicos y neumáticos hechos de acuerdo a esta norma son compatibles en diferentes países y sectores industriales.

5. Documentación y estandarización: La norma ISO 1219 proporciona una base sólida para la documentación y estandarización de los sistemas hidráulicos y neumáticos. Esto es especialmente importante en sectores como la industria automotriz, aeroespacial y de maquinaria pesada, donde la precisión y la consistencia son fundamentales.

Válvulas 2/2 (2 vías y 2 posiciones): Se accionan como válvula de paso. Una vía es la entrada de aire y otra vía es la salida. Cuando es normalmente abierta, las dos vías se conectan sin nada en el medio y el aire comprimido circula libremente. Al cerrarse, lógicamente se corta el paso.

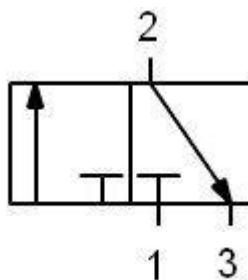
Figura 7 Símbolo válvula 5/2



Fuente: Autores

Válvulas 3/2 (3 vías y 2 posiciones): Se utilizan para operar cilindros simple efecto, por tener sus 3 vías, el flujo del aire puede ir en doble dirección de forma distinta y realizar el escape en su posición cerrada.

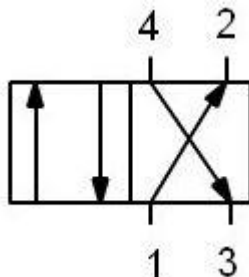
Figura 8 Símbolo válvula 3/2



Fuente: Autores

Válvulas 4/2 (4 vías y 2 posiciones): Es conformada de la misma forma y posiciones que la anterior válvula, al poseer una vía más se utiliza para operar cilindros doble efecto. Con una posición activa el aire en el pistón y con la otra posición lo expulsa, haciendo que el vástago suba y baje según la ubicación del aire.

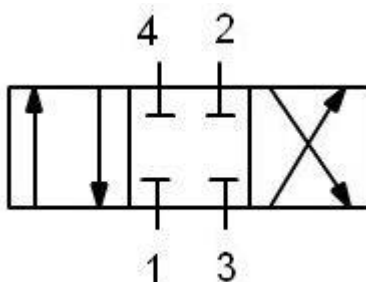
Figura 9 Símbolo válvula 4/2



Fuente: Autores

Válvulas 4/3 (4 vías y 3 posiciones): Según esta posición central, estas válvulas pueden ser: centro abierto, centro cerrado o centro a presión. Las de centro abierto se determinan que en la posición central de la válvula no hay presión en ninguna de las vías y se abren las vías de escape. De esta manera, un cilindro neumático (por ejemplo) queda detenido y podría moverse manualmente, porque no hay presión que lo bloquee. Las de centro cerrado se refiere a que en la posición central todas las vías se cierran. El cilindro quedaría bloqueado por imposibilitarse los escapes.

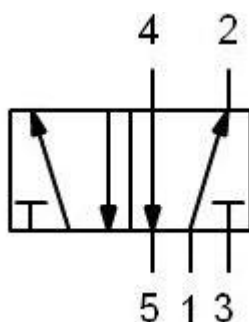
Figura 10 Símbolo válvula 4/3



Fuente: Autores

Válvulas 5/2 (5 vías y 2 posiciones): De la misma forma que la válvula 4/2, pero en este caso posee dos escapes, uno para cada posición. El hecho de poseer dos escapes ayuda a manejar y regular mejor la velocidad.

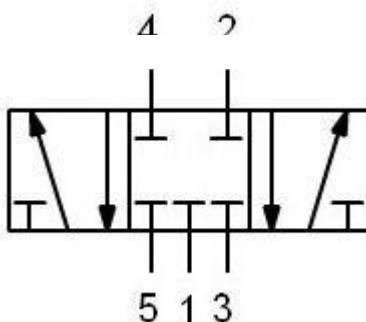
Figura 11 Símbolo válvula 5/2



Fuente: Autores

Válvulas 5/3 (5 vías y 3 posiciones): Iguales a las dos posiciones, adicionalmente poseen una posición central. Según esta posición central, estas válvulas pueden ser: centro abierto, centro cerrado o centro a presión (ver descripción de válvulas 4/3)

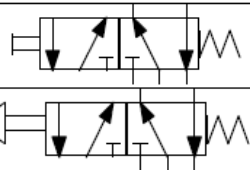
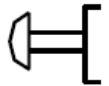
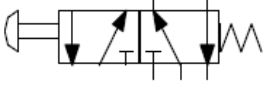
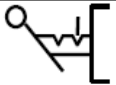
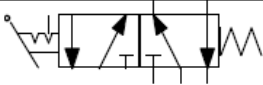
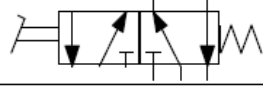
Figura 12 Símbolo válvula 5/3



Fuente: Autores

Accionamiento eléctrico: Estas válvulas requieren un circuito eléctrico para activarlas. La conmutación de las válvulas se obtiene por algún dispositivo eléctrico que haya mandado esa orden. Es importante saber qué voltaje y tipo de corriente necesitas en tu proceso, ya que no es lo mismo usar 12, 24, 110 o 220 voltios y tampoco es lo mismo utilizar corriente alterna que continua.

Figura 13 Simbología accionadores de válvulas neumáticas

Manual		
Accionamiento en general		
Pulsador		
Palanca con enclavamiento		
Pedal		

Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-Zdx3waUqv1I/T9FjWN>

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.1 Tipo de Investigación

La investigación desarrollada en el presente proyecto es de tipo exploratoria informal, la cual es apoyada en fuente de datos secundarios que se encuentran revisando la literatura y la recopilación de documentación para comprender y dar solución a la problemática de la investigación, la exploración mantiene un enfoque cuantitativo que define la descripción de las cualidades de la problemática como lo es “Desarrollar un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador embebido.

El enfoque cualitativo, cuyo objetivo general será la descripción de las cualidades de la solución a la problemática que se estudia, para así mismo comprender la importancia a tener en cuenta esta información, empleando técnicas de revisión que se encuentran en los manuales y técnicas de las diferentes formas de programación de equipo objeto del proyecto, que se utilizan en el proyecto, bibliografía de la investigación y de artículos especializados.

3.2 Método y Técnicas de la Investigación

El método (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (Experimentos medidas programación prueba y error)

3.3 Fases de la Investigación

A continuación, por medio de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan las fases de investigación asociadas al proyecto:

Tabla 1 Fases de la investigación

FASE	ACTIVIDADES
Fase 1.	Se encuentra la documentación probabilidad de actualizar y mejorar herramientas prácticas en el área de control y desarrollar un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador embebido.
Fase 2.	Desarrollo de aplicaciones de maniobra eléctrica industrial documentación probabilidad desarrollar un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador embebido.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

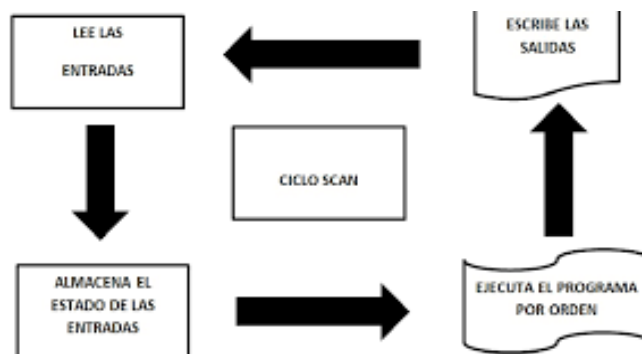
4.1 Control lógico programable

Los autómatas programables son equipos electrónicos diseñados para el control en tiempo real de máquinas o procesos industriales, su tarea de tratamiento de datos permite operaciones seguras y confiables.

4.1.1. Principio de funcionamiento

Funcionan de manera secuencial en el tratamiento de la información a procesar de manera que, con instrucciones, previamente establecidas en su programación, ejecutan acciones de acuerdo entradas y salidas determinadas.

Figura 14 Ciclo de trabajo de un P.L.C



Fuente: (Echneider, 2017) Manual del programador lógico Modicon M221

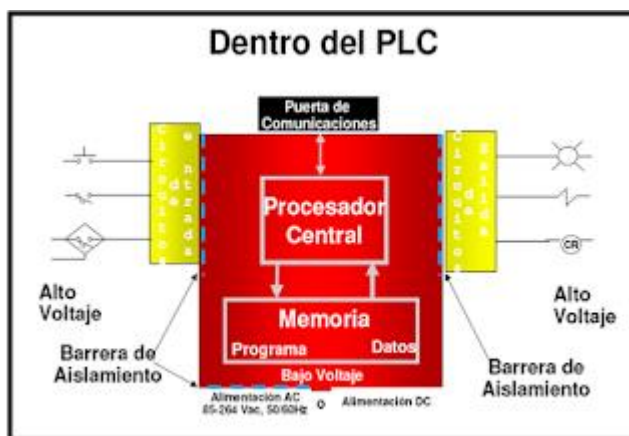
Los ciclos entre el procesamiento de variables de entrada y salida, de acuerdo a instrucciones programadas, se realizan de manera infinita condicionado a que funcione el

sistema a controlar infinitamente. Los ciclos de tratamiento de datos generan una actualización en las variables de E/S almacenados en una memoria en la unidad de tiempo requerida, generalmente de 5 – 10 ms /1K-instrucciones.

4.1.2. Componentes del autómeta

La Unidad Central de Proceso de un p.l.c. Es un módulo procesador, la memoria y los sistemas de comunicaciones, las entradas y salidas y periféricos. Igualmente, existen diversidad en los modelos respecto a la construcción varía de unos a otros modelos.

Figura 15 Arquitectura interna de un P.L.C



Fuente: (Blogs, 2020)

4.1.3. Procesadores

El permiten la instalación de componentes rodeando de un microprocesador se agrupan una serie de chips, principalmente memorias e interfaces. En el procesador (ROM del sistema) de memoria el diseñador ha grabado una serie de programas ejecutivos fijos,

software del sistema y es a estos programas a los que accederá el microprocesador operar las funciones básicas y específicas que correspondan en función del tiempo en que labore. El software del programador de cualquier se compone de funciones básicas que realiza en determinados tiempos de cada ciclo: en la conexión, durante el ciclo que establece la ejecución del programa y a la desconexión

.

4.2. Terminales de diálogo HMI

Son equipos que trabajan a través de una interfaz de dialogo Hombre-Máquina o HMI ("Human Machine Interface") en él se representan los datos a un operario con el que se controla el sistema o proceso. Los HMI se definen como una "ventana de un proceso". Este dispositivo puede estar paneles de operador o en tableros de máquinas. Los sistemas HMI en ordenadores se pueden conocer de igual manera como software (o aplicación) HMI o de monitorización y control de supervisión. Las divas señales determinadas en un proceso son conducidas al HMI por medio de tarjetas de entrada/salida en el ordenador de un p.l.c.

4.3. Tipos de lenguajes de programación para PLC

Cada fabricante de PL.C, establece su propio software de programación para trabajo, lo que ofrecen gran variedad comparable con la cantidad de autómatas programables que hay en la industria. Generalmente existen cuatro tipos de lenguajes de programación en los p.l.c, como los más utilizados a nivel mundial.

- Lenguaje escalera o ladder
- Listado de instrucciones o boleano

- Bloques de funciones lógicas
- Lenguaje de texto Estructurado

Por consiguiente, que la gran variedad de lenguajes de programación exige que cada fabricante tenga su propia representación, originando dificultades al usuario cuando programa más de un PLC. (Manhattan, 2012)

4.3.1. Norma IEC 1131-3

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) estableció la norma IEC 1131, para regular y mejorar los temas que enmarcan los Controladores Programables. Uno de los propósitos del Comité fue crear una relación común de instrucciones para ser usado en todos los PLCs. Debido a que el estándar 1131 alcanzó el estado internacional en agosto de 1992, el trabajo para diseñar un programador lógico, normalizado globalmente global ha sido una tarea más dificultosa debido a la diversidad de fabricantes de PLCs y a los problemas de incompatibilidad de programas entre marcas de PLCs.

4.3.2. Lenguajes Gráficos

- Diagrama Ladder (LD)
- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD)

4.3.3. Lenguajes Textuales

- Lista de Instrucciones (IL)
- Texto Estructurado (ST)

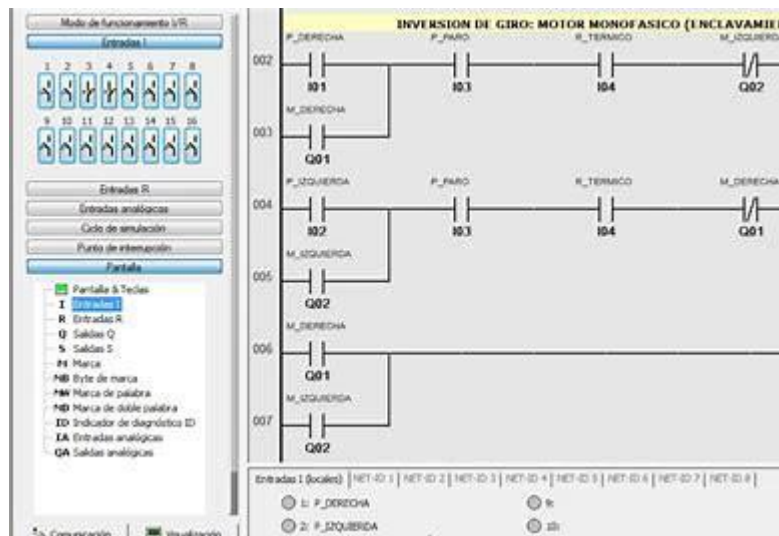
Adicionalmente, el estándar IEC 1131-3 constituye un método de programación dirigida a objetos **Sequential Function Chart (SFC)**. SFC que es categorizado como un lenguaje IEC 1131-3, pero éste es realmente una estructura organizacional que regula los cuatro

lenguajes estándares de programación (LD, FBD, IL y ST). La estructura del SFC parte sus raíces en el primer estándar francés de **Grafcet** (IEC 848). (Manhattan, 2012).

4.3.4. Lenguaje Ladder

Se asemeja a una escalera definido técnicamente como lenguaje de contactos, es un lenguaje de programación de estructura gráfica muy común dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está fundamentado en los esquemas eléctricos de control bajo la norma ASA

Figura 16 Estructura lenguaje LADDER de un P.L.C

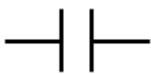
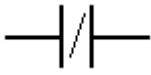
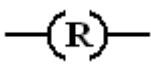


Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/9AVonw9RWml/maxresdefault.jpg>

Para desarrollar este tipo de lenguaje, es necesario conocer la lógica de contactos Eléctricos de cableados, se debe identificar símbolos cada uno de los elementos de que

consta este lenguaje. En la siguiente tabla se observan los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

Tabla 2 Símbolos para programar un PLC con LADDER.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se cierra cuando hay señal con valor de 1 lógico, que representa, esto es, una entrada (), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Se abre cuando existe señal activa equivalente a un cero lógico, aspecto a tener en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Representa una bobina de un contactor, una bobina de una electroválvula o una lámpara Su activación significa a decir que tiene un uno lógico
	Bobina NC	Representa una bobina negad, aspecto difícil de interpretar en logica cableada ya que allí no se entendería el concepto de bobina normal cerrada
	Bobina SET	Equivale a la activación de una bobina sin retener con un contacto abierto la señal de marcha
	Bobina SET	Representa la desactivación runa bobina SET previamente activada.

Fuente: (Salas, 2016).

4.4. Generalidades P.L.C. Delta

El Programador lógico, serie DVP-SX2, de 2da generación ofrece 14 puntos digitales y puntos I/O analógicos de 12 bits incorporados. Puede ampliarse con los módulos de extensión izquierdo y derecho serie DVP-S. Los controladores lógicos programables de la serie DVP de Delta ofrecen aplicaciones de alta velocidad, estables y altamente confiables en todo tipo de máquinas de automatización industrial. Además de una operación lógica rápida, instrucciones abundantes y tarjetas de funciones múltiples, el rentable DVP-PLC también admite varios protocolos de comunicación, conectando el controlador de motor de CA, servo, interfaz de máquina humana y controlador de temperatura a través de la red industrial en una completa «. Delta Solución «para todos los usuarios. (Manual usuario delta 2022)

Figura 17 Programador Lógico Delta DVP SX2



Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/delta-dvp-sx2-series-plc-21765149597.html>

4.4.1. Generalidades técnicas PLC DELTA serie DVP-SX2

- Puntos de MPU: 20 (8DI / 6DO, 4AI / 2AO)
- Max. Puntos de E / S: 494 (14 + 480)
- Capacidad del programa: 16k pasos

- Puerto COM: puertos incorporados RS-232, RS-485 y USB, compatibles con el protocolo ASCII / RTU. Puede ser maestro o esclavo
- Salida de pulso de alta velocidad: Admite 2 puntos (Y0, Y2) de 100kHz y 2 puntos (Y1, Y3) de salida de pulso de alta velocidad independiente de 10kHz.
- Contadores incorporados de alta velocidad
- E / S analógica incorporada

Aplicaciones:

- Utilizado para control de temperatura / humedad PID
- Control de velocidad constante del variador de CA de 2 ejes
- Control de temperatura usando un monitoreo de señal analógica de una fábrica completa. (PLC EASY LINK).

4.5. Programación del software ISPSOFT

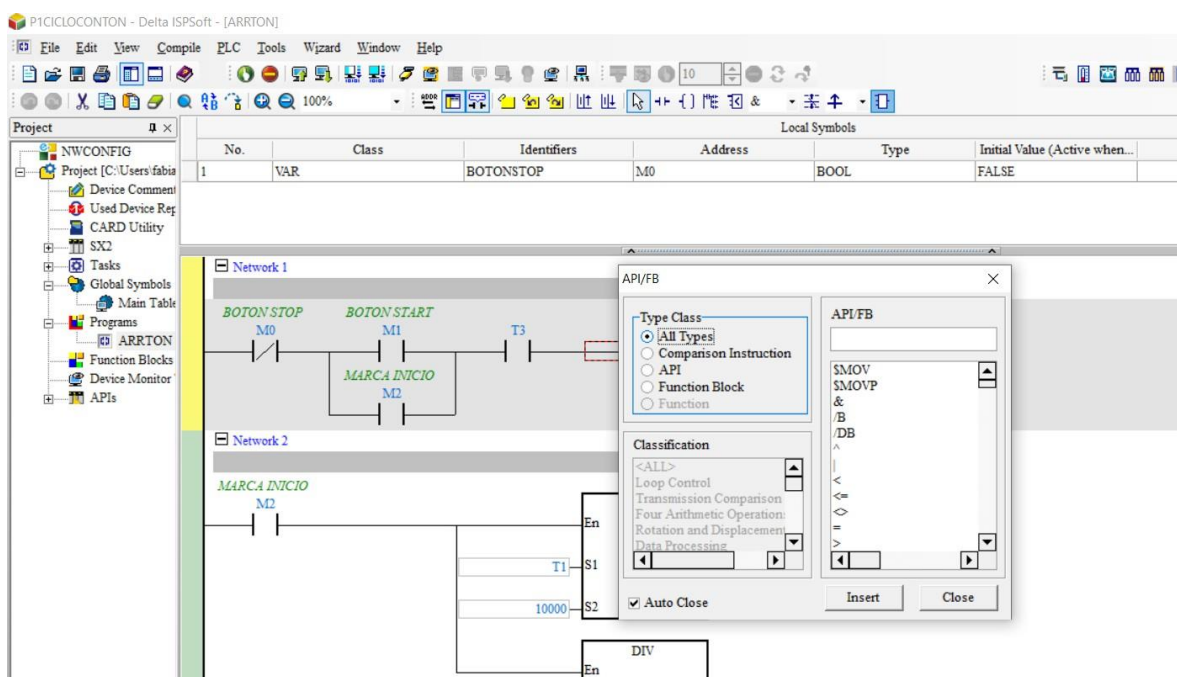
El software SPSoft es herramienta de programación de avance tecnológico significativa del fabricante Delta para la programación de P.L.C nivel industrial. Determinado con la norma IEC 61131-3, que establece instrucciones aplicadas al sector de la automatización industrial, estructura cinco lenguajes de programación De igual manera, a través de sistemas integradores ISPSOFT administra proyectos de grandes aplicaciones. El entorno de desarrollo eficiente y conveniente que ofrece ISPSOFT permite a los usuarios aplicar PLC a sistemas de control más complejos como también a sistemas de control pequeños

La programación del software ISPSOFT se establece para varios equipos como variadores, programadores lógicos y terminales de dialogo DELTA, es necesario, configurar el hardware y el establecimiento del equipo. Se debe agregar que para poder energizar la entrada física es necesario revisar la ficha técnica del P.L.C que en este

caso es hacer un puente entre el borne S/S y la entrada física X0...7. En el caso de las salidas la nomenclatura es Y0 de igual forma se escribe en el software ISPSOFT.

La letra M se escriben el igual de la 0 al número de marcas disponibles por manual de usuario, y diferentes funciones que proporciona el software ISPSOFT tales como: Funciones matemáticas, función bloques, comparadores, temporizadores, movimiento, desplazamiento, referencia de velocidad. Figura 18

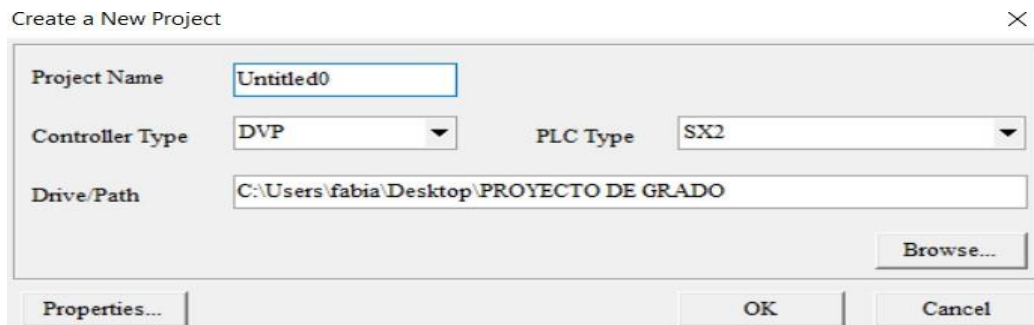
Figura 18 Barra de funciones del software ISPSOFT.



Fuente: Autores

Se debe configurar el hardware para la ejecución de las aplicaciones como se puede ver en la figura 19. El software debe reconocer el equipo a utilizar, por se asigna CPU DVP SX2 controlador y la serie respectivamente que estamos utilizando.

Figura 19 Configuración hardware en el software ISPSOFT



Fuente: Autores

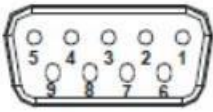
Se consulta manual del PLC para definir el protocolo de comunicación para transferir un programa en el software ISPSOFT, en este caso se utilizará un adaptador USB-RS232 y cable RS232 terminal redondo, para la parte de la comunicación con la pantalla se revisó la ficha técnica de la pantalla TP70P en donde se realiza una conexión con una configuración.

Figura 20 Caracterización de la comunicación

1.9 Definitions of the Pins in Communication Ports

● TP70P-16TP1R, TP70P-21EX1R, TP70P-22XA1R, TP70P-32TP1R

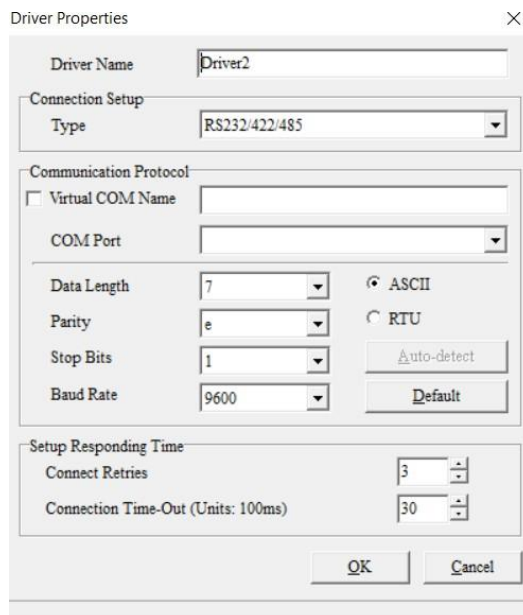
Pin	RS-485 (COM2)	RS-485 (COM3)
5	GND	GND
6	D+	N/C
7	D-	N/C
8	N/C	D+
9	N/C	D-



Fuente: Autores

Para establecer la comunicación entre el programador y el PC se configura en el software COMMGR agregando clic y configurando el puerto como se muestra en la siguiente figura, configurando el driver así en el software COMMGR: BAUD RATE EN 9600, Data length en 7, parity en e, stop bits en 1.

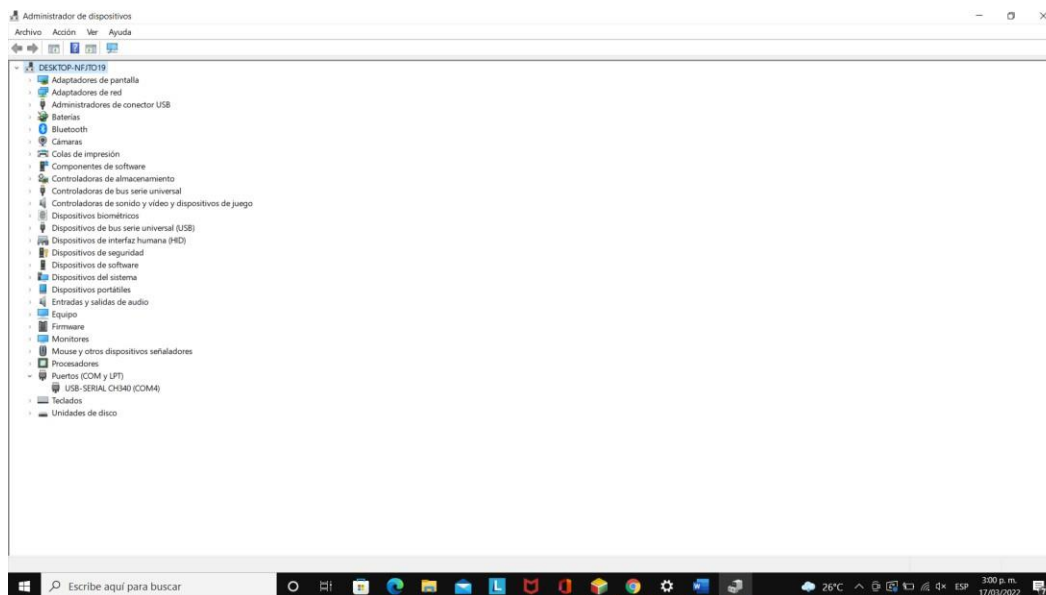
Figura 21 Propiedades driver en COMMGR



Fuente: Autores

para transferir un programa se va al menú del software ISPSOFT en herramientas configuraciones de comunicación, debe estar abierto el programa de comunicación COMMGR. Para poder comunicarse por medio del nombre asignado DRIVER1 que corresponda con la configuración del puerto en el computador como se puede observar en la siguiente ilustración en administrador de dispositivos.

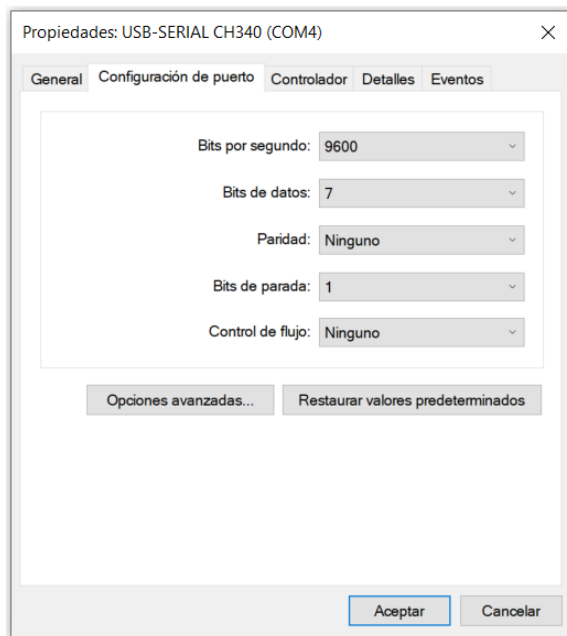
Figura 22 Administrador de dispositivos



Fuente: Autores

Es necesario realizar la configuración del puerto COM para que se pueda comunicar el PLC con el PC, en este caso se cuadra la velocidad en 9600, en bits de datos en 7, paridad ninguna, bits de parada 1, control de flujo ninguno.

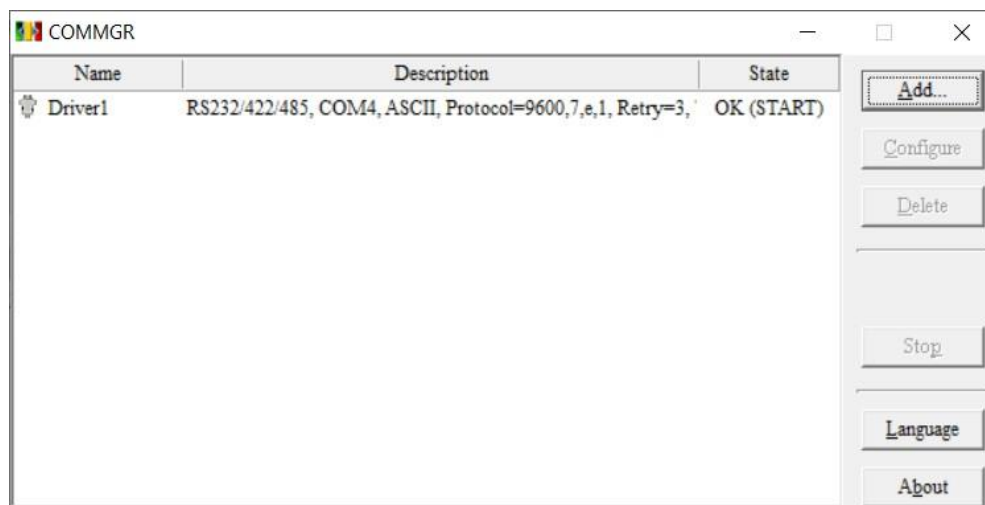
Figura 23 Propiedades del puerto de comunicación



Fuente: Autores.

COMMGR es el programa, establece las propiedades del puerto USB COM que debe aparecer START como aparece a continuación.

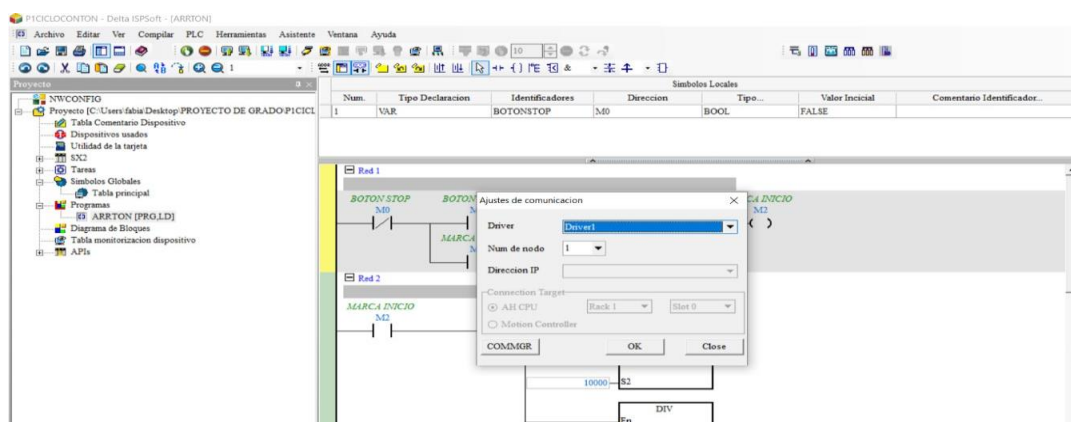
Figura 24 Presentación del driver en run -commgr



Fuente: Autores

Finalmente, ISPSOFT se configura como se muestra en la siguiente figura la parte de herramientas y configuración de comunicación.

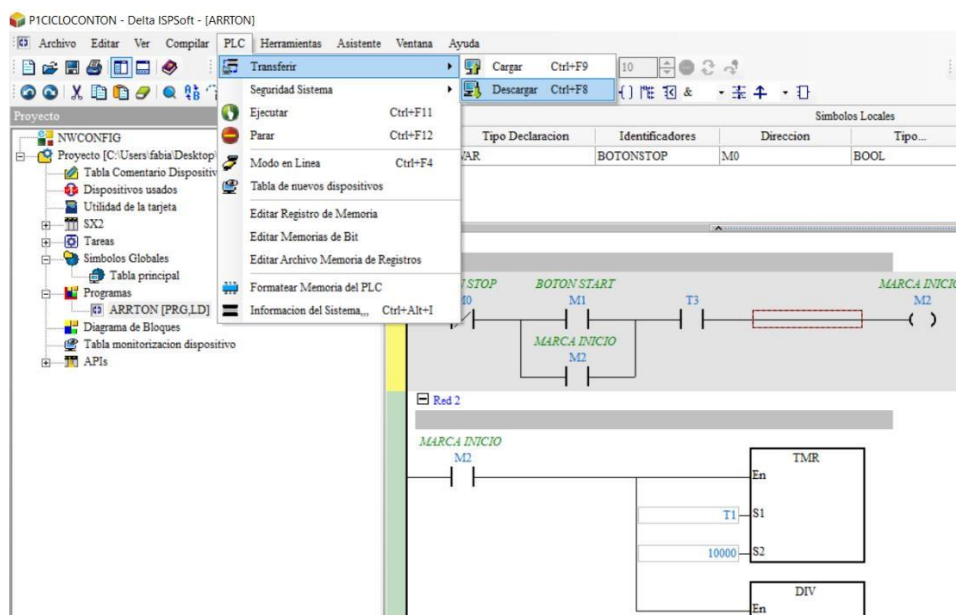
Figura 25 Establecimiento de comunicación en ISPSOFT



Fuente: Autores

De igual manera, utilizando el conector USB RS232- pin redondo se puede transferir ubicando el p.l.c. transferir descargar como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 26 Transferencia de programa ISP SOFT



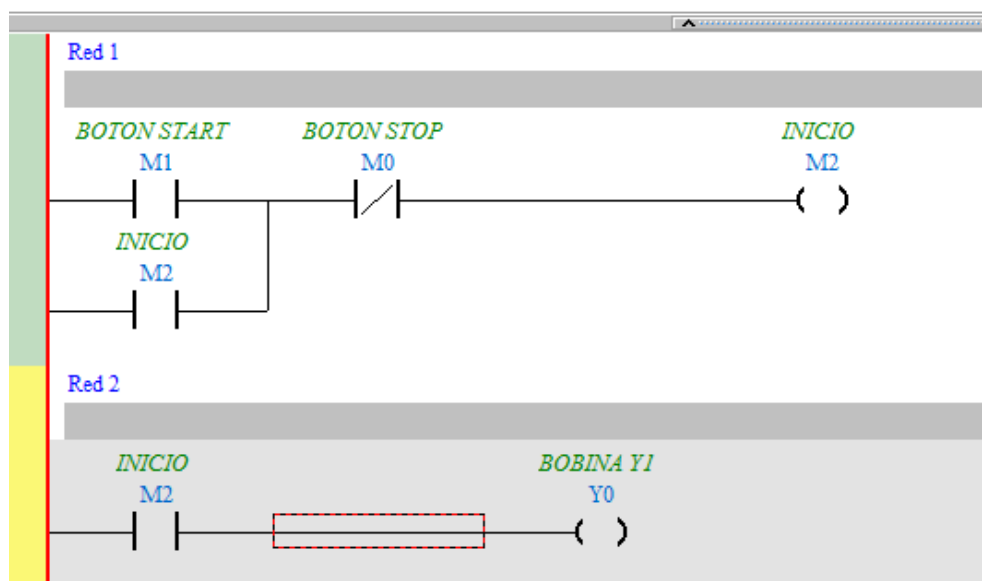
Fuente: Autores

4.6. Ejemplo manipulación cilindro neumático con válvula monoestable

Accionar con aire comprimido un cilindro de doble efecto, utilizando control desde un terminal de diálogo HMI. Al activar la señal (**M1**) se memoriza la marca **M2** activando la salida Y0 correspondiente a una electroválvula monoestable Y, la cual activa el circuito neumático con posición de salida y activando final de carrera A1 (**X1**).

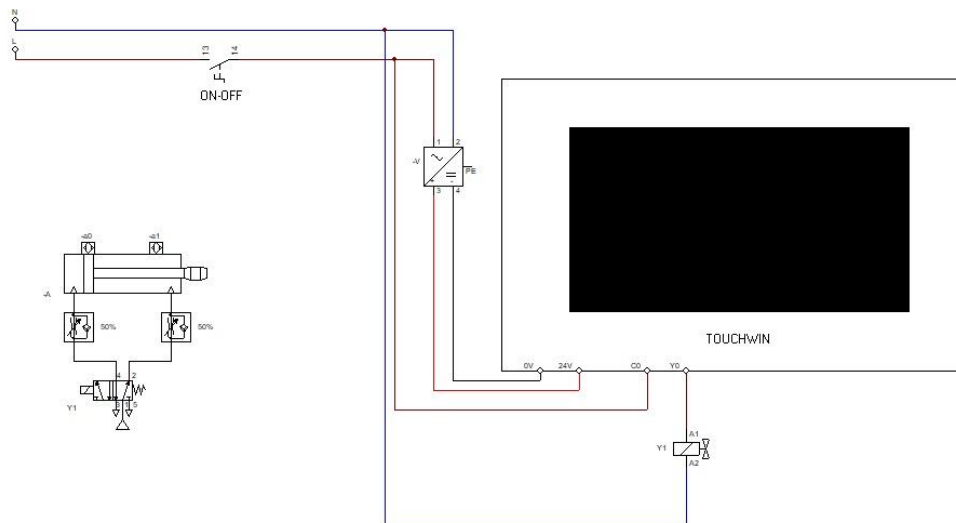
Para volver a la posición de inicio se pulsar STOP, borrando la marca M2, des energizando la salida Y0 perdiendo la fuerza el muelle restablece la posición inicial dejando el cilindro en la posición cerrada y activando el final de carrera A0 (X0).

Figura 27 Diagrama ladder control cilindro con válvula monoestable



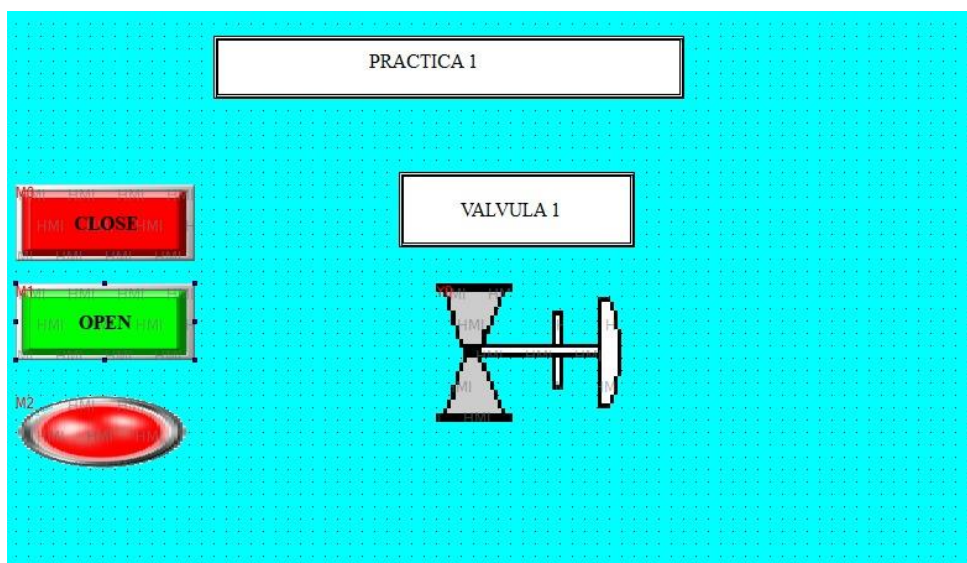
Fuente: Autores

Figura 28 Cableado eléctrico y neumático control cilindro con válvula monoestable



Fuente: Autores

Figura 29 Visualización HMI control cilindro con válvula monoestable

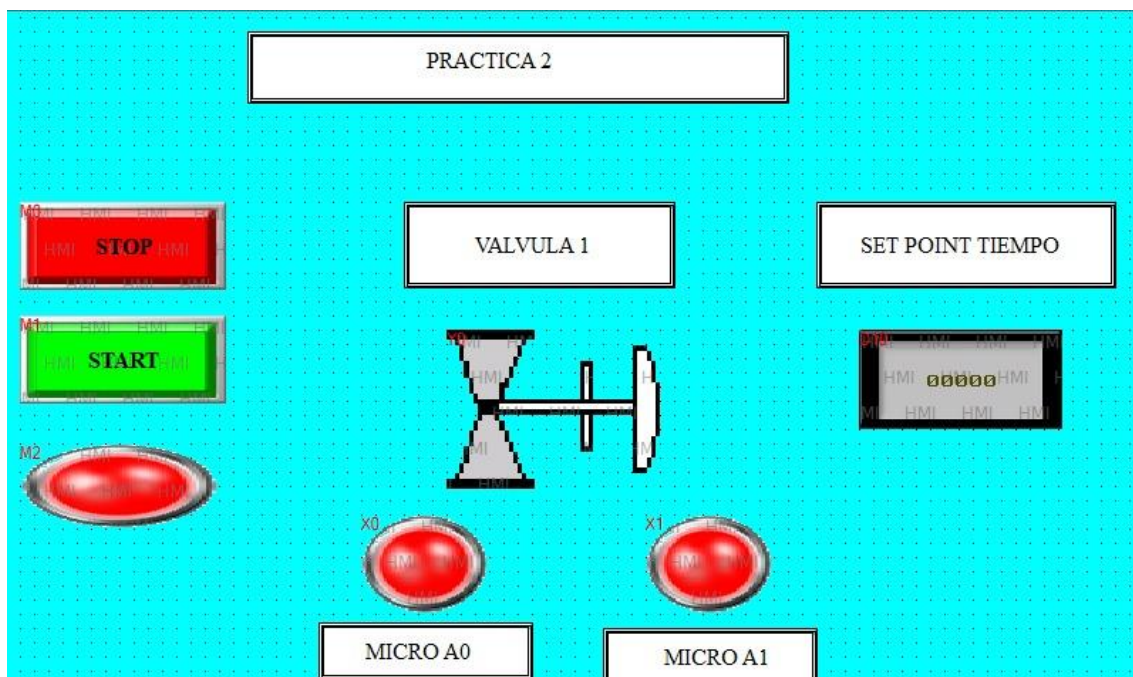


Fuente: Autores

4.7. Ejemplo de ciclo continuo cilindro neumático.

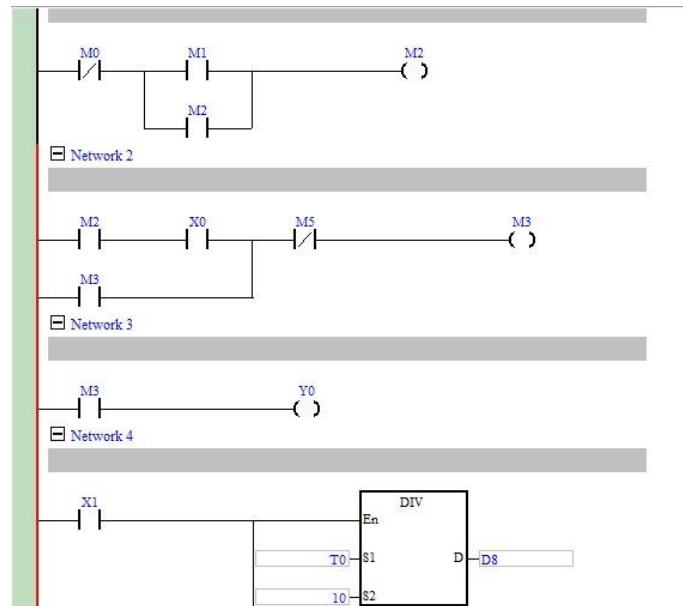
Utilizando p.l.c.dvp delta control de ciclo continuo con una determinada apertura, activando un final de carrera. Después de un set point en el registro D10 se regres el cilindro al inicio, y vuelve a reiniciar.

Figura 30 Visualización HMI Control cilindro ciclo continuo



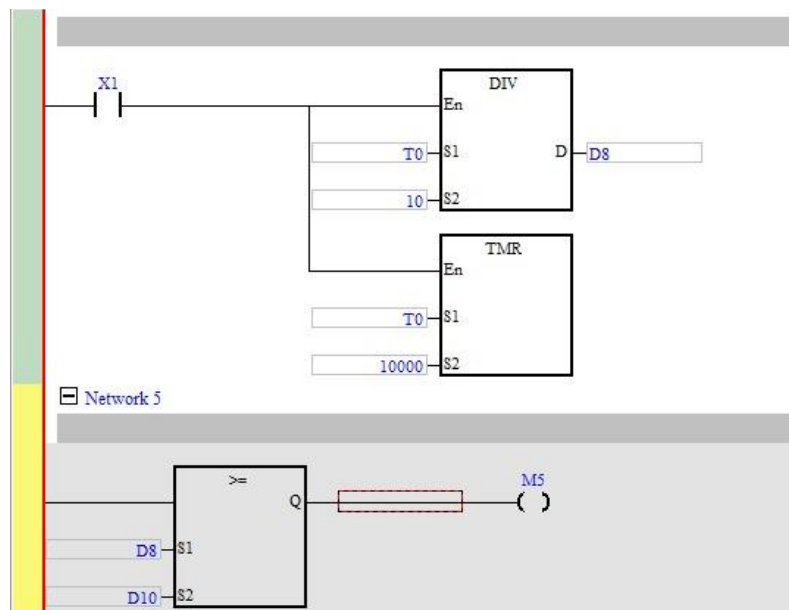
Fuente: Autores

Figura 31 Diagrama ladder parte 1 Control cilindro ciclo continuo



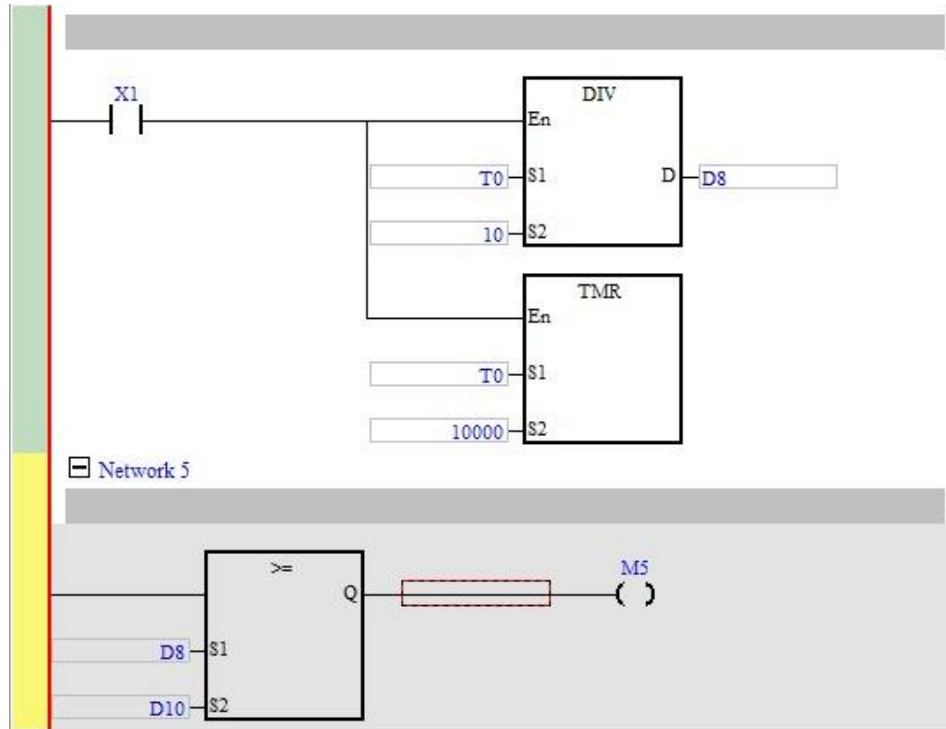
Fuente: Autores

Figura 32 Diagrama ladder parte 2 Control cilindro ciclo continuo



Fuente: Autores

Figura 33 Diagrama ladder parte 3 Control cilindro ciclo continuo



Fuente: Autores

5. RESULTADOS

El software ISP SOFT, el software TPEDITOR permiten el desarrollar aplicaciones prácticas de mando electroneumaticos; en acciones como: Activación de marcas M0.0, para inicio de secuencias retroceso de las válvulas, ciclos en la transición. La utilización del programador lógico delta permite la estructuración de funciones en las barras de herramientas, con símbolos diagramas de contactos, operaciones matemáticas básicas, funciones de conteo y funciones de tempo o temporizadores con retado a la conexión y retardo a desconexión.

Se estableció comunicación utilizando el protocolo RS485 para carga o descarga programas, conectarse en modo online para la ayuda de aprendizaje del software y la comunicación entre P.L.C. DVP SX2 Y hmi TP70P.

Mediante cable de comunicación entre P.L.C. y terminal de dialogo a través del software TPEditor y establecimiento de comunicación RS485 y HMI llega un rack tipo RS232 en donde se conecta en el 8 y el 9 y en el más y menos del P.L.C en el puerto de RS485, se compró un rack rs232 hembra para poder hacer la conexión con el cable utp para establecer comunicación.

Las prácticas planteadas en la guía constituyen una fácil y adecuada instrucción para los estudiantes, presentando una escala ascendente en cuanto a complejidad se refiere; niveles bajos (conocimiento y manejo de PLC), niveles medios (manejo de electroválvulas, cilindros neumáticos de simple y doble efecto, sensores de proximidad, que posibilitan el rápido aprendizaje. Las conjunciones del montaje físico con las prácticas esbozadas en este desarrollo tecnológico configuran la posibilidad de constituir un Laboratorio exclusivo para Automatización.

6. CONCLUSIONES

- Se analizaron y estudiaron las instrucciones y funciones de comparación y bloques en el lenguaje POU, a través de instrucciones y herramientas determinadas por contactos normal abiertos, y normal cerrado, bobinas normales y reset., los bloques de temporizado de conteo y comparaciones en el software ISP soft lo cual permiten definir las conexiones de pulsadores, finales de carrera y electroválvulas para las aplicaciones de los mandó electroneumaticos establecidas en los resultados-
- Es necesario la utilización de documentos técnico del programador embebido delta, para las diversas tareas de conexión de entradas y salidas, simulaciones, utilización de entradas virtuales, marcas, contactos normalmente abiertos y cerrados, software ISP Soft y en el TPEditor; para poder definir y activar bits para el desarrollo de cada una de las aplicaciones prácticas establecidas en el documento.
- La utilización del sistema de programación POU es muy similar a los diagramas de contactos eléctricos de logica cableada al hacer los circuitos de control, acerca de algunas funciones y simbología como contadores y temporizadores cambia al ser forma de bloques.
- Es necesario la utilización de fichas técnicas correspondientes del PLC DVP SX2 y terminal de dialogo TP70P para facilitar la programación y conexión eléctrica de cada dispositivo; caso especial el voltaje de alimentación del programador y terminal y las alimentaciones de las respectivas entradas y salidas a utilizar.

El lenguaje LADDER en el software ISP SOFT es muy similar a los diagramas que se utilizan a lo largo a la asignatura de accionamientos con la diferencia de que algunas funciones tienen forma de bloques y se puede realizar un programa de diferentes formas tales como: main o programa o en forma de bloques de función que se conectan entre sí, es importante no olvidar colocar las entradas con la respectiva nomenclatura y las salidas para poder realizar el programa de manera adecuada, por otro lado se pueden utilizar la pantalla integrada como solo pantalla y el plc aparte ya que la pantalla no cuenta con señales análogas.

- La utilización de señales digitales, se definió por el tipo de prácticas de control electroneumaticos al utilizar el terminal de dialogo integrado al PLC para la comodidad de conexión y adaptación a los módulos del labora
- El lenguaje de contactos o LADDER en el software ISP SOFT se estructura como los contactos de una lógica cableada con la diferencia las funciones se estructuran forma de bloques y se puede realizar un programa de diferentes formas tales como: main o programa o en forma de bloques de función que se conectan entre sí, es importante no olvidar colocar las entradas con la respectiva nomenclatura y las salidas para poder realizar el programa de manera adecuada, por otro lado se pueden utilizar la pantalla integrada como solo pantalla y el plc aparte ya que la pantalla no cuenta con señales análogas.

7. RECOMENDACIONES

- Establecer los parámetros de comunicación para el protocolo ModBus RTU, implementar el protocolo de comunicación y configuración necesaria para la interacción entre el PLC, HMI.
- Cualquier medio de comunicación está fundamentado en tres aspectos en común, emisor, receptor y canal y están determinados bajo los protocolos con respecto a las reglas que se establecen; a fin de realizar una comunicación eficaz se configura cual es el emisor, receptor, el idioma, velocidad, formato, tamaño del mensaje y requisitos de confirmación estén determinados.
- Se hace necesario la utilización WPL SOFT es el software de programación de toda la línea de PLC DELTA, en este se debe determinar el puerto de comunicación que se asigna al momento de conectar el cable de comunicación del PLC al PC.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2020. [online] Available at: <<https://srcsl.com/que-es-un-plc/>> [Accessed 7 October 2020].

A Rexel Customer Community. 2020. *Tipos De Breaker Y Sus Aplicaciones - Wiki - Electricista Wiki Español*. [online] Available at: <<https://thegrid.rexel.com/en-us/knowledge/electricista-wiki-espanol/w/wiki/702/tipos-de-breaker-y-sus-aplicaciones>> [Accessed 7 October 2020].

Angulo Ortega, L., 2020. Diseño E Implementación De Un Módulo Didáctico Con PLC, Para La Programación De Salidas Digitales, En El Laboratorio De La Carrera De Ingeniería En Mantenimiento Eléctrico. [online] Repositorio.utn.edu.ec. Available at: <<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7573>> [Accessed 7 October 2020].

Areatecnologia.com. 2020. *Contactor Funcionamiento Monofasico Y Trifasico*. [online] Available at:<<https://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html#:~:text=Excepto%20los%20peque%C3%B1os%20motores%2C%20que,la%20corriente%20en%20el%20circuito>> [Accessed 7 October 2020].

Maya Morales, M., 2020. Sistema Para La Gestión De Parámetros Y Automatización De Motores Gobernado Por Un PLC Mediante Interfaz HMI Y Variadores De Frecuencia. [online] Repositorio.upct.es. Available at: <<https://repositorio.upct.es/handle/10317/6439>> [Accessed 7 October 2020].

NIVIHE S.A. 2020. ¿Qué Es Un Guardamotor Y Para Que Se Usa? | NIVIHE S.A.. [online] Available at: <<https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>> [Accessed 7 October 2020].

Nvsautomatizacion.com. 2021. [online] Available at: <http://nvsautomatizacion.com/wp-content/uploads/2018/04/TP70P_Q_EN_20141031.pdf> [Accessed 11 June 2021].

Salazar Vilañez, M., 2020. *Unidad De Adquisición Y Transferencia De Variables Remotas Para El Monitoreo En Tanques De Almacenamiento De Agua Potable*. [online] Repositorio.utn.edu.ec. Available at: <<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8044>> [Accessed 7 October 2020].

Um.es. 2021. [online] Available at: <<https://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>> [Accessed 11 June 2021].

9. ANEXOS

PROGRAMACIÓN BÁSICA DEL PLC

Tabla 3 PROCESO DE EXPLORACIÓN

Explorar estado de entrada	Leer el estado de entrada física y guardar los datos en la memoria interna.
Evaluar el programa de usuario	Evaluar el programa de usuario con datos almacenados en la memoria interna. La exploración de programa inicia de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha hasta llegar al final del programa.
Actualizar las salidas	Escribir los datos evaluados a las salidas físicas

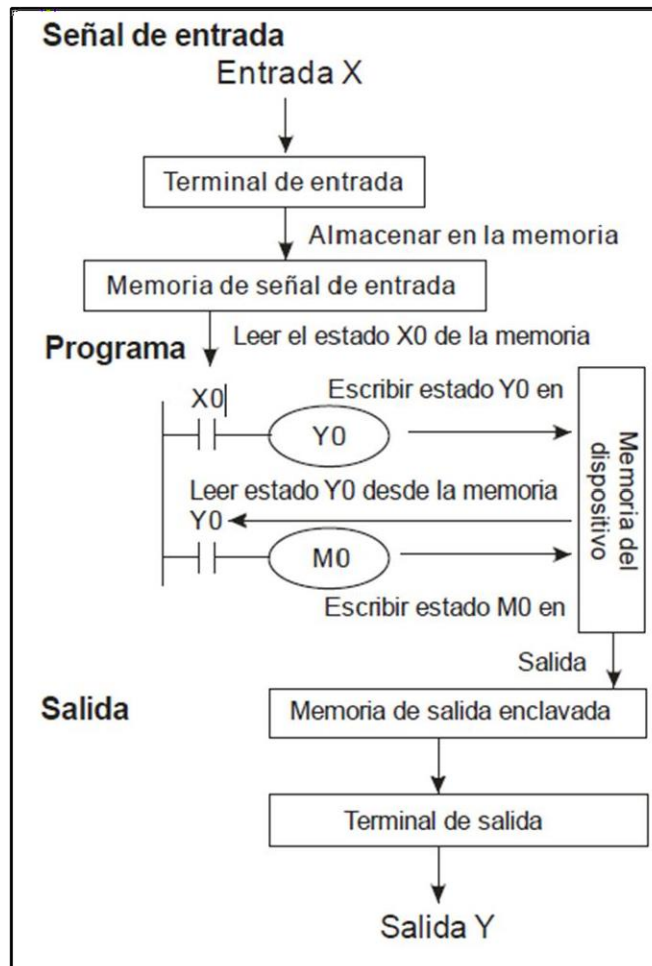
Fuente: <http://www.infoplc.net/descargas/19-delta/1074-manual-operacion-delta-dvp-es2-ex2-ss2-sx2-en-castellano>

Señal de entrada. El PLC lee el estado de ON/OFF (activado/desactivado) de cada entrada y almacena el estado en la memoria antes de evaluar el programa de usuario. Una vez que el estado de la entrada externa es almacenado en la memoria interna, cualquier cambio hecho a las entradas externas no se actualizará hasta el inicio del próximo ciclo de exploración.

Programa. El PLC ejecuta instrucciones en el programa de usuario de arriba a abajo y de izquierda a derecha y luego almacena los datos evaluados en la memoria interna. Parte de esta memoria está enclavada.

Salida. Cuando se llega al comando FIN la evaluación del programa está completa. La memoria de salida se transfiere a las salidas físicas externas.

Figura 34 DIAGRAMA DEL PROCESO DE EXPLORACIÓN



Fuente: <http://www.infoplc.net/descargas/19-delta/1074-manual-operacion-delta-dvp-es2-ex2-ss2-sx2-en-castellano>.

Tiempo de exploración. La duración del ciclo total de exploración (leer, evaluar, escribir) se llama “tiempo de exploración”. Con más entradas y salidas o un programa más largo, se extiende el tiempo de exploración.

Tabla 4 Ciclo de exploración

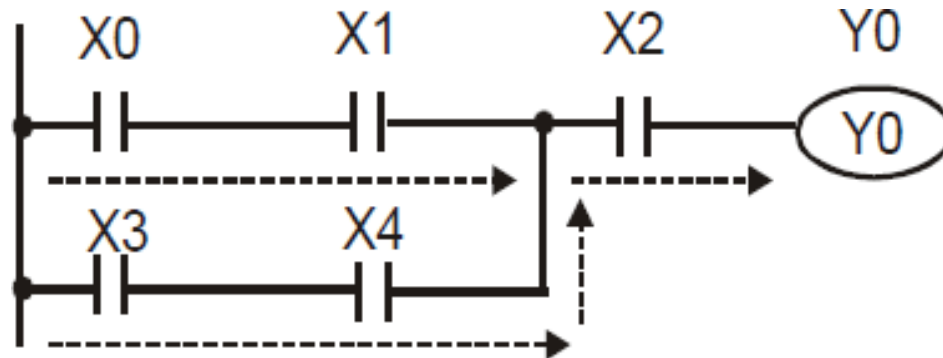
Leer tiempo de exploración	El PLC mide su propio tiempo de exploración y almacena el valor (0.1ms) en el registro D1010, tiempo mínimo de exploración en el registro D1011, y tiempo máximo de exploración en el registro D1012.
Medir tiempo de exploración	El tiempo de exploración también se puede medir al alternar una salida en cada exploración y luego midiendo ancho de pulso en la salida que se alterna.
Calcular el tiempo de exploración.	El tiempo de exploración se puede calcular al sumar el tiempo conocido requerido para cada instrucción en el programa de usuario. Para información de tiempo de exploración de una instrucción individual consulte Ch3 en este manual.

Fuente: <http://www.infopl.net/descargas/19-delta/1074-manual-operacion-delta-dvp-es2-ex2-ss2-sx2-en-castellano>

Excepción de tiempo de exploración. El PLC puede procesar ciertos artículos más rápido que el tiempo de exploración. Algunos de estos artículos interrumpen y detienen el tiempo de exploración para procesar el programa de subrutina de interrupción. Una REF de instrucción directa de actualización de entrada o salida permite al PLC acceso a entrada o salida inmediatamente durante la evaluación del programa de usuario en lugar de tener que esperar hasta el siguiente ciclo de exploración.

Flujo de corriente. La lógica de escalera sigue un principio de izquierda a derecha, la corriente fluye por los patrones iniciados de X0 o X3.

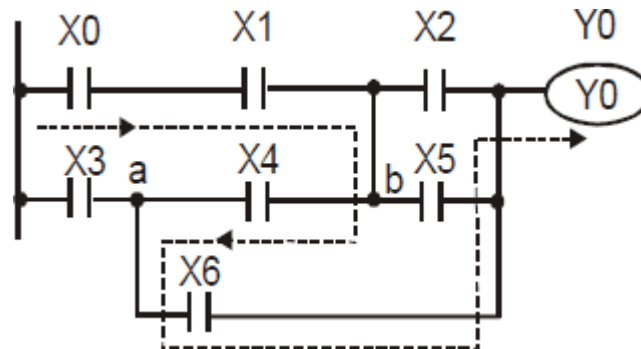
Figura 35 Lógica de escalera (Izquierda a Derecha)



Fuente: <http://www.infopl.net/descargas/19-delta/1074-manual-operacion-delta- dvp-es2-ex2-ss2-sx2-en-castellano>

Corriente inversa. Cuando la corriente fluye de derecha a izquierda, lo cual crea una lógica de corriente inversa, se detectará un error al compilar el programa. El ejemplo de abajo muestra el flujo de corriente inversa.

Figura 36 Lógica de inversa (Derecha a Izquierda)



Fuente: <http://www.infopl.net/descargas/19-delta/1074-manual-operacion-delta- dvp-es2-ex2-ss2-sx2-en-castellano>

Registros y Relés de PLC. Introducción a los dispositivos internos básicos en un PLC

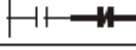
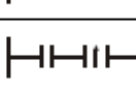
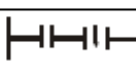
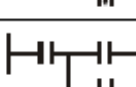
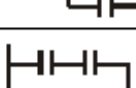
Tabla 5 Relés de PLC

X (Relé de entrada)	La memoria de bits representa los puntos de entrada físicos y recibe señales de entrada externa. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como X y enumerado en octal, por ejemplo X0~X7, X10~X17...X377
Y (Relé de salida)	La memoria de bits representa los puntos de salida físicos y guarda el estado para que sea actualizado para dispositivos de salida física. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como Y y enumerado en octal, por ejemplo Y0~Y7, Y10~Y17...Y377
M (Relé interno)	La memoria de bits indica el estado actual del PLC. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como M y numerado en decimales, por ejemplo M0, M1, M2...M4095
S (Relé de escalera)	La memoria de bits indica el estado del PLC en modo de Control de función secuencial (SFC). Si la instrucción STL se aplica en el programa, el punto escalonado S puede ser usado como relé interno M y también como un anunciador. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como S y numerado en decimales, por ejemplo S0, S1, S2...S1023
T (Relé) (Palabra) (Dpalabra)	Memoria de bits, palabra o doble palabra usada para temporización y tiene bobina, contacto y registro en ella. Cuando su bobina está ON y se alcanza el tiempo de activación, el contacto asociado se energizará. Cada temporizador tiene su resolución (unidad: 1ms/10ms/100ms). ■ Indicación del dispositivo: Indicado como T y numerado en decimales, por ejemplo T0, T1, T2...T255
C (Contador) (Relé) (Palabra) (Dpalabra)	Memoria de bits, palabra o doble palabra usada para contar y tiene bobina, contacto y registro en ella. El contador cuenta una vez (1 pulso) cuando la bobina pasa de OFF a ON. Cuando se alcanza el valor predeterminado del contador, el contacto asociado se energizará. Hay contadores de alta velocidad de 16 bits y 32 bits disponibles para los usuarios. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como C y numerado en decimales, por ejemplo C0, C1, C2...C255
D (Registro de datos) (Palabra)	La memoria de palabra almacena valores y parámetros para operaciones de datos. Cada registro puede almacenar una palabra (valor binario de 16 bits). Una doble palabra ocupará 2 registros de datos consecutivos. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como D y numerado en decimales, por ejemplo D0, D1, D2...D4999
E, F (Registro índice) (Palabra)	Memoria de palabra usada como modificador para indicar un dispositivo específico (palabra y doble palabra) por medio de la definición de un desplazamiento. Los registros índice que no se usan como modificadores se pueden usar como registros de uso general. ■ Indicación del dispositivo: Indicado como E0 ~ E7 y F0 ~ F7.

Fuente: <http://www.infoplc.net/descargas/19-delta/1074-manual-operacion-delta-dvp-es2-ex2-ss2-sx2-en-castellano>

Símbolos de Lógica de Escalera. La siguiente tabla muestra una lista de símbolos de WPLSoft, su descripción, comando y registros de memoria que pueden utilizar el símbolo.

Tabla 6 Simbología para programar PLC

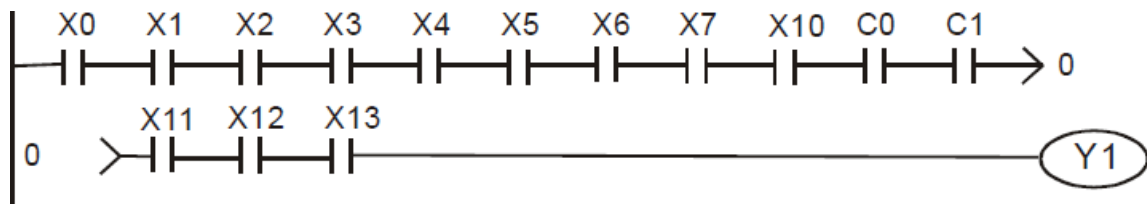
Estructura del diagrama de escalera	Explicación	Instrucción	Dispositivos disponibles
	Contacto NO (normalmente abierto) / contacto A	LD	X, Y, M, S, T, C
	Contacto NC (normalmente cerrado) / contacto B	LDI	X, Y, M, S, T, C
	Contacto NO en serie	AND	X, Y, M, S, T, C
	Contacto NC en serie	ANI	X, Y, M, S, T, C
	Contacto NO en paralelo	OR	X, Y, M, S, T, C
	Contacto NC en paralelo	ORI	X, Y, M, S, T, C
	Interruptor de disparo de flanco ascendente	LDP	X, Y, M, S, T, C
	Interruptor de disparo de flanco descendente	LDF	X, Y, M, S, T, C
	Disparador de flanco ascendente en serie	ANDP	X, Y, M, S, T, C
	Disparador de flanco descendente en serie	ANDF	X, Y, M, S, T, C
	Disparador de flanco ascendente en paralelo	ORP	X, Y, M, S, T, C
	Disparador de flanco descendente en paralelo	ORF	X, Y, M, S, T, C
	Bloque en serie	ANB	Ninguno
	Bloque en paralelo	ORB	Ninguno

Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE ESCALERA DE PLC

La edición del programa debe iniciar desde la línea bus del lado izquierdo hacia la línea bus del lado derecho, y de arriba hacia abajo. Sin embargo, la línea bus del lado derecho se omite cuando se está editando en WPLSoft. Una sola fila puede tener un máximo de 11 contactos en ella. Si hay más de 11 contactos conectados, se generará automáticamente un símbolo continuo “0” y el contacto 12 se colocará en el inicio de la siguiente fila. Los mismos puntos de entrada se pueden usar repetidamente. Ver la figura de abajo:

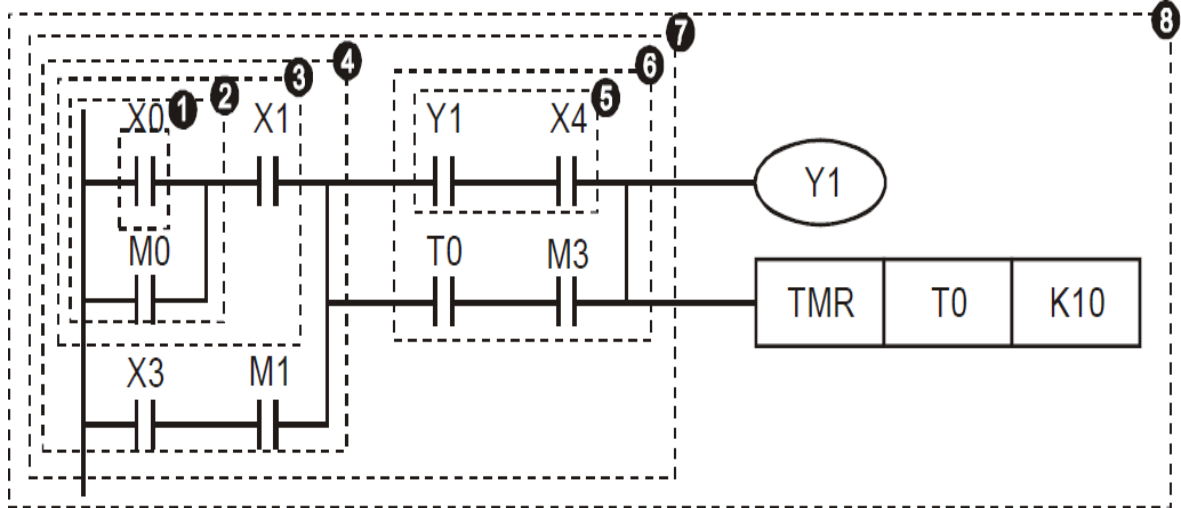
Figura 37 Edición del programa (Izquierda a Derecha y de Arriba hacia Abajo)



Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

Al momento de evaluar el programa de usuario, la exploración del PLC inicia de izquierda a derecha y procede a la siguiente fila hasta que el PLC llega a la instrucción FIN. Las bobinas de salida e instrucciones básicas / de aplicación pertenecen al proceso de salida y se colocan a la derecha del diagrama de escalera. El programa muestra de abajo explica el orden de ejecución de un diagrama de escalera. Los números en los círculos negros indica el orden de ejecución.

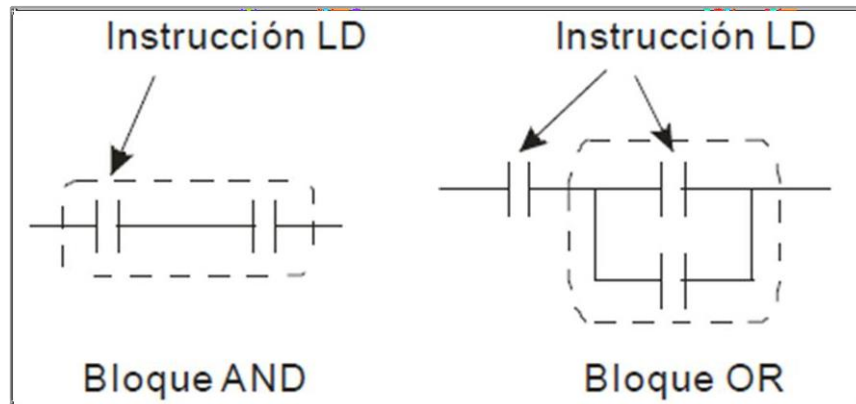
Figura 38 Orden de ejecución de un diagrama de escalera



Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

LD / LDI (Cargar contacto NO / Cargar contacto NC). LD o LDI inicia una fila o bloque

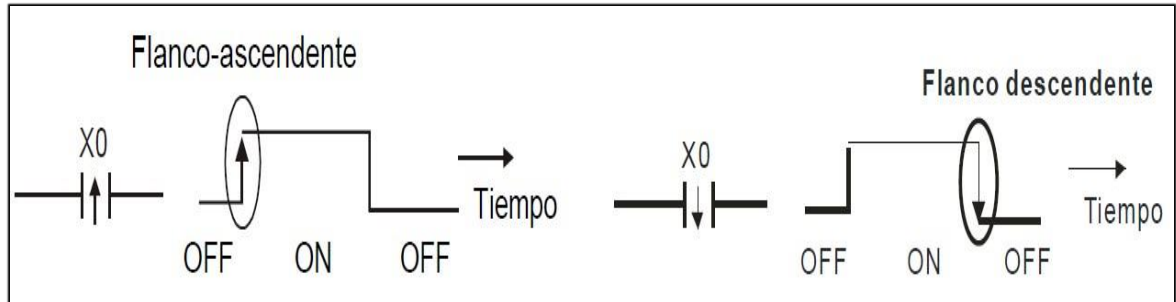
Figura 39 Instrucción



Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

LDP / LDF (Cargar disparador de flanco ascendente / Cargar disparador de flanco descendente). Similar a la instrucción LD, las instrucciones LDP y LDF solo actúan en el flanco ascendente o descendente cuando el contacto está en ON, como se indica en la figura de abajo.

Figura 40 Flancos

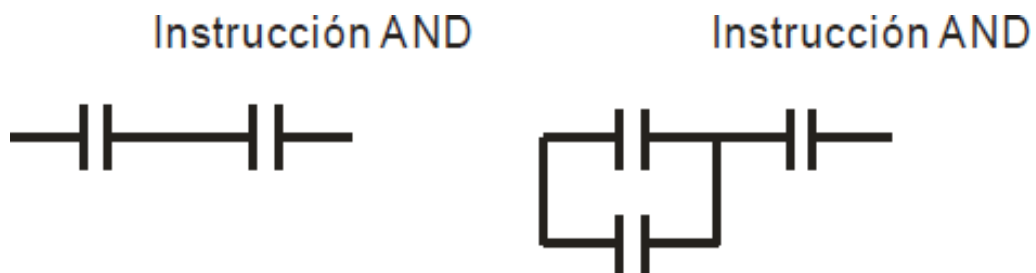


Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

AND / ANI (Conectar contacto NO en serie / Conectar contacto NC en serie).

La instrucción AND (ANI) conecta un contacto NO (NC) en serie con otro dispositivo o bloque.

Figura 41 Instrucciones AND/ANI

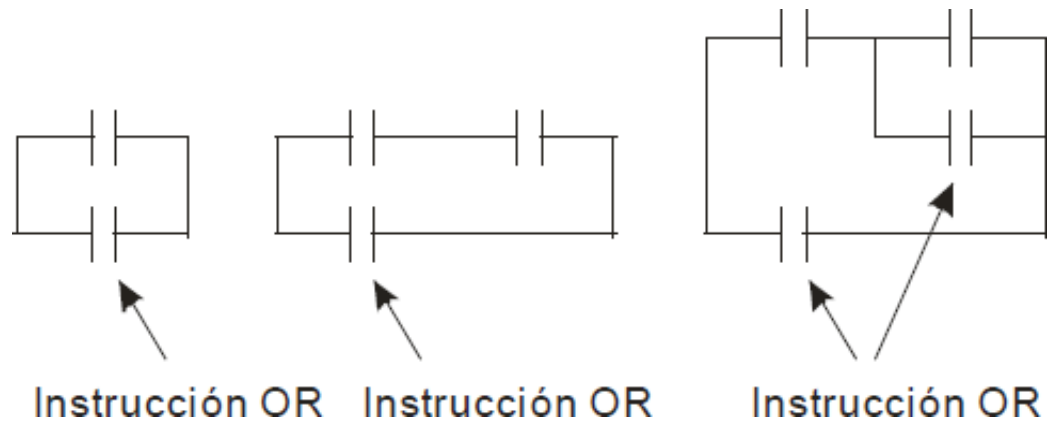


Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

ANDP / ANDF (Conectar flanco ascendente en serie / Conectar flanco descendente en serie). Similar a la instrucción AND, la instrucción ANDP (ANDF) conecta los disparadores de flanco ascendente (descendente) en serie con otro dispositivo o bloque.

OR / ORI (Conectar contacto NO en paralelo / Conectar contacto NC en paralelo). La instrucción OR (ORI) conecta un contacto NO (NC) en serie con otro dispositivo o bloque.

Figura 42 Instrucción OR/ORI

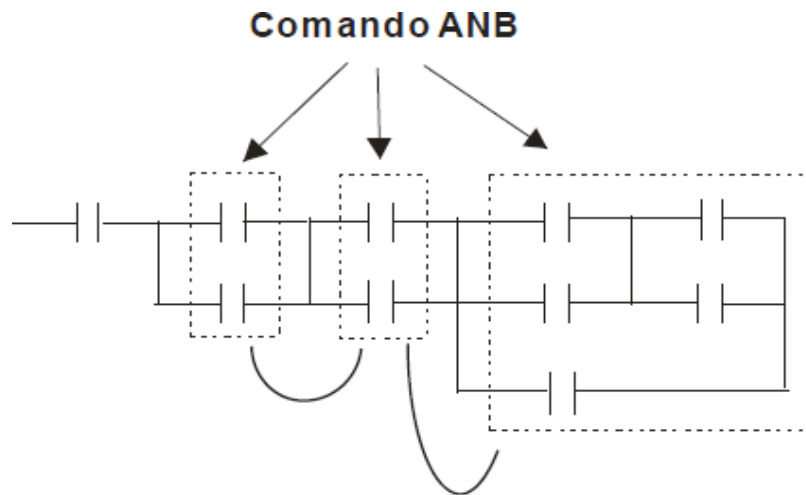


Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

ORP / ORF (Conectar flanco ascendente en paralelo / Conectar flanco descendente en paralelo). Similar a la instrucción OR, la instrucción ORP (ORF) conecta los disparadores de flanco ascendente (descendente) en paralelo con otro dispositivo o bloque.

ANB (Conectar bloque en serie). La instrucción ANB conecta un bloque en serie con otro bloque.

Figura 43 Conexión serie

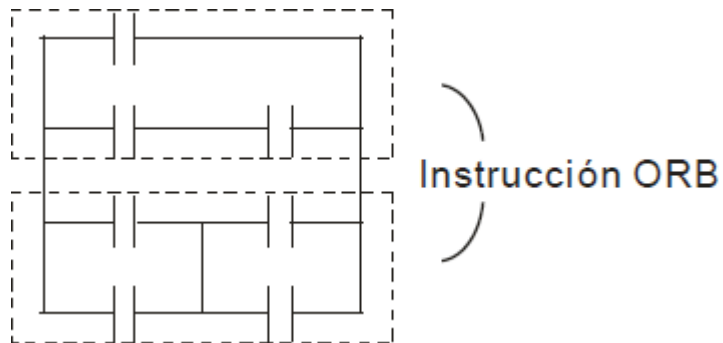


Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

ORB (Conectar bloque en paralelo).

La instrucción ORB conecta un bloque en paralelo con otro bloque.

Figura 44 Conexión paralelo



Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

MPS / MRD / MPP (Instrucciones de bifurcación). Estas instrucciones proporcionan un método para crear bifurcaciones multiplexadas en base al resultado actual almacenado por la instrucción MPS.

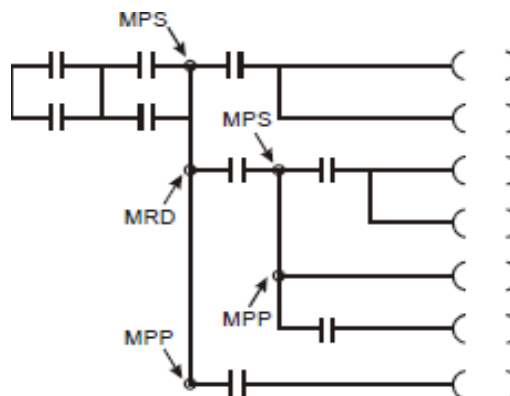
Tabla 7 Bifurcaciones

Instrucción de bifurcación	Símbolo de bifurcación	Descripción
MPS		Inicio de bifurcaciones. Almacena el resultado actual de de la evaluación del programa. Se puede aplicar un máximo de 8 pares MPS-MPP
MRD		Lee el resultado actual almacenado del MPS anterior
MPP		Fin de bifurcaciones. Emerge (lee y luego reinicializa) el resultado almacenado en el MPS anterior

Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

Al momento de compilar el diagrama de escalera con WPLSoft, se pueden agregar automáticamente MPS, MRD y MPP a los resultados compilados en el formato de instrucción. Sin embargo, a veces las instrucciones de bifurcación son ignoradas por WPLSoft si no son necesarias. Los usuarios que programan en formato de instrucción pueden ingresar instrucciones de bifurcación como sea requerido.

Figura 45 Puntos de conexión MPS, MRD y MPP



Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

El editor de diagrama de escalera en ISPSOft no es compatible con instrucciones MPS, MRD y MPP. Para obtener los mismos resultados como con las instrucciones de bifurcación, los usuarios deben conectar todas las bifurcaciones a la barra de conexión izquierda.

Figura 46 Diagrama ISPSOft

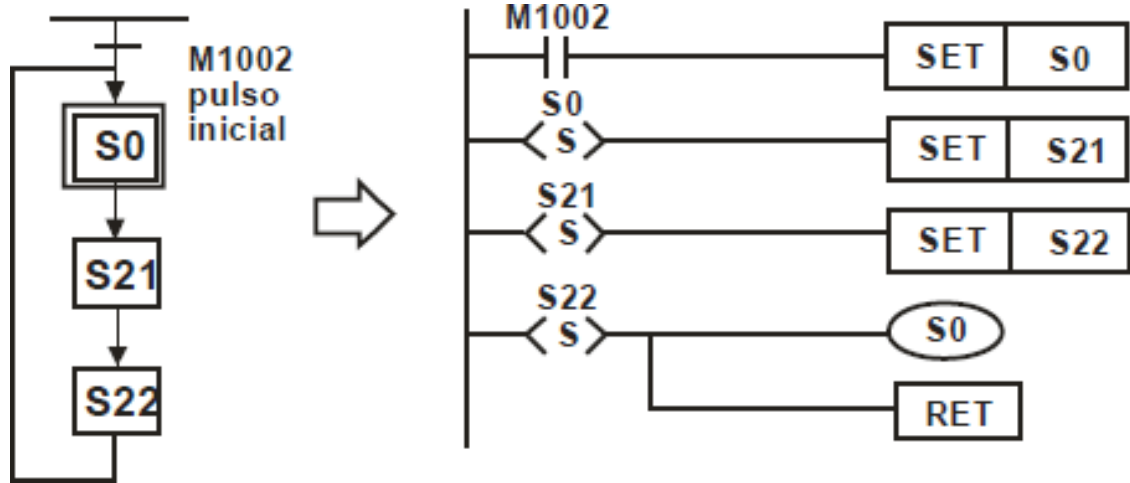


Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

STL (Programación de escalera).

La programación STL utiliza puntos escalonados, por ejemplo, S0 S21, S22, los cuales permiten a los usuarios programar de una manera más clara y comprensible como al dibujar un diagrama deflujo. El programa procederá al siguiente escalón únicamente cuando se completa el escalón anterior, por lo tanto, forma un proceso de control secuencial similar al modo SFC (Diagrama de Función Secuencial). La secuencia STL se puede convertir a diagrama de escalera de PLC llamado el “diagrama de escalera” como se indica abajo.

Figura 47 Programación escalera

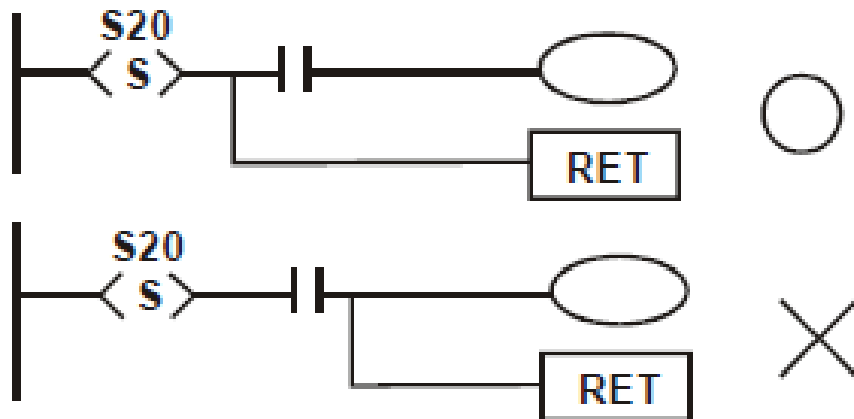


Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

RET (Regresar).

La instrucción RET debe colocarse al final del proceso de control secuencial para indicar la finalización del flujo STL.

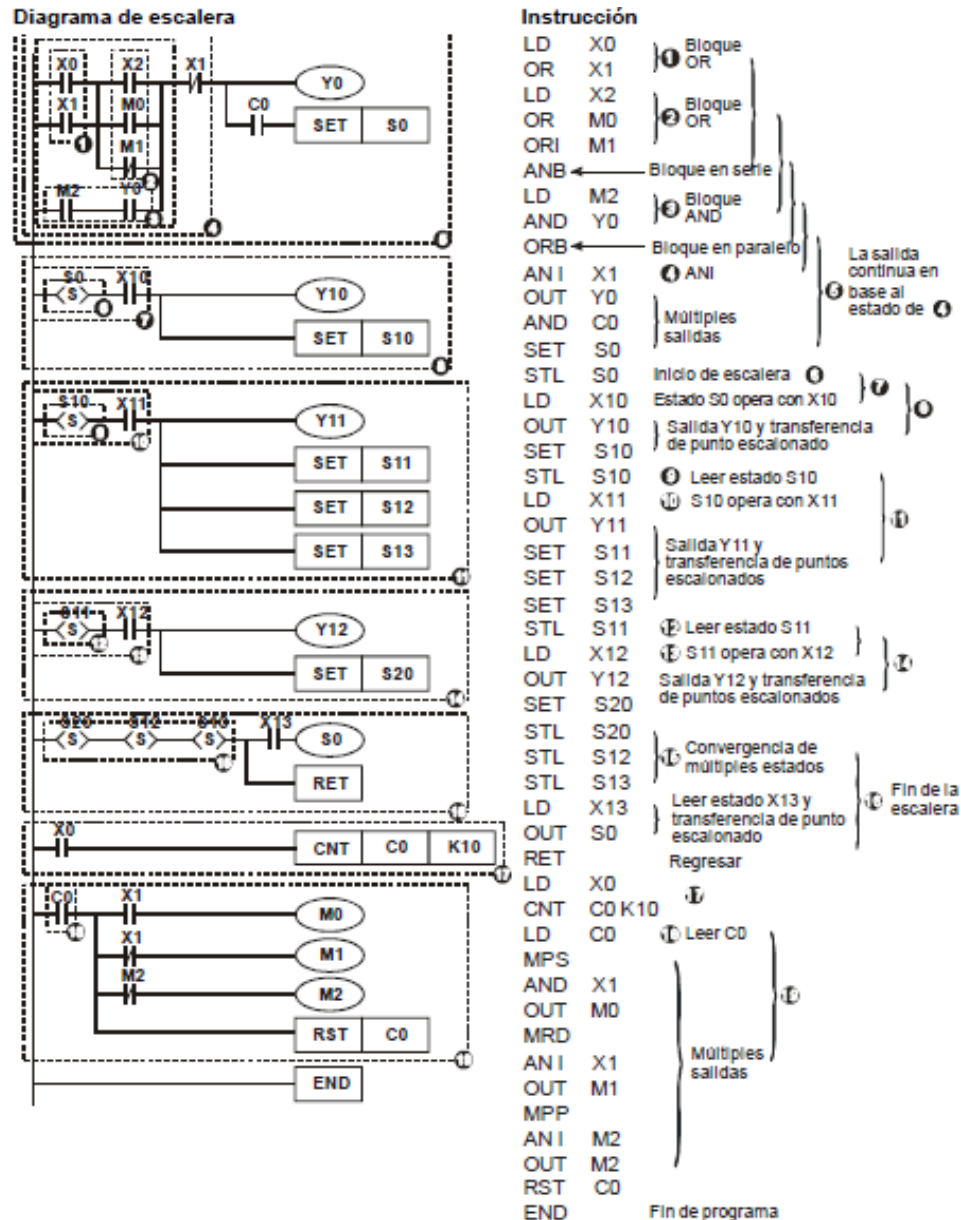
Figura 48 Instrucción RET



Fuente: http://www.delta.com.tw/product/em/control/plc/download/manual/DVP-ES2_EX2_SS2_SA2_SX2-Program_O_SP_20110630.pdf

Siempre conecte la instrucción RET inmediatamente después del último punto escalonado como se indica en el diagrama arriba mostrado o de lo contrario puede ocurrir un error del programa.

Figura 49 Conversión entre diagrama de escalera y modo de lista de Instrucciones



Fuente: <http://es.aliexpress.com/item/SS2-Series-DVP14SS211T-DELTA-PLC-New-In-Box/723251288.html>

turnitin 1 de 1: Andrés Felipe Caballero Rueda
Desarrollo de un sistema de control automático para la operación de electroválvulas y accionadores neumáticos utilizando un controlador lógico programable embebido cc

Similitud 0% Marcas de alerta

Informe estándar ⓘ
Informe en inglés no disponible [Más información](#)

0% Similitud estándar 7 Exclusiones → Filtros

No se encontraron coincidencias.

Este envío no coincidió con ningún contenido de nuestras bases de datos.

Las coincidencias potenciales pueden estar ocultas debido a la configuración, filtros y exclusiones del ejercicio. Ajuste la configuración para volver a incluir coincidencias en el reporte.

Página 1 de 81 10949 palabras 98%