



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO
PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE
MATERIALES.”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:
Br. Jesús Armando Recinos Miranda
Br. Marlon Leonel Méndez Méndez
Br. Sergio Edenilson Rivera Rivas

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR**

**DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR**

**ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL**

**ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025.



ASESOR

Ing. Luis Alberto Morales Hernández.

JURADO EVALUADOR

Ing. José Wilfredo Martínez López

Ing. Oscar Alberto Vásquez Guadrón

Ing. René Eduardo Cuéllar Figueroa

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES

A las ocho horas y treinta minutos del sábado once de octubre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por JESUS ARMANDO RECINOS MIRANDA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACION Y CLASIFICACION DE MATERIALES".

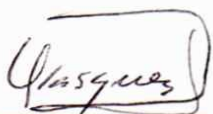
Se dio por aprobada, la parte escrita.

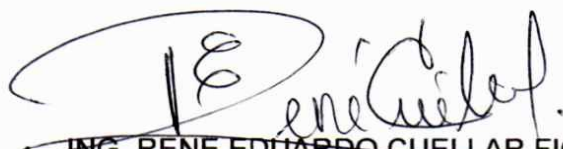
SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

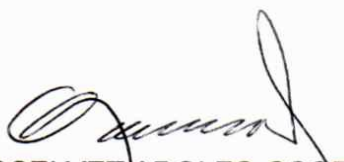
De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO UNO (7.1), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO ELECTRICISTA.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOSE WILFREDO MARTINEZ LOPEZ


ING. OSCAR ALBERTO VASQUEZ GUADRON


ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA


ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado once de octubre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por MARLON LEONEL MENDEZ MENDEZ en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACION Y CLASIFICACION DE MATERIALES”.

Se dio por aprobada, la parte escrita.

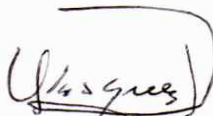
SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO UNO (7.1), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO ELECTRICISTA.

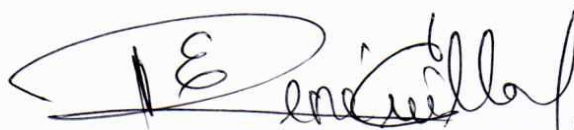
No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. JOSE WILFREDO MARTINEZ LOPEZ



ING. OSCAR ALBERTO VASQUEZ GUADRON



ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado once de octubre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por SERGIO EDENILSON RIVERA RIVAS en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACION Y CLASIFICACION DE MATERIALES”.

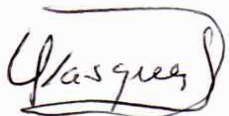
Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO UNO (7.1), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO ELECTRICISTA.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JOSE WILFREDO MARTINEZ LOPEZ


ING. OSCAR ALBERTO VASQUEZ GUADRON


ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA


ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



Dedicatoria

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por haberme dado la oportunidad de llegar hasta aquí. Gracias por brindarme la fuerza, la fortaleza y la sabiduría en cada etapa de mi vida. Sin Su guía y bendición, este logro no habría sido posible.

A mi madre, Yanira Miranda, quien ha sido mi pilar fundamental, siempre dándome su amor incondicional y su comprensión. Ella ha estado a mi lado, impulsándome constantemente a ser un mejor ser humano y apoyándome en cada paso de mi vida. Su presencia y dedicación han sido claves para alcanzar esta meta.

A mi hermana, Esperanza Margarita Recinos, quien ha sido mi compañera incansable. Su aliento diario y su presencia han sido una fuente de inspiración para seguir adelante, incluso en los momentos de duda. Su apoyo es invaluable.

A mis tías y tíos por su constante apoyo, por siempre estar presentes en los momentos más difíciles y en los más felices. Gracias por los ánimos, por la energía positiva y por recordarme siempre que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Amigos y compañeros de trabajo, quienes han formado parte esencial de este camino. Gracias por su amistad, quienes sin duda alguna forman gran parte de este logro.

Jesús Armando Recinos Miranda

Dedicatoria.

Principalmente a Dios por brindarme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida, dándome salud y protección en todo momento.

A mi familia, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental a lo largo de estos años.

A mi madre, Rosa Irma Méndez, quien ha sido un pilar en mi vida, ofreciéndome su amor y ayuda constante.

A mi padre, Edgar Maximiliano Méndez, un hombre trabajador quien me ha enseñado a ser una persona de bien, inculcándome valores y motivándome a seguir y esforzarme en todo momento.

A mis amigos, quienes, con su apoyo me han motivado a nunca rendirme.

Marlon Leonel Méndez Méndez.

Dedicatoria

Principalmente a Dios, por permitirme culminar esta meta y por darme la fuerza, fortaleza y sabiduría en cada etapa de mi vida.

A mi madre Ana Betty Rivas de Rivera que siempre me ha dado su amor comprensión para impulsarme a ser mejor ser humano y acompañarme en cada uno de mis logros.

A mi padre José Sergio Rivera Marroquín por siempre estar presente apoyar y enseñarme a nunca rendirme.

A mi esposa Blanca Guadalupe Barrientos Chicas y mi hijo Alejandro Edenilson Rivera Barrientos quienes son mi fuente de inspiración.

A mi hermana Veraly Adilene Rivera Rivas y su esposo Javier Alexander Murillo por acompañar y alentarme cada día.

Y finalmente, a mis amigos y compañeros de trabajo quienes sin duda alguna forman gran parte de este logro.

Sergio Edenilson Rivera Rivas

Índice

I.INTRODUCCIÓN.	16
CAPÍTULO I.	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
I. Planteamiento del problema.	19
1.1 Título descriptivo del estudio o investigación	19
1.2 Antecedentes y/o generalidades del problema.	19
1.3. Descripción del problema.....	20
1.4 Importancia de la investigación.....	21
1.5 Justificación.	21
1.6 Alcances del proyecto.	21
1.7 Limitantes del proyecto.	22
1.8 Delimitación del problema.....	22
II. Objetivos.....	23
1.9 Objetivo general.	23
1.10 Objetivos específicos.	24
III. Metodología de la investigación.....	24
1.11 Ubicación de la investigación.....	24
1.12. Método de la investigación.....	24
CAPITULO II.	26
INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN.	26
2.1 Historia de la automatización industrial.....	27
2.2 Concepto de automatización.	28
2.2.1Concepto de PLC (Control Lógico Programable).....	29
2.3. Evolución de los PLC.....	30
2.3.1 Tipos de PLC (Control Lógico Programable).	33
2.4 Sistema de control en automatización.....	33
2.4.1 Sistemas de control a lazo abierto y cerrado.....	34
2.4.2 Sistema con retroalimentación	42
2.4.3 Lógica cableada vs programable.	43
2.4.4. Diagrama de bloques.....	45
2.4.5. Diagrama de flujo de señal en control automático.	47
2.4.6 Ecuación de transferencia	49

2.5 Introducción al álgebra Booleana	50
2.6. Compuertas lógicas.....	50
2.6.1 Compuerta lógica AND.	51
2.6.2 Compuerta lógica OR.	51
2.6.3 Compuerta lógica NOT.	52
2.6.4 Compuerta lógica NAND.....	53
2.6.5. Compuerta lógica NOR.	53
2.6.6 Compuerta lógica XOR.	54
2.6.7. Compuerta lógica XNOR.	55
2.6.8 Operaciones básicas en álgebra booleana.	56
2.7. Método Grafcet (SFC).....	57
2.8 Tipo de lenguaje de programación.	62
2.8.1 Lenguaje de texto	62
2.8.1.2 Texto estructurado (ST).	65
2.8.2 Lenguaje gráfico.	66
2.8.2.1 Lenguaje Ladder KOP.....	67
2.8.2.2 Lenguaje de diagrama de bloques SFD	68
2.9 Concepto de interfaz hombre máquina	70
2.10. Simbología eléctrica.	71
2.11 Ejemplos de procesos de automatización en la industria.....	75
2.12 Simbología neumática.	80
CAPITULO III.	82
DISPOSITIVOS.	82
3.1. Sensores.	83
3.1.1. Sensores inductivos	83
3.1.2. Sensores capacitivos.....	86
3.1.3 Sensores fotoeléctricos.	88
3.1.4 Sensores magnéticos.	90
3.2 Sistemas neumáticos.	92
3.3 Componentes neumáticos.	93
3.3.1. Compresor.....	95
3.3.2. Tipos de compresor.	95
3.3.3. Unidad de mantenimiento.	96

3.3.4 Válvulas y Electroválvulas.....	98
3.3.5. Tipos de pistones neumáticos.....	101
3.4 Bandas Transportadoras.....	105
3.5. Fajas y Poleas.....	107
3.5.1Transmisión por correas.....	107
3.5.2 Polea.....	109
CAPITULO IV.....	110
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MÓDULO.....	110
4.1. Descripción del proceso del módulo.....	111
4.2. Características de los componentes del módulo.....	113
4.3. Lógica cableada del módulo.....	114
4.4. Diagrama neumático del módulo.....	132
4.5. Comunicación y programación.....	134
4.5.1 Comunicación ethernet.....	134
4.5.2 Cable RJ45.....	134
4.5.3 Programas utilizados en nuestro trabajo de graduación.....	134
4.6 Conexiones de PLC delta y sus módulos.....	136
4.6.1Diagrama de bloques de módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales .	139
4.6.2Diagrama de flujo de señales .	140
4.6.3Función de transferencia.....	140
4.7 Proceso de construcción de módulo.....	141
4.7.1 Esquema 3D de módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.	141
4.7.2Lista de componentes de módulo.....	142
4.7.3 Selección de materiales para módulo.....	143
4.7.4. Construcción de módulo.....	143
4.7.5 Montaje de componentes eléctricos.....	145
4.7.6 Conexión de componentes.....	146
Conclusiones.....	150
Recomendaciones.....	151
GLOSARIO.....	152
BIBLIOGRAFÍA	158
ANEXO.....	159

PRACTICA N° 1.....	160
PRACTICA N° 2.....	180
PRACTICA N°3	194
PRACTICA N° 4.....	212
Manual de usuario.....	224

índice de figuras

<i>Figura 1. Mapa de ubicación de la Universidad Técnica Latinoamericana.</i>	23
<i>Figura 2. Ubicación de la investigación.</i>	24
<i>Figura 3. Concepto de PLC (Control Lógico Programable).</i>	30
<i>Figura 4. Comparación entre PLC compacto y PLC modular.</i>	33
<i>Figura 5. Sistema de control de temperatura a lazo abierto.</i>	35
<i>Figura 6. Sistema de control a lazo abierto.</i>	36
<i>Figura 7. Sistema de control a lazo cerrado.</i>	37
<i>Figura 8. Sistema con retroalimentación.</i>	42
<i>Figura 9. Diagrama de bloques de un sistema de lazo cerrado.</i>	46
<i>Figura 10. Diagrama de bloques bifurcaciones y nudos.</i>	47
<i>Figura 11. Diagrama de flujo de señal en control automático.</i>	48
<i>Figura 12. Ecuación de transferencia</i>	49
<i>Figura 13. Principio del GRAFCET.</i>	57
<i>Figura 14. GRAFCET de secuencia lineal.</i>	60
<i>Figura 15. GRAFCET con direccionamiento.</i>	61
<i>Figura 16. GRAFCET con secuencia simultánea.</i>	62
<i>Figura 17. Combinación de operaciones básicas de programación con STL.</i>	65
<i>Figura 18. Uso de compuerta lógica AND.</i>	69
<i>Figura 19. Diagrama SFD mediante compuertas básicas.</i>	69
<i>Figura 20. HMI Delta DOP-107WV.</i>	70
<i>Figura 21. Esquema de sistema de automatización.</i>	75
<i>Figura 22. Entrada I 0.0 activado la salida Q 0.0.</i>	77
<i>Figura 23. Programación escalera correcta.</i>	78
<i>Figura 24. Programación de escalera incorrecto.</i>	78
<i>Figura 25. Programación escalera con entradas y salidas.</i>	79
<i>Figura 26. Programación escalera protección térmica.</i>	79
<i>Figura 27. Programación escalera salida Q 0.0 active Q0.1</i>	80
<i>Figura 28. Esquema en bloques de un sensor inductivo.</i>	84
<i>Figura 29. Onda en las diferentes etapas de sensor inductivo.</i>	85
<i>Figura 30. Simbología de sensor inductivo.</i>	85
<i>Figura 31. Comportamiento del campo eléctrico de un sensor capacitivo según el material detectado.</i>	87
<i>Figura 32. Símbolo de sensor capacitivo.</i>	87
<i>Figura 33. Principio de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico por barrera.</i>	89
<i>Figura 34. Principio de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico réflex.</i>	89
<i>Figura 35. Principio de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico auto réflex.</i>	90
<i>Figura 36. Detector de proximidad acoplado a pistón neumático.</i>	91
<i>Figura 37. Símbolo de sensor magnético.</i>	91

<i>Figura 38. División de los compresores.</i>	95
<i>Figura 39. Filtro de aire.</i>	96
<i>Figura 40. Regulador de presión de aire.</i>	97
<i>Figura 41. Lubricador.</i>	98
<i>Figura 42. Electroválvulas monoestable y biestable.</i>	100
<i>Figura 43. Tipos de actuadores lineales.</i>	102
<i>Figura 44. Cilindro de simple efecto.</i>	103
<i>Figura 45. Pistón de doble efecto, simbología y partes.</i>	104

índice de ecuaciones

Ecuación 1. Control Proporcional + integral (PI).	39
Ecuación 2. Control Proporcional + Derivativo (PD).	40
Ecuación 3. Control Proporcional + Integral + Derivativo (PID).	41
Ecuación 5. Capacitancia de un sensor magnético	86

índice de Tablas

Tabla 1 Fechas importantes en la evolución del PLC.	32
Tabla 2 Características de la compuerta lógica AND.	51
Tabla 3 Características de la compuerta lógica OR.	52
Tabla 4 Características de la compuerta lógica NOT.	52
Tabla 5 Características de la compuerta NAND.	53
Tabla 6 Características de la compuerta Lógica NOR.	54
Tabla 7 Características de la compuerta lógica XOR.	55
Tabla 8 Características de la compuerta lógica XNOR.	55
Tabla 9 Simbología GRAFCET.	59
Tabla 10. Instrucciones básicas para programación en lenguaje STL-AWL.	63
Tabla 11 Simbología de lenguaje KOP.	68
Tabla 12 Simbología eléctrica.	71
Tabla 13 Tabla de clase.	73
Tabla 14 Entradas y salidas.	76
Tabla 15 Propiedades y ventajas de la neumática.	80
Tabla 16 Simbología neumática	81
Tabla 17 Tipos de poleas.	109
Tabla 18 Componentes del equipo.	113
Tabla 19 Conexiones de PLC y sus módulos.	136
Tabla 20 Diseño de módulo.	141
Tabla 21 Lista de componentes	142
Tabla 22 Construcción de módulo	143
Tabla 23 Montaje de componentes eléctricos.	145

Tabla 24 Limpieza de módulo	147
Tabla 25 Montaje de componentes	147

I.INTRODUCCIÓN.

En El Salvador, la educación en automatización industrial es muy deficiente en cuanto a la integración de teoría y práctica, lo que impide que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para programar y operar procesos automatizados. Esta rama debe ser mejorada para los estudiantes de ingeniería eléctrica. Ya que el país está experimentando un auge en la automatización industrial, lo cual demanda profesionales altamente capacitados para mantener y optimizar los sistemas de producción. Los estudiantes carecen de métodos analíticos para leer diagramas eléctricos de control para aplicar este conocimiento de manera práctica, lo cual es esencial para solucionar fallas en sistemas eléctricos.

La formación académica en la Universidad Técnica Latinoamericana cuenta con materias en su pensum, pero los recursos son limitados para el desarrollo de prácticas de laboratorio enfocado en la automatización industrial, en la actualidad el mundo industrial tiene un desarrollo en tecnología avanzadas en el cual han cambiado la forma de diseñar y gestionar procesos industriales como por ejemplo la automatización de una banda clasificadora de materiales. Actualmente se ha cambiado la manera en que se gestionan y optimizan los procesos de producción, aportando mayor eficiencia, rentabilidad y seguridad. Sin embargo, la enseñanza de estos sistemas complejos aún enfrenta desafíos significativos en el ámbito académico en nuestro país.

Para abordar esta brecha educativa, se propone el diseño y construcción de un módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales para los estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica Latinoamericana. Este módulo permitirá a los estudiantes desarrollar competencias prácticas en el uso de PLC, HMI, sensores y actuadores neumáticos, simulando condiciones reales de la industria y facilitando un aprendizaje interactivo y aplicado.

El enfoque principal es proporcionar una experiencia educativa integral que combine teoría y práctica, preparando a los estudiantes para los desafíos de la automatización en la industria.

La creación de un módulo de automatización responde a la necesidad urgente de proporcionar a los estudiantes una experiencia práctica en el diseño y programación de sistemas automatizados. Este proyecto busca fortalecer sus habilidades en el uso de PLC, sensores y actuadores, brindando una plataforma educativa que simula situaciones reales de la industria.

Este módulo facilitará el aprendizaje interactivo, promoviendo un enfoque práctico y aplicado en la formación de los estudiantes de ingeniería eléctrica. Con la creación de este proyecto se pretende mejorar las prácticas impartidas por el catedrático en el laboratorio del área eléctrica, promoviendo un aprendizaje efectivo.

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

I. Planteamiento del problema.

1.1 Título descriptivo del estudio o investigación.

El tema proyecto de graduación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES”.

1.2 Antecedentes y/o generalidades del problema.

A mediados de los 60's la empresa General Motor, preocupada por los costos elevados que implicaban los sistemas de control a base de relés (lógica cableada) debido a tiempos de parada por averías y a su poca flexibilidad para adaptarse a las necesidades de producción de nuevos modelos, estaba trabajando con la empresa Digital Corporation C para obtener un sistema de control que respondiera a los siguientes requerimientos:

- Debía emplear electrónica estática adaptación al medio industrial, es decir, a las condiciones ambientales del taller de producción.
- Debían ser programables en un lenguaje accesible al personal de operación y de mantenimiento de la planta.
- De fácil mantenimiento.
- Debían ser reutilizables.

"Según R.E. Moreley, considerado el "padre de los Autómatas Programables, fue una casualidad que ellos, la firma Bedford Associates Inc., desarrollaran un producto que respondía a las especificaciones anteriores, ya que no habían tenido contacto con G.M. que posteriormente sería su primer cliente. De hecho, la colaboración entre G.M. y Digital dio lugar a un equipo denominado PDP-14 que en definitiva resultó un sistema programado (memoria cableada); el programa se desarrollaba en un ordenador que proporcionaba el esquema de cableado con que se construía la memoria.

El primer Autómata trabajaba con una memoria de ferritas, por tanto, fácilmente reprogramable, y superaba las exigencias de G.M, no tardó en extenderse su empleo a otras industrias. El Autómata nació como sustituto de los armarios de relés y se mostró particularmente adaptado al control en las cadenas de montaje, es decir, en los procesos secuenciales. Para facilitar su programación y mantenimiento por parte del personal de planta, el lenguaje empleado era el de las ecuaciones de Boole y posteriormente el esquema de contactos. Las características mencionadas se resumen en la siguiente definición:

El Autómata Programable Industrial es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales.

No obstante, la anterior definición ha quedado hoy superado por la evolución del producto, paralela al desarrollo de los microprocesadores, extendiéndose sus aplicaciones al campo del control de procesos que requieren operaciones de regulación, cálculo, manipulación y transmisión de datos.

1.3. Descripción del problema.

Actualmente la educación superior carece de laboratorios especializados en automatización donde se pueda visualizar y practicar procesos aplicados dentro de la industria que preparen con el conocimiento necesario al estudiante para los entornos y dificultades de las maquinas industriales.

El estudiante por la falta de practica carece de un método analítico para poder desarrollar lógica cableada con diagramas y poder dar soluciones a posibles fallas que se presenta en el sistema eléctrico.

La educación especializada en el campo de la automatización, aunque cuente con enseñanza teórica se necesita de equipos con los cuales el estudiante pueda programar procesos de producción. Nuestro país está experimentando un auge en la automatización industrial, esto supone mayor demanda de personal capacitado en la industria con lo cual es necesario de personal especializado para mantener en óptimas condiciones sus procesos.

1.4 Importancia de la investigación.

La investigación en la automatización industrial es un pilar importante para mejorar la eficiencia y productividad, reducir costos operativos, garantizar calidad en los productos según la demanda, y mejorar la seguridad laboral. Además, permite a las empresas adaptarse con facilidad a los cambios del mercado, impulsando la innovación tecnológica, promoviendo la sostenibilidad mediante la optimización de recursos, y facilitando el análisis de datos en tiempo real para mejorar procesos y tomar decisiones en tiempo real, es aquí la importancia de nuestra investigación con la implementación de un módulo didáctico para la automatización donde se busca que los estudiantes de ingeniería eléctrica fortalezcan los conocimientos de automatización adquiridos durante la formación académica en materias como ingeniería de sistema de control, electrónica industrial entre otras, fortaleciendo con guías de laboratorio que se imparten en la Universidad Técnica Latinoamericana.

1.5 Justificación.

La creación de un módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales responde a la necesidad de desarrollar prácticas para los estudiantes de ingeniería eléctrica y dar una experiencia en el diseño y programación de sistemas automatizados. Este proyecto busca fortalecer sus habilidades en el uso de PLC, sensores y actuadores, brindando una plataforma educativa que simula situaciones reales de la industria. Este módulo facilitará el aprendizaje interactivo, promoviendo un enfoque práctico y aplicado en la formación de futuros ingenieros electricistas. Con la creación de este proyecto se pretende facilitar las prácticas impartidas por el catedrático en el laboratorio del área eléctrica.

1.6 Alcances del proyecto.

Esta investigación aborda la necesidad de proporcionar experiencia práctica a través de un módulo en el diseño y programación de sistemas de automatización utilizando PLC, HMI, sensores y actuadores. A través de este equipo educativo, nuestro objetivo es simular condiciones industriales reales

y promover el aprendizaje interactivo y práctico para mejorar las habilidades de los futuros ingenieros. Además, se promoverán las prácticas de laboratorio mejorando la calidad de la educación académica.

Siendo los alcances del proyecto:

- Manejo de PLC y HMI.
- Lectura e interpretación de señales digitales provenientes de sensores ya instalados.
- Análisis y verificación del funcionamiento de actuadores neumáticos.

1.7 Limitantes del proyecto.

El proyecto no podrá simular otros procesos de la industria que no sea un sistema de selección de materiales ya establecidos como: materiales ferrosos, nylon y materiales con contraste ya seleccionado.

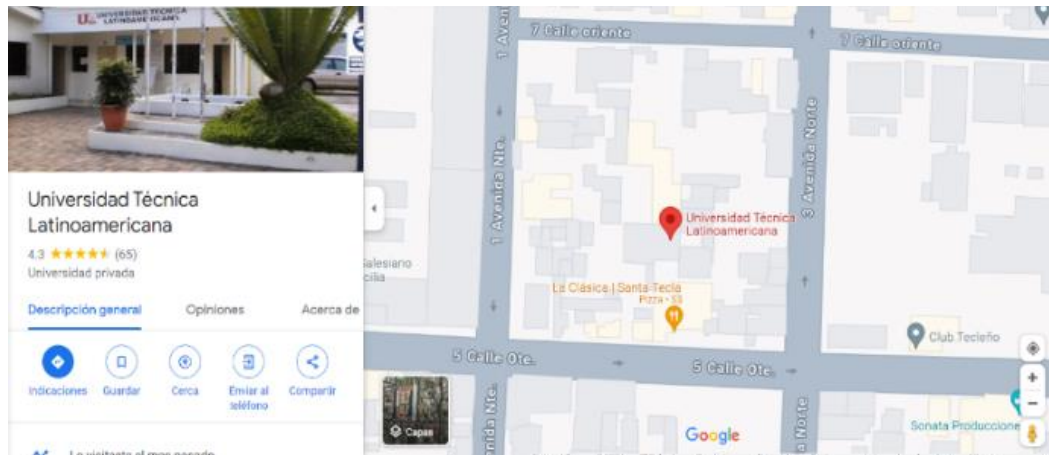
- El PLC y HMI llevara una programación precargada para el funcionamiento del proceso.
- La lógica cableada ya estará establecida en el proyecto por lo tanto el estudiante no podrá modificar el circuito eléctrico ya establecido, el estudiante solo podrá estudiar la lógica cableada.
- Los diagramas neumáticos serán básicos.
- Los sensores ya tendrán un orden definido dentro del proceso por lo que no se podrá modificar su posición.

1.8 Delimitación del problema.

Delimitación Espacial: el desarrollo del proyecto se realizará en las instalaciones de la Universidad Técnica Latinoamericana en el departamento de La Libertad , distrito de Santa Tecla, El Salvador.

Figura 1.

Mapa de ubicación de la Universidad Técnica Latinoamericana.



Delimitación Temporal: El proyecto será ejecutado desde 13 de mayo del 2024 al 13 de enero del 2025.

Delimitación del Universo: La facultad para el cual se desarrollará el equipo será para los estudiantes de ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana.

Delimitación del Contenido: Se tomará en cuenta la información teórica de PLC y HMI, sensores y actuadores.

II. Objetivos.

1.9 Objetivo general.

Diseñar e implementar un módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales, utilizando un PLC, HMI, sensores y actuadores neumáticos, para proporcionar a los estudiantes una experiencia práctica e integral en la programación de procesos industriales impartidas en laboratorio de la facultad de ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana.

1.10 Objetivos específicos.

- Fabricar un módulo que integre PLC, HMI, sensores y actuadores para la automatización y clasificación de materiales, simulando situaciones reales de la industria.
- Desarrollar habilidades críticas en diseño, programación y control de sistemas automatizados, fomentando el pensamiento analítico.
- Elaborar un folleto educativo que explique detalladamente las guías de automatización de un proceso clasificador de materiales, con el fin de facilitar a los estudiantes una herramienta práctica y accesible.

III. Metodología de la investigación.

1.11 Ubicación de la investigación.

El proyecto que se presentará se llevará a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica Latinoamericana, ubicada en el distrito de Santa Tecla, en el departamento de La Libertad , El Salvador.

Figura 2.

Ubicación de la investigación.



1.12. Método de la investigación.

Para este proyecto, se emplearán diferentes métodos y técnicas de investigación. Utilizaremos tanto la investigación por observación como la revisión documental. En la primera etapa, analizaremos la

secuencia del proceso de manera esquemática e idónea para desarrollar un programa que cumpla con las necesidades planteadas. Esto implicará observar y registrar cuidadosamente el diseño, así como identificar áreas de mejora y oportunidades para optimizar el proceso.

Además, realizaremos una revisión exhaustiva de la documentación sobre las características de los distintos componentes del módulo didáctico, incluyendo PLC, HMI, sensores y actuadores. Esta revisión nos permitirá comprender mejor las especificaciones técnicas y las capacidades de cada componente, asegurando la selección de los elementos más adecuados para nuestro diseño. A medida que avancemos, integraremos los datos obtenidos, con la información documental para crear un diseño funcional del módulo didáctico.

CAPITULO II.

INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN.

2.1 Historia de la automatización industrial.

Antigüedad y Edad Media: La humanidad desde sus inicios busco facilitar el trabajo físico desde la invención de la rueda. Los griegos y romanos utilizaron sistemas de poleas y engranajes, y durante la Edad Media, se desarrollaron molinos de agua y viento.

Revolución Industrial: La revolución industrial en el siglo XVII hizo que la automatización tomara un gran impulso. La introducción de la mecanización de la producción textil y la introducción de la máquina de vapor transformaron las industrias y las prácticas laborales y con ello aumentaron la producción.

Siglo XX: Henry Ford popularizo la línea de ensamblaje esto hizo que la automatización llegara a nuevos niveles, la invención de los relés electromecánicos y los circuitos integrados permitió el desarrollo de sistemas de control automáticos más complejo.

Era de la Informática: Con la llegada de los ordenadores en el siglo XX, la automatización se expandió. A campos fuera de la industria de la manufactura incursionando en sectores como la banca, la aviación, la medicina.

Actualidad: Desde principio del siglo XXI el desarrollo de la inteligencia artificial y la robótica están llevando la automatización a niveles sin precedentes, con sistemas que se adaptan, aprenden, y son capaces de desarrollar nuevas tareas, abriendo con ello muchas posibilidades en casi todos los campos.

2.2 Concepto de automatización.

Es un área de la ingeniería que permiten utilizar las maquinas, equipos y sistemas para realizar operaciones de los procesos con o sin la presencia de un ser humano.

La automatización en un inicio se limitó bastante tiempo exclusivamente al campo de la tecnología cableada y en sistemas eléctricos. Conforme el tiempo avanzó los componentes electrónicos tomaron mayor auge esto abrió nuevos campos de aplicación tales como el neumático, el hidráulico. Y el uso de la automatización cableada se fue reduciendo por los inconvenientes que este presentaba tales como su poca flexibilidad, la cantidad de espacio que ocupaba ,entre otros.

Con la automatización se pretende lograr los siguientes objetivos:

- Eliminar las tareas que pueden resultar peligrosas, indeseables o repetitivas.
- Aumentar la producción.
- Obtener una mejora en el rendimiento y en la calidad.
- Mejorar los procesos de fabricación para producir con la misma calidad y reducir el consumo de materia prima.
- Lograr estandarizar la producción misma cantidad de producto, misma altura, misma cantidad de ingredientes etc.
- El sistema es modificable esto quiere decir que se puede realizar cambios sin la necesidad de cambiar el cableado dentro de los paneles de control.
- Reducir los tiempos de parada entre operaciones dentro del proceso.

2.2.1 Concepto de PLC (Control Lógico Programable).

Un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés) se define como un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo, y aritméticas, para el control de maquinaria y procesos. Este tipo de procesadores se denomina lógicos y de conmutación los dispositivos de entrada como por ejemplo (un interruptor y los dispositivos de salida de un motor que están bajo control, se conectan al PLC; de esta manera el controlador monitorea las entradas y salidas, de acuerdo con el programa diseñado para el PLC y que esta conserva en la memoria y de esta manera se controlan máquinas y procesos. En un principio el propósito de estos controladores fue sustituir la conexión física de relevadores de los sistemas de control lógicos y de sincronización.

Los PLC's tiene la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrear las conexiones de entrada y de salida; basta con que el operador digite en un teclado de las instrucciones correspondientes.

Lo anterior permite tener un sistema flexible mediante el cual es posible controlar sistemas muy diversos entre sí, tanto en tipo como en complejidad .

Si bien los PLC's son similares a las computadoras (pc), tienen características específicas que permiten su empleo como controladores, estas son:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperatura, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y salidas están dentro del controlador.
- Es muy fácil programarlos, así como entender el lenguaje de programación. La programación básicamente consiste en operaciones de lógica y conmutación.

Figura 3.
Concepto de PLC (Control Lógico Programable).



Controlador: se llama así a un circuito electrónico capaz de mejorar información y realizar funciones específicas mediante sus entradas y salidas físicas.

Lógico: es lo que se genera de manera coherente y acorde a las acciones anteriores.

Programable: Se le pueden “implantar” instrucciones (reglas) que luego se ejecutaran exactamente como fueron establecidas.

Al unir estos tres conceptos se puede decir “**El PLC**” es un dispositivo electrónico que procesa instrucciones, produce señales y las envía a través de sus salidas, todo ello programable con instrucciones específicas.

Nota: Elaboración propia basado en capacitación de programación básica.

2.3. Evolución de los PLC.

En sus comienzos, los controladores se limitaban a realizar procesos secuenciales repetitivos y se programaban exclusivamente con lista de instrucciones usando equipos de programación pesados y voluminosos. A partir de la aparición del microprocesador, los equipos eran capaces de manejar mayor cantidad de datos y realizar operaciones aritméticas sencillas. A medida que estas operaciones fueron más complejas, los controladores pudieron tomar los datos del campo en forma numérica, resolver ecuaciones y generar señales correctivas al proceso.

Por otra parte, la comunicación cada vez más sencilla con computadoras permitió utilizarlas para la programación y almacenar los proyectos en archivos para facilitar la reprogramación.

El desarrollo de memorias con cada vez más capacidad de almacenamiento en menor espacio hizo que los controladores disminuyeran su tamaño (reducción de espacio en tableros) esto

permitió guardar programas mucho más grande y complejos. Junto con la evolución de las comunicaciones se creó una gran variedad de paneles de operación e indicación. El objetivo de estos equipos es brindarle al usuario de la maquina o del proceso una interfaz de operación gráfica y sencilla. Fue posible, además, colocar entradas y salidas remotas en forma distribuida y a veces a grandes distancias del controlador, lo cual significa un ahorro considerable de instalación y cableado.

Primer PLC de la historia:

Aparición de Modicon.

Fundada en 1964 por Dick Morley y George Schwenk, Bedford Associates era una compañía de ingeniería de sistemas de control de Nueva Inglaterra. Sus principales clientes eran los constructores de máquinas herramienta de Nueva Inglaterra que se enfrentaban a una competencia cada vez mayor de los proveedores europeos y japoneses de máquinas herramienta. Después de varios proyectos de sistemas de máquinas herramientas utilizando controles de minicomputadora, Morley se exasperó ante los plazos habituales de 6 meses que exigían la programación y la depuración para la inicialización de los sistemas. En 1967, comenzó a imaginar formas de construir una unidad de control similar a una computadora, mucho más fácil de usar, que se pudiera programar y reprogramar fácilmente. Según Morley, sus ideas se consolidaron en el día de Año Nuevo de 1968 mientras se recuperaba de los efectos de la fiesta de Noche vieja de la noche anterior. De hecho, su memorando conceptual de 12 páginas está fechado el 1 de enero de 1968.

Con una experiencia operativa continua, el Modicon 084 se convirtió en el controlador elegido por ingenieros de fábrica y electricistas. En primer lugar, Modicon se programaba en Ladder, mientras que los programas PDQ-II y PDP-14 se escribían en booleano.

Esto estaba bien para los ingenieros informáticos, pero los ingenieros y electricistas de planta promedio entendían el Ladder y se adaptaron fácilmente al 084. Otros constructores de PLC pronto emularon Modicon y ofrecieron lógica Ladder. A continuación, se muestra la Tabla 1 evolución de los PLC's.

Tabla 1

Fechas importantes en la evolución del PLC.

1968 - Invención del PLC.	El primer PLC fue inventado por Dick Morley y su equipo en Bedford Associates en 1968. El dispositivo fue llamado "Modicon" y se utilizó principalmente en la industria de la automoción.
1975 - PLC's programables.	En 1975, los PLC's programables comenzaron a ser utilizados en la industria. Estos dispositivos utilizaban lenguajes de programación especializados, como el Relay Ladder Logic (RLL), para controlar los procesos industriales.
1980s - Expansión de los PLC's.	En la década de 1980, los PLC's se expandieron y comenzaron a utilizarse en una amplia variedad de industrias, incluyendo la manufactura, la energía, la alimentación y la agricultura.
1990 - PLC's basados en PC.	En la década de 1990, los PLC's comenzaron a ser basados en PC. Esto permitió a los usuarios programar los dispositivos utilizando software de programación en lugar de lenguajes de programación especializados.
2000 - PLC's en la nube.	En la década de 2000, los PLC's comenzaron a ser utilizados en la nube. Esto permitió a los usuarios controlar los procesos industriales desde cualquier lugar del mundo utilizando una conexión a Internet.
2010 - PLC's inteligentes.	En la década de 2010, los PLC's comenzaron a ser más inteligentes y capaces de aprender y adaptarse a los procesos industriales. Los dispositivos también se volvieron más compactos y eficientes en términos de energía.
2020 - PLC's conectados a IOT.	En la actualidad, los PLC's están conectados a Internet de las cosas (IoT) y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde la monitorización de dispositivos médicos hasta la automatización de fábricas inteligentes.

Nota: Como se puede observar en la tabla de línea de tiempo de los PLC's se muestra que estos equipos han tenido una gran evolución a través del tiempo desde su invención a finales de la década de los 60s hasta la actualidad donde su uso es crucial para las diferentes industrias.

2.3.1 Tipos de PLC (Control Lógico Programable).

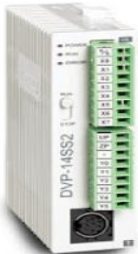
En la actualidad podemos encontrar diferentes tipos de PLC's los cuales son:

El PLC compacto: Se conforman de una sola unidad se usa en aplicaciones pequeñas, y en un mismo equipo están integrados el CPU, las entradas y salidas, la batería, memoria y a veces hasta la fuente de alimentación el cableado y el software.

El PLC modular: Este está compuesto por elementos agrupados, es ideal para aplicaciones más amplias. Los módulos que los conforman pueden ser los de tarjeta madre, CPU, memoria de entradas, Módulo de salidas o puede ser mixto según la necesidad las entradas serán digitales o análogas.

Figura 4.

Comparación entre PLC compacto y PLC modular.

PLC Compacto (DVP-14SS2).	PLC modular (PLC Serie AH-500).
	
➤ Todos sus componentes están integrados en el equipo. ➤ Utilización recomendada en aplicaciones medianas. ➤ En el mismo equipo están integrados el CPU, entradas y salidas, memoria fuente de alimentación y cableado.	➤ Tiene la posibilidad de ampliarse en el tiempo añadiendo módulos a su configuración. ➤ Ideal para aplicaciones más complejas. ➤ Los módulos que los conforman pueden ser de: Tarjeta madre, CPU, Memoria, diferentes tipos de entrada y salidas

Nota: Elaboración propia basado en capacitación de programación básica.

2.4 Sistema de control en automatización.

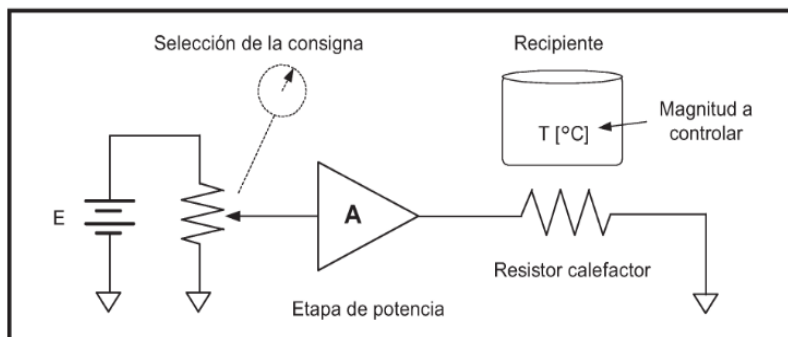
El sistema de control es fundamental en varios aspectos de ingeniería y la tecnología moderna. Esto nos permite ajustar o parametrizar los proceso y dispositivo para cumplir con objetivos específicos.

La automatización industrial abarca sistemas complejos como el sistema de navegación hasta electrodomésticos inteligente, el control es responsable de gestionar que las variables de salida obedezcan a las señales de entradas es fundamental y crucial para mantener la estabilidad y poder mejorar la eficiencia y cumplir con el desempeño en una amplia gama de la industria.

2.4.1 Sistemas de control a lazo abierto y cerrado.

Un sistema de control es un circuito de componentes cuyo objetivo es comandar o regular la respuesta de una parte del proceso, conocida como planta, sin que el operario intervenga en forma directa sobre sus elementos de salida(potencia). El operario ajusta únicamente magnitudes de baja potencia denominadas de consigna, mientras que el sistema de control, a través de los accionamientos conectados en sus salidas, se encarga de producir los cambios energéticos en la planta. La figura 5, muestra un sistema de control cuyo objetivo es controlar la temperatura dentro del recipiente. El operario ajusta un valor de temperatura deseado mediante el potenciómetro (magnitud de consigna o setpoint) y, de acuerdo con la resistencia establecida por el potenciómetro, el sistema de control se encargará de aumentar la corriente sobre la resistencia del calefactor mediante su etapa de potencia. Esto se traduce en un mayor calentamiento y, en consecuencia, en un aumento de la temperatura dentro del recipiente.

Figura 5.
Sistema de control de temperatura a lazo abierto.



Nota: Imagen tomada de libro PLC: Automatización y control industrial.

Este sistema de control requiere un ajuste inicial. Para poder tener control del sistema y poder colocar setpoint adecuadamente, se debe medir el valor de temperatura dentro del recipiente para diferentes posiciones del mando del potenciómetro e ir rotulando el mismo en términos de temperatura. De esta forma, el operador puede luego seleccionar, a través del potenciómetro, la temperatura deseada dentro del recipiente y el sistema de control suministrará la potencia necesaria para conseguirla.

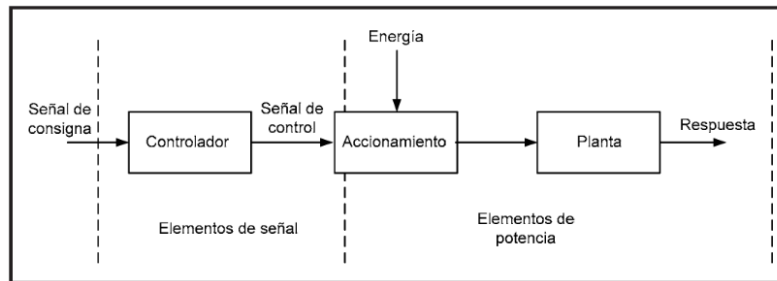
Este proceso es utilizado donde no se necesita una exactitud de temperatura y que tiene un gran margen de tolerancia ya que este es controlado por el ser humano, pero es funcional en varios procesos de la industria este proceso se puede observar mucho en las selladoras y cortadoras de bolsa, comúnmente se ocupa un SSR en la industria hay una gran variedad de modelos y marcas.

Lazo abierto.

Un sistema de control de lazo abierto se caracteriza por no recibir ninguna información sobre el comportamiento de la planta que está controlando. En otras palabras, en un circuito de lazo abierto, la acción de control no depende de las señales de salida. Por ejemplo, este tipo de sistema de control no ajustará su acción para compensar cambios en la temperatura del recipiente debido a perturbaciones externas, como variaciones en la temperatura ambiente o cambios en la

densidad del líquido. El diagrama en bloques mostrado en la figura 6. Ilustra un sistema de control de lazo abierto.

Figura 6.
Sistema de control a lazo abierto.



Nota: Imagen tomada de libro de PLC: Automatización y Control Industrial.

Este tipo sistema es utilizado en la industria para procesos pequeños que no se necesita un gran control del proceso estos se suelen utilizar para controlar resistencias eléctricas las cuales tienen múltiples funciones dentro de las maquinas.

Generalmente, un sistema de control se encarga de tomar decisiones en respuesta a ciertos comportamientos de la planta, denominándose entonces sistemas de control automáticos. Esto requiere la presencia de sensores que detecten el comportamiento de la planta y, a través de interfaces de adaptación, envíen estas señales a las entradas del sistema de control, que será responsable de llevar a cabo las acciones correctivas necesarias.

- ✓ Ventajas de sistemas de lazo abierto .
- Son relativamente sencillos .
- Son de bajo costo.
- Requiere de poco mantenimiento.
- ✓ Desventajas de sistemas de lazo abierto .

- No son precisos.
- Tiene una capacidad de control limitada.
- Pueden ser afectados por diferentes factores del proceso que están controlando.

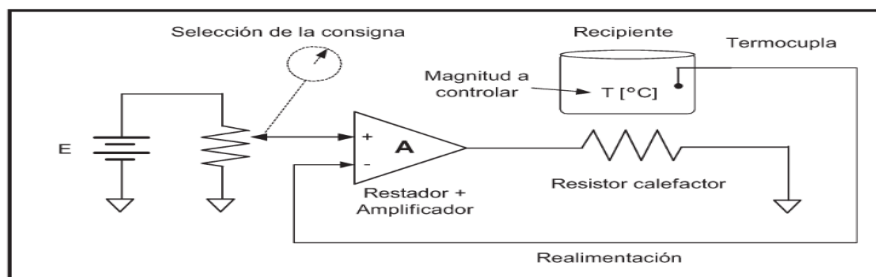
Lazo cerrado.

Este tipo de sistemas se denomina de lazo cerrado porque su estructura incluye una cadena directa y un retorno o realimentación, formando un lazo de control. Un sistema de control a lazo cerrado se caracteriza por tener una acción de control que depende de las señales de salida. Por ejemplo, en la figura 7, se muestra un control de temperatura de lazo cerrado que utiliza una termocupla como sensor.

Esta termocupla proporciona una diferencia de potencial proporcional a la temperatura medida, la cual se reinserta en la entrada del sistema como una resta de la magnitud de consigna. Por lo tanto, una vez ajustado el valor de referencia, el sistema ajustará su acción de control en función de las variaciones en la salida. Cuando la temperatura en el recipiente tiende a aumentar debido a una perturbación externa, la tensión de la termocupla también aumentará, lo que resultará en un valor de resta mayor. Como consecuencia, disminuirá la corriente sobre el resistor calefactor. Esto provocará una disminución de la temperatura, compensando así el incremento causado por la perturbación. De esta manera, el sistema de control reacciona automáticamente para mantener la variable de salida constante.

Figura 7.

Sistema de control a lazo cerrado.



Nota: Imagen tomada de libro PLC: Automatización y control industrial.

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas del sistema lazo cerrado.

- ✓ Ventajas de sistemas de lazo cerrado.
 - Mayor capacidad de control.
 - Son sistemas que tienen control sobre las variables de salida.
 - Son sistemas que tienen señal de retroalimentación para corregir errores en la salida.
 - Son sistemas exactos.
- ✓ Desventajas de sistemas de lazo cerrado.
 - Son sistemas complejos.
 - Su costo es mayor.
 - Esta expuesto a daños debido a los elementos que lo componen.
 - Si no están bien ajustados y calibrados pueden producir oscilaciones.

El diagrama en bloques de la Figura7. La forma o tipo de respuesta con que el sistema de control produce la señal de control recibe el nombre de acción de control las acciones de control más comunes son las siguientes:

Control de dos posiciones: ON — OFF.

Este tipo de controlador, conocido como Todo o Nada, utiliza un algoritmo simple que solo verifica si la variable de proceso está por encima o por debajo de un punto de ajuste. La señal de control cambia entre "totalmente ON" y "totalmente OFF" sin estados intermedios, lo que resulta en un control impreciso. Un ejemplo común es el control de temperatura en aires acondicionados con termostatos, que encienden el aire frío si la temperatura supera el setpoint y lo apagan cuando está por debajo o igual al setpoint.

Control Proporcional + Integral (PI)

Combina los controles proporcional e integral para eliminar el error estacionario y mejorar la respuesta del sistema donde:

Ecuación 1.

Control Proporcional + integral (PI).

$$v(t) = k_p \cdot e(t) + k_i \cdot \int e(t) dt$$

Proporcional (P): Responde al error actual. $k_p \cdot e(t)$

Integral (I): Responde a la acumulación del error a lo largo del tiempo $k_i \cdot \int e(t) dt$

Ventajas:

Elimina el error estacionario.

Respuesta más rápida que el control integral puro.

Desventajas:

Puede causar oscilaciones si no se ajusta adecuadamente.

Control Proporcional + Derivativo (PD)

Combina los controles proporcional y derivativo para mejorar la estabilidad y la respuesta dinámica del sistema.

Ecuación 2.

Control Proporcional + Derivativo (PD).

$$v(t) = k_p \cdot e(t) + k_d \frac{de(t)}{dt}$$

Proporcional (P): Responde al error actual. $k_p \cdot e(t)$

Derivativo (D): Responde a la tasa de cambio del error. $k_d \frac{de(t)}{dt}$

Ventajas:

Mejora la estabilidad y reduce las oscilaciones.

Mejora la respuesta ante cambios rápidos.

Desventajas:

No elimina el error estacionario.

Sensible al ruido en la medición.

Control Proporcional + Integral + Derivativo (PID)

Combina los controles proporcional, integral y derivativo para ofrecer una respuesta equilibrada y robusta.

Ecuación 3.

Control Proporcional + Integral + Derivativo (PID).

$$v(t) = k_p \cdot e(t) + k_i \cdot \int e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt}$$

Proporcional (P): Responde al error actual. $k_p \cdot e(t)$

Integral (I): Elimina el error estacionario. $k_i \cdot \int e(t) dt$

Derivativo (D): Mejora la estabilidad y la respuesta dinámica. $k_d \frac{de(t)}{dt}$

Ventajas:

- Elimina el error estacionario.
- Mejora la estabilidad y la respuesta ante cambios rápidos.

Desventajas:

- Más complejo de ajustar.
- Sensible al ruido en la medición debido al término derivativo.

Comparación resumida.

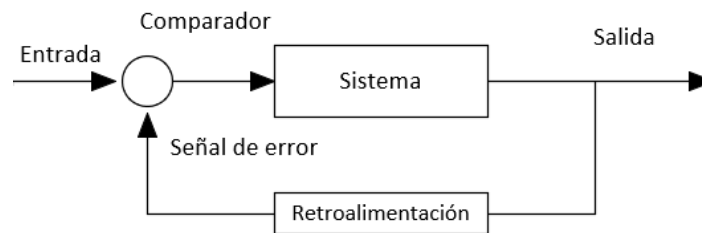
- **PI:** Elimina el error estacionario, pero puede ser inestable si no se ajusta bien.
- **PD:** Mejora la estabilidad y la respuesta dinámica, pero no elimina el error estacionario.
- **PID:** Combina las ventajas de PI y PD, ofreciendo una respuesta equilibrada y robusta, pero complejo de ajustar.

2.4.2 Sistema con retroalimentación.

Es un sistema de lazo cerrado el que utiliza una señal de retroalimentación que compara el resultado deseado con el resultado actual y ajustar el proceso en consecuencia. Esto permite una mayor precisión y estabilidad en comparación con los sistemas de control de lazo abierto.

Figura 8.

Sistema con retroalimentación.



Nota .Imagen tomada de libro El ABC de la mecatrónica.

Existen dos tipos de sistemas con retroalimentación:

- ✓ Sistemas con retroalimentación positiva: Aumenta la salida o señal del sistema. Utilizada para amplificar procesos o estados, sin embargo, puede conducir a la inestabilidad. Ejemplo:
 - Utilizado en circuitos para incrementar señales, como amplificadores de audio.
- ✓ Sistemas con retroalimentación negativa: Disminuye o contrarresta la salida del sistema. Es esencial para mantener la estabilidad y control en sistemas complejos. Ejemplo:
 - Control de temperatura en hornos: utiliza un termostato que disminuye el calor cuando alcanza temperaturas máximas deseadas.
 - Control de velocidad en motores eléctricos: controla los parámetros para mantener el trabajo deseado.

2.4.3 Lógica cableada vs programable.

Los sistemas que desarrollan acciones lógicas sin la intervención del hombre se denominan automatismo. Los automatismos son ampliamente utilizados en la industrial y en función de la tecnología empleada se puede diferenciar entre automatismo de lógica cableada o lógica programada.

Lógica cableada.

La lógica cableada, también conocida como lógica de contactos, se utiliza en sistemas automáticos industriales que emplean contactores o relés. Esta técnica implica la alimentación de los circuitos a través de bornes de contacto, con el contactor como el elemento principal que controla el sistema.

Esta tecnología se usa comúnmente en autómatas industriales para realizar tareas de mando, protección, señalización, potencia y control. Aunque es sencilla y fiable, la lógica cableada es rígida y ofrece pocas posibilidades de variar parámetros. Automatizar grandes sistemas con lógica cableada es complejo y a menudo no es recomendado por que no se pueden hacer cambio en sus procesos al menos que cambiemos elementos lo cuales traen costos adicionales. Los estados de un sistema en lógica cableada son simples: abierto (sin circulación de electricidad) o cerrado (con circulación de electricidad).

Las ventajas de emplear la lógica cableada son:

- Reducido coste de instalación.
- Rápida puesta en funcionamiento en pequeños sistemas de automatización.
- Gran fiabilidad, ideal para procesos de seguridad.
- No requiere programación por medio de un software.

Las desventajas de este sistema son:

- Baja flexibilidad en el diseño de las instalaciones.
- Dificultad en la ampliación de los circuitos.
- Empleo de gran cantidad de cableado.
- Imposibilidad de realizar modificaciones en el sistema sin interrumpir el proceso.

Lógica programada.

La lógica programable, surgida con la electrónica, permite procesar datos utilizando elementos electrónicos. A diferencia de la lógica cableada, que automatiza sistemas mediante esquemas físicos, la lógica programable usa software para tratar la información. Los Dispositivos Lógicos Programables (PLD) ahora controlan numerosos procesos y variables en sistemas industriales complejos, asegurando su correcto funcionamiento. Gracias a tecnologías como internet, Ethernet, wifi y tecnología móvil, estos procesos pueden ser controlados y monitorizados remotamente.

Aunque la lógica programada sigue la filosofía de estados abiertos/cerrados de la lógica cableada, su versatilidad y flexibilidad permiten diseñar circuitos para sistemas automatizados complejos.

La lógica programada ha revolucionado la automatización industrial, proporcionando soluciones eficientes y adaptables, y se ha convertido en una herramienta esencial para el control y monitoreo de sistemas automatizados en todo el mundo.

2.4.4. Diagrama de bloques.

Un diagrama de bloques es una herramienta gráfica utilizada para representar de manera simplificada un sistema, proceso o sistema de control. Los diagramas de bloques permiten visualizar la estructura de un sistema, su funcionamiento y las interacciones entre sus componentes de una manera fácil de entender.

Un diagrama de bloques es una representación gráfica del funcionamiento de cada uno de los componentes que conforman un sistema dentro de un proceso, dando nociones de las direcciones y flujos que las diversas señales dentro del propio sistema pueden tomar para alcanzar un comportamiento predeterminado por el ingeniero u operario del proceso.

Elementos de un diagrama de bloque:

En un diagrama de bloques para sistemas de control, cada elemento tiene una función crucial que debe entenderse para analizar correctamente el sistema, a continuación, se muestra cada elemento de un diagrama de bloques:

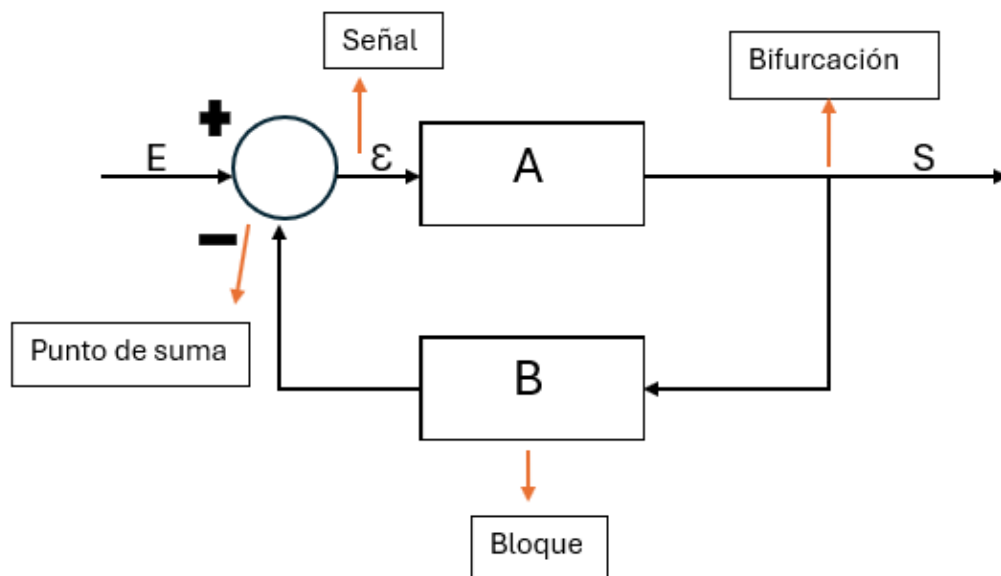
- Bifurcaciones: son puntos en los que una misma variable se divide en varias ramas que van a un bloque o a un nudo.
- Punto de suma o nudo: es representado como un círculo (muchas veces con una cruz en el medio) que indica una operación de suma o resta también existen puntos multiplicadores o divisores.
- Señales: son todas las flechas que componen el diagrama, cada señal únicamente posee una sola dirección y que por lo general tiene su comienzo en un elemento y termina en otro elemento.

- Bloques: representan una función de transferencia de algún componente dentro de la estructura de control como por ejemplo una válvula, un motor, un sensor, el proceso, un controlador, etc.

Ejemplos:

Figura 9.

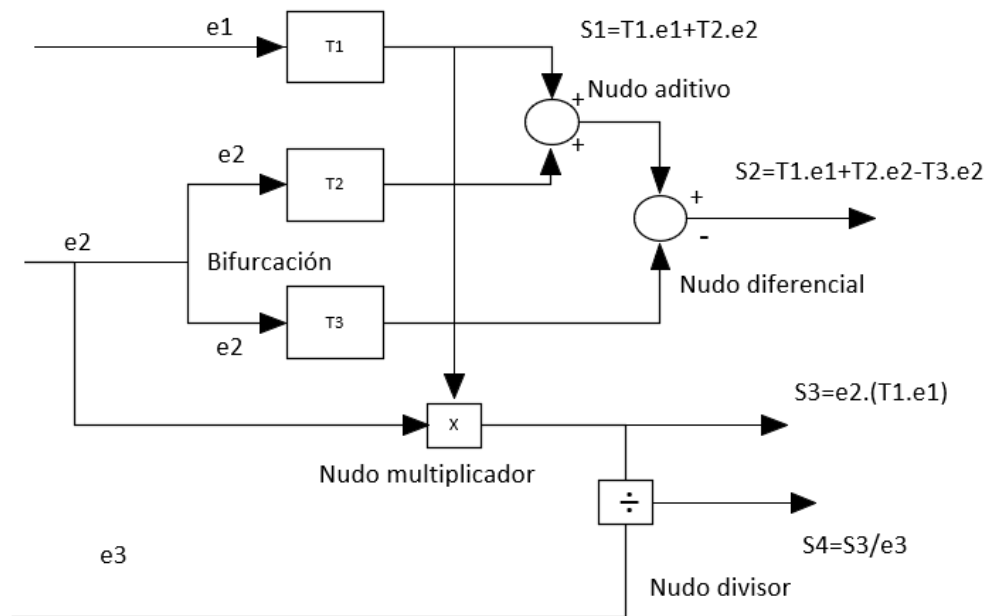
Diagrama de bloques de un sistema de lazo cerrado.



Nota: Elaboración propia con referencian de libro Automatas Programables -Josep Balcells

Figura 10.

Diagrama de bloques bifurcaciones y nudos.



Nota: Elaboración propia con referencian de libro Autómatas Programables -Josep Balcells.

2.4.5. Diagrama de flujo de señal en control automático.

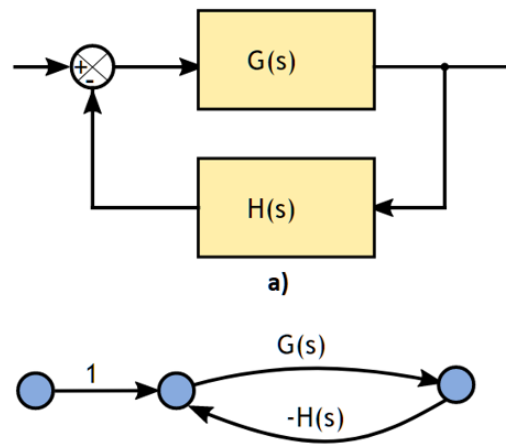
Los diagramas de flujo de señal son una herramienta que se usa para representar cómo se mueven las señales dentro de un sistema de control. En estos diagramas se usan nodos (puntos donde llegan o salen señales) y ramas (líneas que conectan los nodos).

Estos diagramas ayudan a entender el camino que sigue una señal desde la entrada hasta la salida del sistema, y a analizar cómo se comporta el sistema en general.

Sirven mucho para resolver sistemas complejos y encontrar la función de transferencia, que es una fórmula que relaciona la entrada con la salida de un sistema.

Figura 11.

Diagrama de flujo de señal en control automático.



Nota: Elaboración propia con referencian de libro Autómatas Programables -Josep Balcells.

Es la misma información que el diagrama de bloque, pero mostrada de otra forma, como un mapa de caminos:

Círculos azules: representan nodos, donde se cruzan o se generan señales.

La rama con "1" representa la entrada al sistema (lo que se desea lograr).

La rama con " $G(s)$ " representa el paso por el controlador o sistema principal.

La rama con " $-H(s)$ " es la retroalimentación negativa, que regresa desde la salida al punto de comparación.

2.4.6 Ecuación de transferencia.

En ingeniería de control, una función de transferencia se utiliza para analizar la estabilidad y el comportamiento de sistemas, es una representación matemática que describe la relación entre la entrada y la salida de un sistema dinámico, en términos de sus variables de Laplace.

La función de transferencia define propiamente el comportamiento de un bloque a base de indicar la relación entre la salida y la entrada de este. La función de transferencia constituye, pues, un modelo del comportamiento del sistema que representa, permitiendo además abstraernos de su naturaleza física. Dicho de otro modo, dos bloques con idéntica función de transferencia se consideran equivalentes desde el punto de vista de control, con independencia de cómo y con qué tecnología estén contruidos.

Figura 12.

Ecuación de transferencia.

$$G_{(s)} = \frac{Y_{(s)}}{X_{(s)}}$$

Nota: Referencia de libro de sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica senda edición W. Bolton.

Donde: $G(s)$ es la función de transferencia del sistema .

$Y(s)$ es la salida del sistema.

$X(s)$ es la entrada del sistema.

2.5 Introducción al álgebra Booleana.

Una variable booleana tiene una naturaleza binaria, permitiendo únicamente los valores "1" o "0", o sus equivalentes "VERDADERO" o "FALSO". En electrónica digital, esto se traduce a dos niveles de tensión, como 5 voltios y 0 voltios, o en dispositivos eléctricos, 24 voltios y 0 voltios.

En un circuito electrónico o eléctrico, las variables "A" y "B" representan las entradas del circuito, mientras que la variable "C" representa la salida. El resultado de una función booleana, al igual que las variables binarias, sólo puede ser "1" o "0".

2.6. Compuertas lógicas.

Las compuertas lógicas son circuitos electrónicos integrados, cuyo fin es manipular señales para obtener comportamiento específico entre ellas, las compuertas lógicas son esenciales para la electrónica digital.

Estos circuitos electrónicos integrados, están formados internamente por dispositivos llamados transistores, que, dependiendo de su conformación estructural, su distribución y ubicación dentro del circuito integrado se denominan: AND, OR, NOT, NAND, NOR, EXOR y EXNOR.

La asignación del nombre a dichas compuertas lógicas se debe a la función que realizan con las señales de entradas que reciben para obtener una respuesta deseada como resultado.

Las compuertas lógicas se caracterizan por realizar funciones lógicas matemáticas como sumas y restas, multiplicación, inclusión, exclusión, etc. En cuanto a su funcionalidad dichas compuertas se basan en sus niveles lógicos, lo cual se refiere a ceros y /o unos lógicos, también llamados bajo (L, (Low)) o alto (H(High)) respectivamente.

2.6.1 Compuerta lógica AND.

La compuerta AND (“Y” por su significado en inglés) o también conocida como “todo o nada”. Por lo tanto, su función lógica sería tomar dos o más señales de entrada, en el álgebra booleana se representa como una multiplicación para obtener una señal de salida en estado activo es necesario que sus entradas tengan un 1 binario. Ver tabla 2.

Tabla 2

Características de la compuerta lógica AND.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad			Ecuación
		Entrada.		Salida.	
		A	B	C	
AND		0	0	0	$C = A * B$
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

2.6.2 Compuerta lógica OR.

La compuerta lógica denominada OR(O). Por lo que su función lógica sería tomar dos o más señales de entrada y aplicarle la función matemática de suma para obtener una señal de salida en función de la operación “O”. Su funcionalidad se basa en que, para obtener un 1 lógico de salida, cualquiera de las señales de entrada debe de ser un 1 lógico.

Prácticamente como una suma matemática, donde cualquier número sumado con 0 será dicho número. Dicha suma es en álgebra de Boole, por lo que $1 + 1$ no será 2, sino 1, el valor máximo en binario. Ver tabla 3

Tabla 3

Características de la compuerta lógica OR.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad			Ecuación
		Entrada.		Salida.	
		A	B	C	
OR		0	0	0	$C = A + B$
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	1	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

2.6.3 Compuerta lógica NOT.

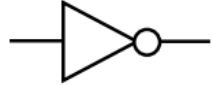
La compuerta lógica denominada NOT, como su nombre lo indica en inglés, significa: “NO”.

Por lo que su función lógica sería únicamente para cada una de las señales por separado.

Su funcionalidad se basa en cambiar su valor lógico, es decir si la señal de entrada es un uno lógico, al aplicarle la función NOT se obtendría unos y ceros lógicos y así a la inversa, por lo que algunos casos suelen representarse la respuesta a dicha compuerta como la entrada negada con una línea recta sobre la señal. Ver tabla 4.

Tabla 4

Características de la compuerta lógica NOT.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad		
		Entrada.	Salida.	
		A	$\bar{A}$	
NOT		0	1	$A = \bar{A}$
		1	0	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

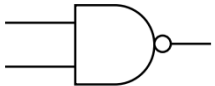
2.6.4 Compuerta lógica NAND.

La compuerta lógica denominada NAND es una fusión entre la compuerta AND con la NOT, su nombre en inglés significa: “NOT AND = NAND”. Aclarando que al igual que la AND, dicha función se puede aplicar a dos o más señales de entrada, más si se obtendría una única respuesta.

Por lo que su función lógica sería prácticamente la misma de la compuerta AND, pero al resultado de dicha operación se le aplica la operación NOT. Es decir, cambiando todos los resultados anteriormente vistos en la AND, a sus valores opuestos. Ver tabla 5

Tabla 5

Características de la compuerta NAND.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad			Ecuación
		Entrada.		Salida.	
NAND		A	B	C	$C = \overline{A * B}$
		0	0	1	
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	0	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

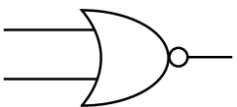
2.6.5. Compuerta lógica NOR.

La compuerta lógica denominada NOR, es una fusión entre OR y NOT, su nombre en inglés significa: “NOT OR = NOR”. Por lo que su función lógica sería tomar dos o más señales de entrada y aplicarle la función matemática de suma para obtener una señal de salida en función de la operación “O” pero a dicho resultado se le debe aplicar la operación NOT, por lo que se debe invertir sus resultados finales obtenidos. Su funcionalidad se basa en que, para obtener un 0 lógico de salida, cualquiera las señales de entrada deben de ser un 1 lógico. Prácticamente como una suma matemática, donde cualquier número sumado con 1 será 0. Dicha suma es en álgebra de Boole, por

lo que $1 + 1$ no será 2, sino 1, y el valor final de dicha compuerta NOR sería 0 luego de aplicar la negación a la respuesta. Ver tabla 6.

Tabla 6

Características de la compuerta Lógica NOR.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad		
NOR		Entrada		Salida
		A	B	C
		0	0	1
		0	1	0
		1	0	0
		1	1	0

$$C = \overline{A + B}$$

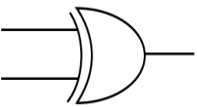
Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

2.6.6 Compuerta lógica XOR.

La compuerta lógica denominada XOR, es una OR exclusiva. Por lo que su función lógica sería tomar dos o más señales de entrada y aplicarle la función matemática de suma y multiplicación entre sus señales negadas, para obtener una señal de salida en función de la operación exclusiva. Su funcionalidad se basa en multiplicar las señales de entrada alternadas, es decir su valor normal por el valor invertido de otra señal de entrada y luego se suma por el opuesto de dicha suma. Ver tabla 7.

Tabla 7

Características de la compuerta lógica XOR.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad			Ecuación
		Entrada		Salida	
XOR		A	B	C	$C = (A * \bar{B}) + (\bar{A} * B)$
		0	0	0	
		0	1	1	
		1	0	1	
		1	1	0	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

2.6.7. Compuerta lógica XNOR.

La compuerta lógica denominada XNOR, es el antónimo de la compuerta XOR. Por lo que su función lógica sería tomar dos o más señales de entrada y aplicarle la función matemática de suma entre las multiplicaciones de las entradas, pero alternadas entre sí. Su funcionalidad se basa en la multiplicación de sus entradas, tanto linealmente como opuesto a sus valores, luego se deben sumar dichas multiplicaciones. Ver tabla 8.

Tabla 8

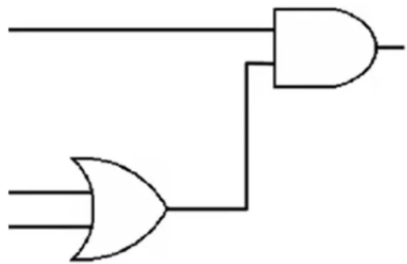
Características de la compuerta lógica XNOR.

Compuerta	Símbolo	Tabla de la verdad			Ecuación
		Entrada		Salida	
XNOR		A	B	C	$C = (\bar{A} * \bar{B}) + (A * B)$
		0	0	1	
		0	1	0	
		1	0	0	
		1	1	1	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, Compuertas lógicas, realizado por Ingeniera electrónica María Teresa Jiménez Ramírez.

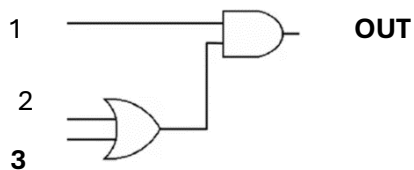
2.6.8 Operaciones básicas en álgebra booleana.

Para el circuito mostrado.

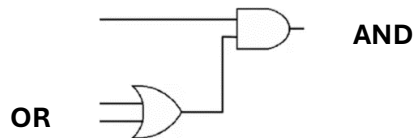


- A. Identificar cuantas entradas y salidas posee.
- B. Identificar las compuertas lógicas presentes.
- C. Representar el circuito por medio de una ecuación.
- D. Obtener la tabla de la verdad.

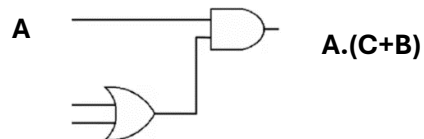
A. Identificar cuantas entradas y salidas posee: **Tres Entradas, una salida**



B. Identificar las compuertas lógicas presentes.



C. Representar el circuito por medio de una ecuación: $OUT = A.(C+B)$



D. Obtener la tabla de la verdad. **B+C**

A	B	C	SALIDA	CONFIRMACION: $A.(C+B)$
0	0	0	0	$0.(0+0) = 0.0 = 0$
0	0	1	0	$0.(0+1) = 0.(1) = 0$
0	1	0	0	$0.(1+0) = 0.(1) = 0$
0	1	1	0	$0.(1+1) = 0.(1) = 0$
1	0	0	0	$1.(0+0) = 1.(0) = 0$
1	0	1	1	$1.(0+1) = 1.(1) = 1$
1	1	0	1	$1.(1+0) = 1.(1) = 1$
1	1	1	1	$1.(1+1) = 1.(1) = 1$

2.7. Método Grafcet (SFC).

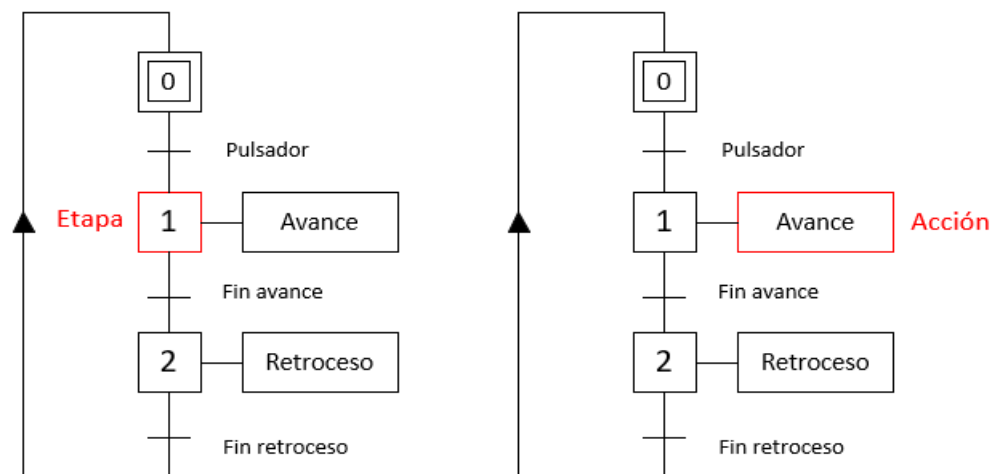
El termino grafcet, o lenguaje SFC tiene su origen en el estándar francés Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition (**GRA**Fico de **Control** mediante **E**tapas y **T**ransiciones).

Es un método grafico que permite representar los términos secuenciales. Es importante destacar que el grafcet no sirve únicamente para describir procesos de automatización, sino para explicar cualquier cosa que posea una secuencia.

Principio del Grafcet.

Cada etapa posee acciones asociadas de forma que cuando aquella etapa esta activa se realizan las correspondientes acciones, pero estas acciones no podrán ejecutarse nunca si la etapa no está activa, en el siguiente ejemplo vemos la representación de las acciones y la influencia de las etapas de una banda transportadora tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 13.
Principio del GRAFCET.



Nota: Elaboración propia realizada con referencia de PDF, Telecontrol y automatismo.

Entre dos etapas hay una transición. A cada transición le corresponde una receptividad, es decir una condición que se ha de cumplir para poder pasar la transición. Una transición es válida cuando la etapa inmediatamente anterior a ella está activa. Cuando una transición es válida y su receptividad asociada se cumple se dice que la transición es franqueable.

GRAFCET contiene tres principales elementos que organizan el programa de control:

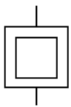
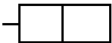
- Pasos (etapas).
- Transiciones (condiciones).
- Acciones.

Cada etapa representa el estado del sistema y lleva asociada una o varias acciones de maniobra. Dichas acciones, son los trabajos que realiza la máquina o proceso en el cual se está ejecutando. Entonces, cuando se ha finalizado una etapa y pasa a la otra, se conoce como transición. Las transiciones, son las condiciones necesarias para pasar a la siguiente etapa.

Ventajas del lenguaje GRAFCET.

- Facilidad de programación a través de un sistema rápido, sencillo y visual.
- Una alternativa de lenguaje fácil de entender para operarios y técnicos de diverso nivel, independientemente de su formación.
- Un método que permite detectar errores de manera sencilla.
- Acepta modificaciones en el diseño sin que afecte a la estructura.
- Mejora la productividad, es preciso y permite reducir costos.

Simbología.**Tabla 9****Simbología GRAFCET.**

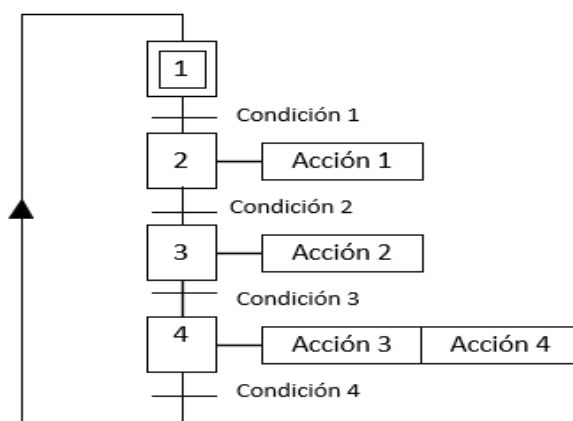
<i>Simbología Grafcet.</i>	
Símbolo.	Descripción.
Etapa inicial 	Indica el comienzo del esquema GRAFCET y se activa al poner en RUN el autómatas. Por lo general suele haber una sola etapa de este tipo.
Etapa 	Su activación lleva consigo una acción o una espera.
Unión 	Las uniones se utilizan para unir entre sí varias etapas.
Transición 	Condición para desactivarse la etapa en curso y activarse la siguiente etapa. Se indica con un trazo perpendicular a una unión.
Direccionamiento 	Indica la activación de una y/u otra etapa en función de la condición o condiciones que se cumplan.
Proceso simultaneo 	Muestra la activación o desactivación de varias etapas a la vez.
Acciones asociadas 	Acciones que se realizan al activarse la etapa a la que pertenecen.

Nota: Elaboración propia realizada con referencia de PDF, Telecontrol y automatismo.

GRAFCET de secuencia lineal.

En las secuencias lineales el ciclo lo componen una sucesión lineal de etapas como se refleja en el siguiente GRAFCET. Ver figura 14.

Figura 14.
GRAFCET de secuencia lineal.



Nota: Elaboración propia realizada con referencia de PDF, Automatismos Eléctricos, Neumáticos he Hidráulicos.

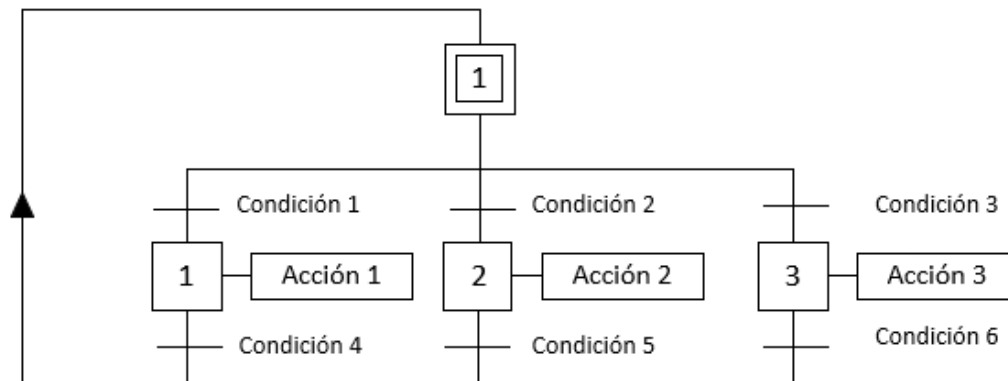
El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", se activará la etapa 2, se desactivará la 1, y se realizará la "Acción 1".

GRAFCET con direccionamiento.

En un GRAFCET con direccionamiento, el ciclo se puede direccionar en función de las condiciones que se cumplan. En el siguiente ejemplo a partir de la etapa inicial se pueden seguir tres ciclos diferentes dependiendo de que condiciones (1, 2 y 3) se cumplan, (normalmente solo una de

ellas podrá cumplirse mientras la etapa 1 esté activa, aunque pueden cumplirse varias). Ver figura 15

Figura 15.
GRAFCET con direccionamiento.

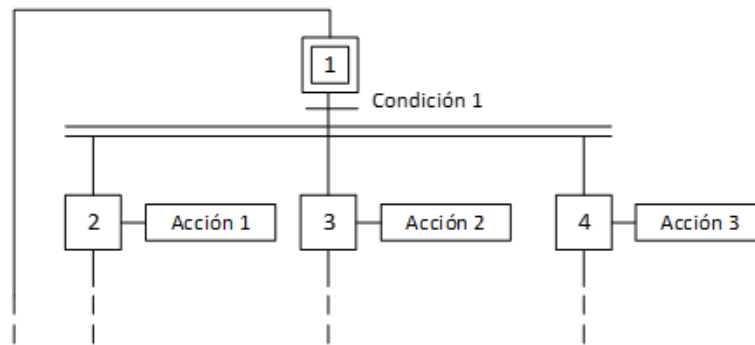


Nota: Elaboración propia realizada con referencia de PDF, Automatismos Eléctricos, Neumáticos he Hidráulicos.

La diferencia significativa del direccionamiento (árbol abierto con una línea sencilla horizontal) con respecto a la simultánea es que esta pasará a la siguiente etapa cuando haya terminado una de las tareas paralelas independientemente de las que se iniciaron.

GRAFCET con secuencia simultánea.

En las secuencias simultáneas varios ciclos pueden estar funcionando a la vez por activación simultánea de etapas. En el siguiente ejemplo, cuando se cumple la condición 1 las etapas 2, 3 y 4 se activan simultáneamente, Ver figura 16.

Figura 16.*GRAFCET con secuencia simultánea.*

Nota: Elaboración propia realizada con referencia de PDF, Automatismos Eléctricos, Neumáticos he Hidráulicos.

2.8 Tipo de lenguaje de programación.

El estándar IEC 1131-3 define dos lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLC's. Los lenguajes gráficos utilizan símbolos para programar las instrucciones de control, mientras los lenguajes basados en texto usan cadenas de caracteres para programar las instrucciones.

2.8.1 Lenguaje de texto.

- Lista de instrucciones STL.
- Texto estructurado ST.

2.8.1.1 Lista de instrucciones STL.

El lenguaje de lista de instrucciones (AWL - Anweisungs-Liste - en alemán o STL - Statement List - en inglés), se suele utilizar para pequeñas aplicaciones debido a la complejidad de su estructura. Emplea instrucciones de mando que el procesador obedece siempre y cuando exista la parte operacional (lo que va a hacer) y el operando que da respuesta a la operación.

El lenguaje AWL o STL es un lenguaje potente y compacto que permite implementar programas de control complejos. A diferencia de otros lenguajes, el STL es el que está más cerca de la máquina y por tanto no está pensado para expertos en instalaciones y dispositivos de control (para los que existen lenguajes gráficos como FUP o KOP), sino para personas con formación en informática y electrónica digital.

Tabla 10.

Instrucciones básicas para programación en lenguaje STL-AWL.

<i>Instrucción.</i>	<i>Descripción.</i>
U	AND
UN	Inversa de AND
O	OR
ON	Inversa de OR
X	XOR
XN	Inversa XOR
=	Asignación

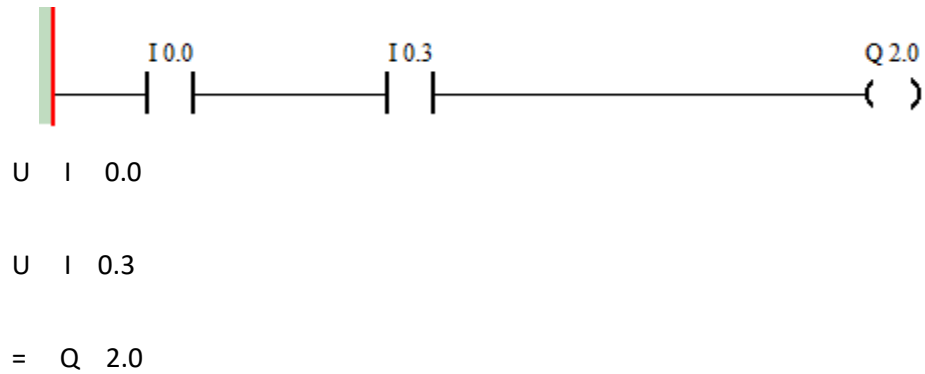
Nota: Elaboración propia con referencia de libro, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización.

Operaciones básicas.

Donde: I representa asignación de entrada y Q asignación de salida.

Figura. 1

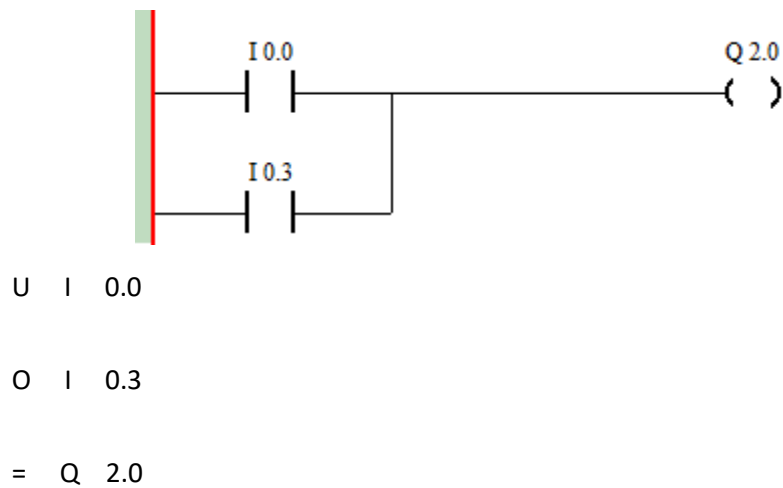
Representación de circuito serie en lenguaje STL.



Nota: Elaboración propia realizada con información de libro, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización.

Figura. 2

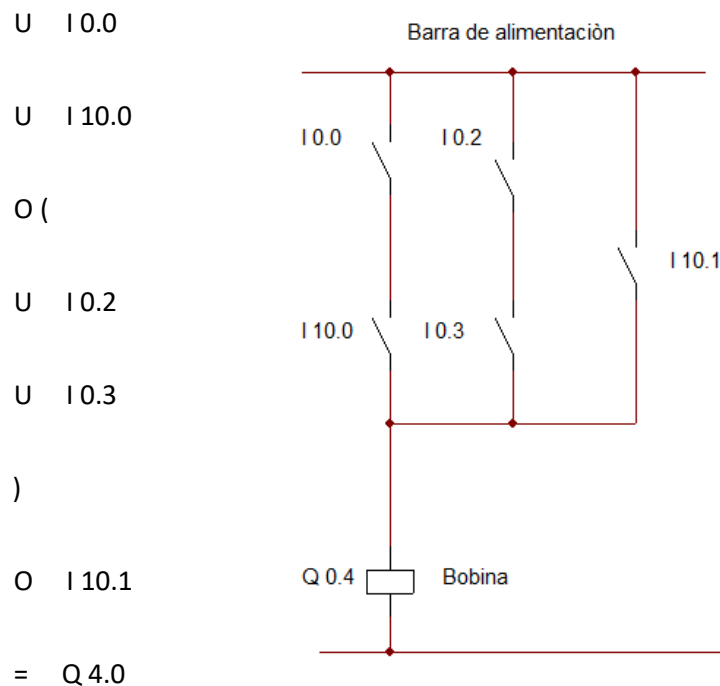
Representación de circuito paralelo en Lenguaje STL.



Nota: Elaboración propia realizada con información de libro, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización.

Figura 17.

Combinación de operaciones básicas de programación con STL.



Nota: Elaboración propia realizada con información de libro, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización.

2.8.1.2 Texto estructurado (ST).

Texto estructurado (ST) es un lenguaje de alto nivel que permite la programación estructurada, lo que significa que muchas tareas complejas pueden ser divididas en unidades más pequeñas. ST se parece mucho a los lenguajes de computadoras BASIC o PASCAL, que usa subrutinas para llevar a cabo diferentes partes de las funciones de control y paso de parámetros y valores entre las diferentes secciones del programa, cabe recalcar que son los autómatas de alta gama los cuales permiten este tipo de lenguaje.

Al igual que LD, FBD e IL, el lenguaje de texto estructurado utiliza la definición de variables para identificar entradas y salidas de dispositivos de campo y cualquier otra variable creada internamente.

Incluye estructuras de cálculo repetitivo y condicional, tales como: FOR ... TO; REPEAT.. UNTIL X; WHILE X... ; IF ... THEN ...ELSE. Además, soporta operaciones Booleanas (AND, OR, etc.) y una variedad de datos específicos, tales como fecha, hora.

La programación en Texto Estructurado es apropiada para aplicaciones que involucran manipulación de datos, ordenamiento computacional y aplicaciones matemáticas que utilizan valores de punto flotante. ST es el mejor lenguaje para la implementación de aplicaciones de inteligencia artificial, lógica difusa, toma de decisiones, etc.

Ejemplo:

PROGRAM PLC_PROG

VAR

Motor:**BOOL**;

Start:**BOOL**;

Stop:**BOOL**;

END_VAR

Motor **S** = Start

Motor **R** = Stop

Nota: El programa representa la marcha y paro de un motor mediante el uso de funciones de SET Y RESET, donde se ha establecido el tipo de dato utilizado, en este caso de tipo booleano, es decir que solo puede tener dos estados encendido o apagado dependiendo de la condición en que se encuentre la variable de mando.

2.8.2 Lenguaje gráfico.

- Lenguaje Ladder KOP.
- Diagrama de bloques SFD.

2.8.2.1 Lenguaje Ladder KOP.

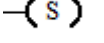
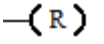
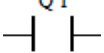
Al lenguaje Ladder o KOP (Kontaktplan lo que significa plano de contactos en alemán) también se le conoce como diagrama de contactos, puesto que realmente programamos mediante contactos eléctricos que unidos terminan formando una sentencia lógica, y que se asemeja a la representación gráfica de circuitos eléctricos utilizados en la lógica cableada tradicional.

De forma general, podemos decir que este tipo representación gráfica de circuitos está compuesta por contactos que actúan sobre una o varias salidas llamadas bobinas. Los esquemas eléctricos de lógica cableada, es decir los clásicos de toda la vida, se leen de arriba a abajo, pero el diagrama Ladder se lee de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Para la representación de un circuito de control mediante un diagrama de escalera, es indispensable comprender que cada rama del diagrama está compuesta de condiciones de entrada y un solo elemento de salida. Estas condiciones de entrada determinan si la salida debe ser energizada o no, todas las condiciones de entrada se representan en la parte izquierda de la rama, y la condición de salida se representa en la parte derecha.

Ventajas del lenguaje Ladder.

- Fácil de aprender y de entender.
- Ampliamente utilizado en la automatización industrial.
- Compatibilidad con hardware existente.
- Facilidad de seguir con el flujo del programa.

Tabla 11*Simbología de lenguaje KOP.*

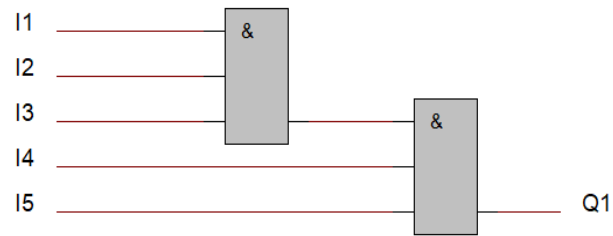
<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
	Contacto normalmente abierto.
	Contacto normalmente cerrado.
	Salida (bobina).
	Bobina de activación.
	Bobina de desactivación.
	Contacto normalmente abierto asociado a una salida.
	Contacto normalmente cerrado asociado a un temporizador.

Nota: Elaboración propia con referencia de libro, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización.

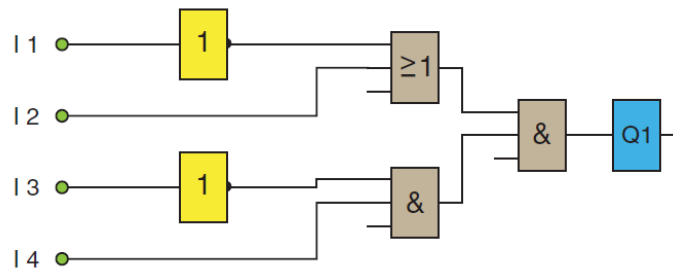
2.8.2.2 Lenguaje de diagrama de bloques SFD

El lenguaje SFD (System Function Block), FBD (Function Block Diagram) o FUP (Funktionsplan) es conocido como lenguaje de bloques lógicos porque utiliza símbolos de puertas lógicas como OR, AND y NOT. Representa diagramas eléctricos digitales mediante bloques lógicos llamados puertas lógicas que realizan operaciones determinadas usando transistores, diodos y otros componentes.

Una compuerta lógica es un componente que lleva a cabo una operación determinada, y está contenida adentro de un paquete llamado chip o circuito integrado. En cuanto a la programación cuando se desea insertar más entradas a una compuerta, solo se deben conectar en forma secuencial, tal como se muestra en la figura 18.

Figura 18.*Uso de compuerta lógica AND.*

Nota: Elaboración propia que representa la unión de dos compuertas lógicas AND de tres entradas Y que en conjunto forman una compuerta de 5 entradas que accionan la salida Q1.

Figura 19.*Diagrama SFD mediante compuertas básicas.*

Nota: Diagrama de bloques de compuertas básicas. Elaboración propia.

2.9 Concepto de interfaz hombre máquina.

¿Qué es un sistema HMI?

La Interfaz Hombre-Máquina (HMI) es el principal vínculo que existe entre los operarios y los sistemas automáticos de control, que se encargan de proporcionar información sobre el proceso físico.

¿Para qué sirve un sistema HMI?

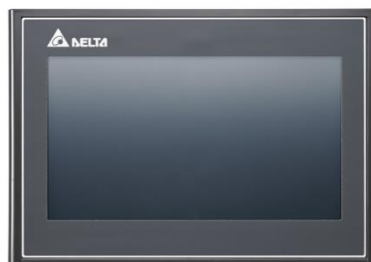
El propósito principal es proporcionar información sobre la máquina, el rendimiento, fallas entre otros. El personal con el conocimiento necesario del sistema es capaz de controlar toda la maquina desde la interfaz.

Ventajas del sistema HMI:

- Recopilación de información.
- Control del proceso.
- Mayor eficiencia.
- El operador puede llevar un registro de los datos.
- Facilidad en la operación etc.

Figura 20.

HMI Delta DOP-107WV.



Nota: Modelo de pantalla HMI utilizada en módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales .

2.10. Simbología eléctrica.

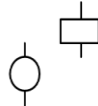
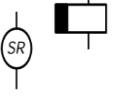
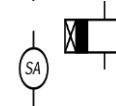
La utilización adecuada de símbolos en la automatización eléctrica es fundamental para la comunicación efectiva entre los profesionales involucrados en el diseño y la ejecución de proyectos. Estos símbolos, sean gráficos o literales, están estandarizados según normativas internacionales como IEC, DIN y ANSI. Esta estandarización permite transmitir de manera clara y uniforme conceptos relacionados con máquinas, dispositivos de control, instrumentos de medición y elementos de seguridad.

La normalización de símbolos no solo facilita la comprensión de planos y esquemas a nivel nacional, sino también a nivel internacional, asegurando que cualquier técnico, independientemente de su país de origen o idioma, pueda interpretar correctamente los detalles de montaje e instalación de equipos. Esto resulta crucial para la correcta implementación y mantenimiento de sistemas automatizados en diferentes contextos industriales a continuación se muestra parte de la simbología utilizada en la tabla 12.

Tabla 12

Simbología eléctrica.

<i>Simbología eléctrica</i>			
Significado	Simbología según norma		
	IEC	DIN	ANSI
Corriente directa		=	=
Corriente alterna.		=	=
Conductor.		=	=
Conductor de protección (PE)			= IEC
Conductor Neutro (N).		=	=

Pulsador con accionamiento manual en general (NA).			NO EXISTE
Pulsador con accionamiento manual por empuje (NA).			NO EXISTE
Bobina.		= IEC	
Sistema de accionamiento electromecánico retardado. Retraso a la desconexión		= IEC	
Retraso a la conexión.		= IEC	
Retraso a la conexión y desconexión.		= IEC	

Nota: *Elaboración propia con referencia de PDF, símbolo en la automatización eléctrica, realizado por Ing. A. Ramiro Rojas Flores.*

Dada la naturaleza general de los componentes de un esquema, es crucial utilizar reglas fijas que nos permitan emplear los signos de identificación de los elementos y equipos sin generar confusión. La información que se quiere obtener se organiza en bloques de información dispuestos horizontalmente.

Clase, número, función.

A continuación, se explica la utilidad y aplicación de estos bloques. Se utilizará en todos los esquemas el bloque de identificación compuesto por la clase, número y función que se ubicarán a la izquierda del aparato o elemento.

Ejemplo:

K2

K = Clase del aparato: contactor.

2 = Número dos: contactor número dos.

Veremos ahora, qué representa cada una de las partes del bloque de identificación.

- **Clase.**

El símbolo que identifica la clase de aparato o elemento se compone de una única letra mayúscula que representa una serie de elementos similares. Dado que sería impracticable crear una lista codificada para todos los elementos, estos se agrupan en familias conocidas como clases de aparatos. En la tabla 13 se especifican las letras codificadas y, a la derecha, el grupo de aparatos correspondientes.

Tabla 13.
Tabla de clase.

Letra distintiva	Clase de elemento	Ejemplos
B	Convertidores de magnitudes eléctricas a magnitudes no eléctricas y viceversa. Transductores.	Termocuplas, células fotoeléctricas, dinamómetros, micrófonos, altavoces. (Termómetros de resistencia, fotorresistencias, captadores de presión).
C	Condensadores	Condensadores
F	Dispositivos de protección.	Fusibles, relés de protección (Automáticos para telecomunicación y protección de instalaciones).

G	Generadores.	Generadores rotativos, convertidores de frecuencia rotativos, baterías, equipos de alimentación.
K	Contactores, relés.	Contactores de potencia, contactores auxiliares, relés de tiempo.
L	Inductancias.	Bobinas de inducción. Bobinas de bloqueo.
M	Motores.	Motores.
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia.	Interruptores de potencia, seccionadores. (Interruptores en circuitos principales de corriente, interruptores con dispositivos de protección, interruptores rápidos).
R	Resistencia.	Resistencias regulables, potenciómetros, resistencias de regulación, resistencias de derivación, resistencias calefactoras.
S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de mando.	Interruptores de mando, pulsadores, finales de carrera, selectores. (pulsadores luminosos, conmutadores de medida).
T	Transformadores.	Transformadores de tensión, transformadores de intensidad, transformadores de red.
X	Bornes, enchufes. Bases de enchufe.	Regletas de bornes.

Nota: *Elaboración propia con referencia de PDF*, símbolo en la automatización eléctrica, realizado por Ing. A. Ramiro Rojas Flores.

Esta información es esencial y utiliza números naturales del 1 al n. Su propósito es distinguir entre varios elementos que comparten las mismas letras en una o ambas partes (clase y/o función).

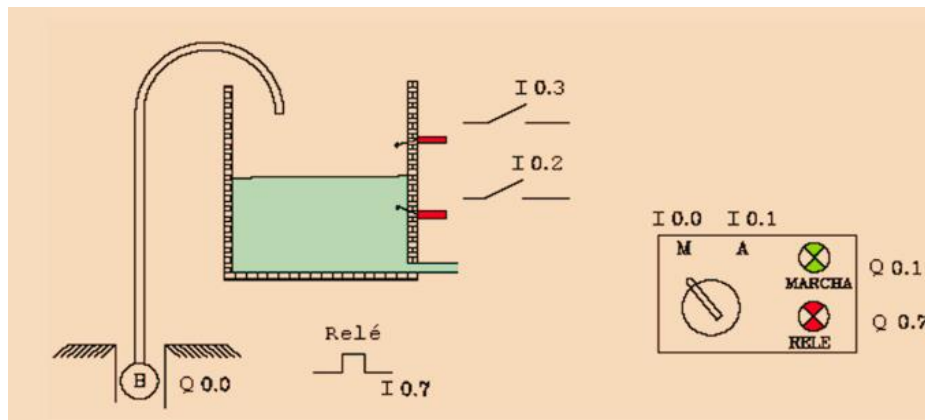
2.11 Ejemplos de procesos de automatización en la industria.

Ejemplo 1: automatización de un tanque o cisterna.

Se pretende regular el nivel de agua almacenada en un depósito como el que se muestra en la figura 21.

Figura 21.

Esquema de sistema de automatización.



Nota: Figura tomada de PDF, operaciones básicas de programación.

Para controlar el depósito, contamos con un selector de mando que nos permite elegir entre el modo manual y el modo automático:

- ✓ Si seleccionamos modo manual (I0.0), lo que queremos es que:
 - Mientras esté conectado dicho modo, la bomba (Q0.0) se encuentre funcionando.
 - Cuando desconectemos dicho modo, la bomba se pare.

En este modo de funcionamiento no queremos que se haga caso de las boyas de nivel.

- ✓ Si seleccionamos modo automático (I0.1), lo que queremos es que el nivel se mantenga entre las dos boyas, se debe cumplir lo siguiente:

- Cuando el agua llegue abajo nivel (I0.2) queremos que se ponga en marcha la bomba.
- Cuando el agua llegue al nivel de arriba (I0.3) queremos que la bomba se pare.

En este modo de funcionamiento las boyas encienden y apaga la bomba según el nivel de agua.

Además, tenemos un relé térmico (I0.7) que actúa cuando tenemos la bomba en funcionamiento manual como cuando la tenemos en funcionamiento automático. Cuando se desactive el relé, queremos que pare la bomba y que nos avise con un indicador luminoso (Q0.7) en el cuadro de mando.

Además, tenemos una luz piloto (Q0.1) que nos indica cuando está en marcha la bomba. Las entradas y salidas involucradas en el sistema se representan en la siguiente tabla: ver tabla 14.

Tabla 14

Entradas y salidas.

Entradas	Salidas
I0.0: Modo manual.	Q0.0: Bomba.
I0.1: Modo automático.	Q0.1: Luz de marcha de la bomba.
I0.2: Boya nivel abajo.	Q0.7: luz de relé térmico.
I0.3: Boya nivel arriba.	
I0.7: Relé térmico (1 funcionamiento correcto).	

Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.

Solución:

La resolución del ejercicio anterior debe contemplar cuatro fases:

Segmentos 1 y 2: Funcionamiento manual.

En el modo manual, la bomba debe estar en funcionamiento mientras se encuentre activo el interruptor I0.0.

Por tanto, podemos pensar en escribir el siguiente segmento:

Figura 22.

Entrada I 0.0 activado la salida Q 0.0.

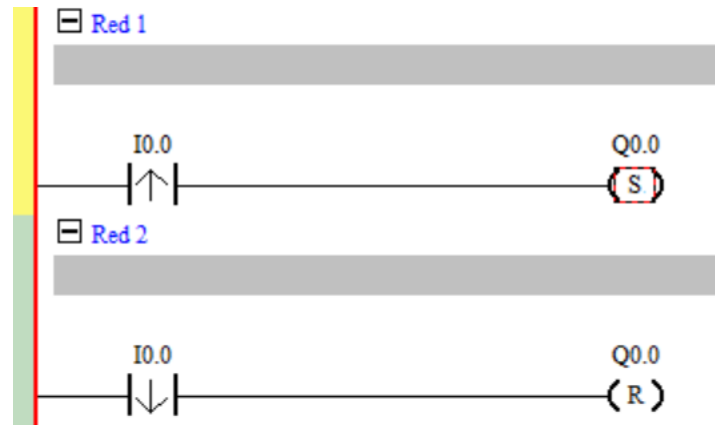


Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.

Es importante considerar que el panel de control, que contiene los dos modos de funcionamiento, es una maneta con dos posiciones: manual y automático. Esto significa que si el cursor está en modo automático ($I0.1 = 1$), entonces el modo manual está desactivado ($I0.0 = 0$). Como resultado, si estamos en modo automático, el segmento anterior seguiría apagando la bomba continuamente, sin importar lo que ocurra en el modo automático.

Esto no representa un problema real si el modo automático se implementa en los segmentos posteriores, ya que como sabemos, es el último valor de Q0.0 el que se transmite a la salida física. Sin embargo, la aparición de esta situación puede dar la impresión de que la programación no es muy adecuada.

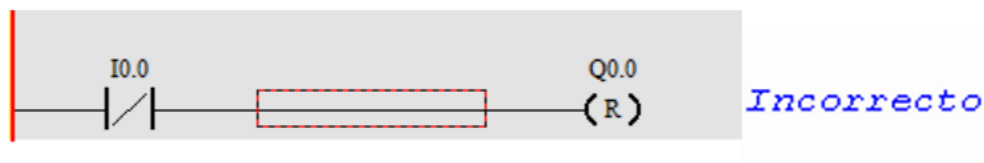
Para evitar este problema, vamos a encender la bomba cuando se produzca un flanco positivo de I0.0 (la maneta entra en modo manual) y vamos a apagarla cuando se produzca un flanco negativo (la maneta abandona el modo manual) como se muestra en la figura 23.

Figura 23.*Programación escalera correcta.*

Nota: *Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.*

Aunque el flanco positivo se puede eliminar sin afectar al funcionamiento del sistema, el flanco negativo es completamente imprescindible.

Si en lugar de poner el flanco negativo, ponemos únicamente un contacto cerrado, tendríamos el mismo problema. Ver figura 24.

Figura 24.*Programación de escalera incorrecto.*

Nota: *Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.*

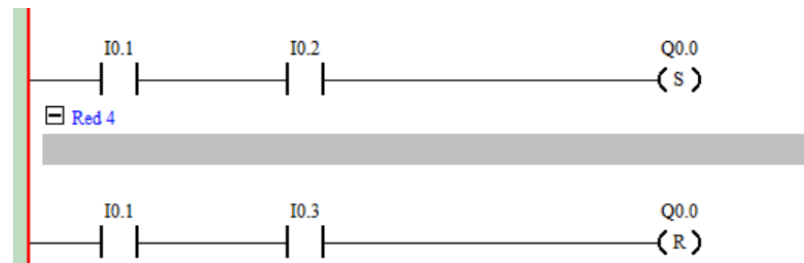
En este caso, mientras que el modo manual esté desactivado (modo automático activado) estaríamos apagando continuamente la bomba. Observar que el flanco negativo permite que la operación de Reset se realice únicamente en el momento que desactivamos el modo manual.

Segmentos 3 y 4: Funcionamiento automático.

En el modo automático (I0.1), la bomba debe arrancar (Set) cuando el sensor de nivel abajo se active (I0.2 = 1) y debe parar (Reset) cuando se active el sensor de nivel arriba (I0.3 = 1). Como se muestra en figura 25.

Figura 25.

Programación escalera con entradas y salidas.



Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.

Segmento 5: Salto del relé térmico.

Nos dice que el relé térmico proporciona un “1” si la bomba funciona correctamente, luego si se sobrecalienta (funcionamiento incorrecto) el sensor I0.7 = 0.

De esta forma, cuando I0.7 = 0 debemos apagar (Reset) la bomba. Además, mientras que I0.7 valga 0, debemos encender la luz del relé (Q0.7). Ver figura 26.

Figura 26.

Programación escalera protección térmica.



Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.

Segmento 6: Luz de marcha de la bomba.

La luz de la bomba debe estar encendida mientras que la bomba esté funcionando, luego este segmento se resuelve con un contacto abierto. Ver figura 27.

Figura 27.

Programación escalera salida Q 0.0 active Q0.1.



Nota: Elaboración propia con referencia de PDF, operaciones básicas de programación.

Observar que encima de un contacto es posible escribir la dirección de un bit del área de salidas (Q).

2.12 Simbología neumática.

La fuerza del aire ha sido utilizada desde hace miles de años, el viento (aire en movimiento) se ha utilizado en barcos de velas molinos de viento muelles de aire etc.

La palabra Neumática proviene del griego «pneumatikós», en términos generales se entiende por neumática al estudio de la ciencia de la física que trata de los gases y por tanto el aire.

Tabla 15.

Propiedades y ventajas de la neumática.

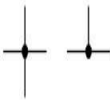
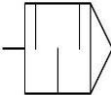
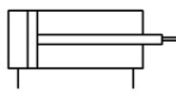
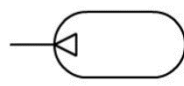
Parámetro.	Descripción.
Cantidad	El aire está disponible en casi cualquier parte en cantidades ilimitadas.
Transporte.	El aire puede transportarse de modo sencillo a largas distancias a través de tubos.
Acumulación	El aire comprimido puede almacenarse en un depósito para utilizarlo posteriormente. Además, puede tratarse de un depósito transportable.

Temperatura	El aire comprimido es casi insensible a los cambios de temperatura. Por ello, el funcionamiento de los sistemas neumáticos es fiable, también en condiciones extremas.
Seguridad	El aire comprimido no alberga peligro de incendio o explosión.
Pureza	Las fugas de aire comprimido no lubricado no ocasionan contaminación alguna.
Construcción	Los elementos de trabajo tienen una construcción sencilla, por lo que su precio es bajo.
Velocidad	El aire comprimido es un fluido rápido. Con el aire, los émbolos ejecutan movimientos muy veloces y los tiempos de conmutación son muy cortos.
Seguridad frente a sobrecarga	Las herramientas y los componentes neumáticos pueden soportar esfuerzos hasta que están completamente detenidos, lo que significa que resisten sobrecargas.

Nota: Tomado como referencia de PDF: Festo Didactic GmbH & Co. KG 573031.

Tabla 16

Simbología neumática

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Unión de tuberías.		Unidad de mantenimiento, símbolo general.
	Manguera.		Filtro.
	Drenador de condensado, vaciado manual.		Silenciador.
	Manómetro.		Cilindro diferencial de doble efecto.
	Compresor para aire comprimido.		Depósito neumático.

Nota: tomado como referencia de PDF: Festo Didactic GmbH & Co. KG 573031 y *Simbología Neumática e hidráulica de Antonio Bueno*.

CAPITULO III.

DISPOSITIVOS.

3.1. Sensores.

Es un dispositivo o combinación de dispositivos que convierten señales de una forma física en otra, con el fin de proporcionar una salida útil en respuesta a una condición medida.

3.1.1. Sensores inductivos.

Este tipo de sensores sirve para detectar la presencia de objetos metálicos en un rango de distancias que va desde 1 mm a unos 30 mm. La ejecución mecánica se encuentra normalizada definiéndose los siguientes tipos:

- Forma tipo A.

Su forma es cilíndrica y con rosca desde M8, M12, M18 y M30. En el caso que la rosca llegue hasta el cabezal detector se dice que es enrasable. Si el cabezal detector sobresale de resto del sensor no lo es.

Existen, además, variantes sin rosca con tamaños de diámetro de 4 y 5 mm

- Forma tipo C.

Tienen forma de paralelepípedo con cabezal orientable y se utilizan, por lo general, para lograr grandes distancias de detección.

Esquema de bloque de composición de un sensor inductivo.

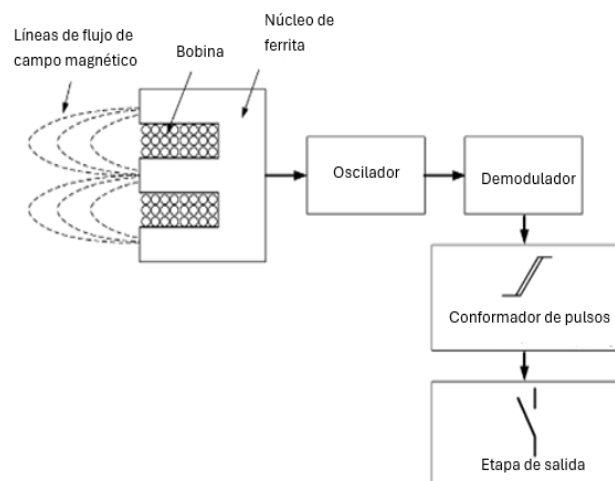
- Están formados por los siguientes componentes:
- Un cabezal de detección.
- Un oscilador LC de alta frecuencia (1 a 100 MHz).

- Un demodulador.
- Un conformador de pulsos del tipo Schmitt trigger (disparador de Schmitt).
- Una etapa de salida.

El cabezal de detección es una bobina sobre un núcleo de ferrita abierto, incorporada al oscilador, que genera un campo magnético variable en sus proximidades. Puede contener un blindaje o no. En el primer caso las líneas de flujo de campo magnético están dirigidas sólo hacia el frente del cabezal, mientras que, de no estar blindada, están presentes además sobre los laterales.

Figura 28.

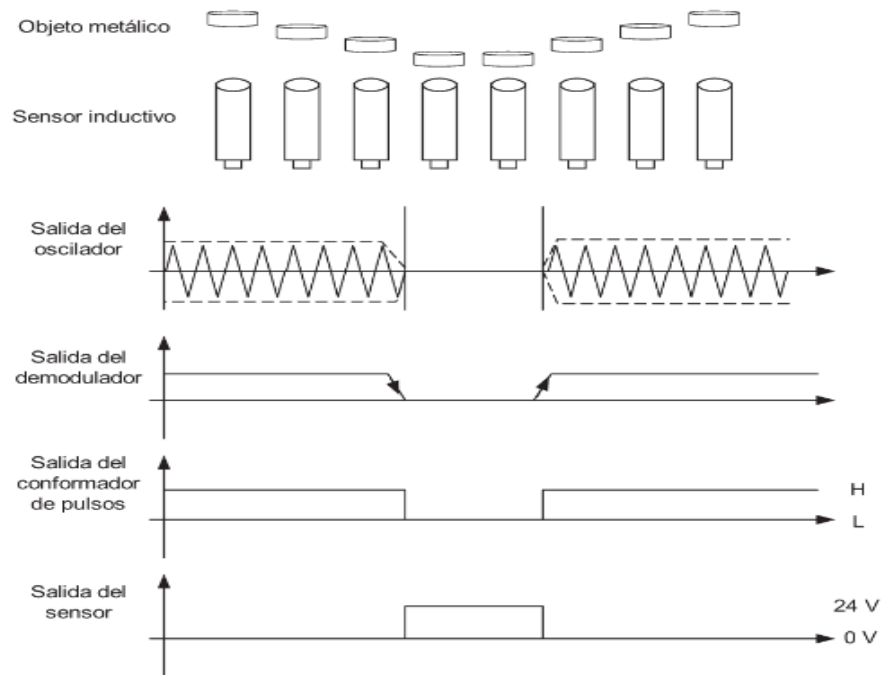
Esquema en bloques de un sensor inductivo.



Nota: Imagen tomada de libro PLC Automatización y Control Industrial.

Cuando se ubica un objeto metálico dentro del campo magnético del captador (zona sensible) se inducen corrientes parásitas de Foucault alterando la reluctancia del circuito magnético que atenúa el circuito oscilante, disminuyendo la amplitud de oscilación y el nivel de corriente del demodulador. Luego, el conformador de pulsos (Schmitt trigger) se dispara y la salida cambia el estado de la salida todo o nada en la figura 29 se muestra la etapa de trabajo de un sensor inductivo.

Figura 29.
Onda en las diferentes etapas de sensor inductivo.



Nota: Imagen tomada de libro PLC Automatización y Control Industrial.

Simbología.

Figura 30.
Simbología de sensor inductivo.



Nota: Símbolo de sensor inductivo con salida normalmente abierta.

3.1.2. Sensores capacitivos.

Su funcionamiento es muy similar al de un sensor inductivo, a diferencia que, el elemento sensible es el capacitor del circuito resonante u oscilante, el cual está formado por dos aros metálicos concéntricos situados en el cabezal de detección, y cuyo material dieléctrico es el material que se interpone en la zona sensible.

Cuando un objeto se ubica en la zona sensible se altera el campo eléctrico entre las placas, variando la capacitancia y por lo tanto la frecuencia del oscilador. Un objeto no metálico incrementa el campo eléctrico ya que se intensifica la constante dieléctrica (C_d), como se puede ver en la siguiente ecuación.

Ecuación 4.

Capacitancia de un sensor magnético

$$C = C_d * \frac{A}{d}$$

Donde:

C = capacidad total.

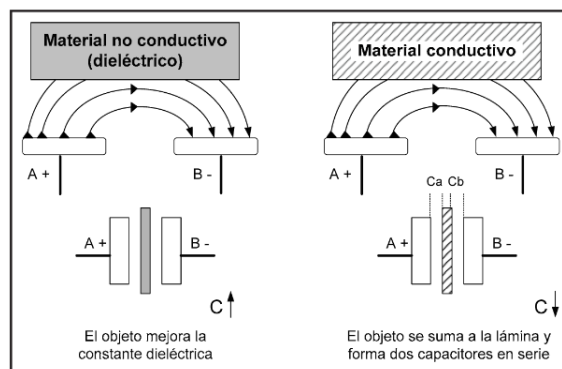
C_d = constante dieléctrica.

A = superficie de las placas.

d = distancia de separación entre placas.

Figura 31.

Comportamiento del campo eléctrico de un sensor capacitivo según el material detectado.



Nota: Imagen tomada de libro PLC Automatización y Control Industrial.

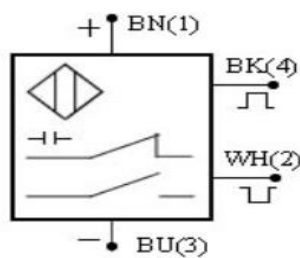
En el caso de interponer un objeto metálico, el campo eléctrico disminuye, ya que actúa como un tercer electrodo y formando dos capacitores en serie. En este tipo de sensores su sensibilidad se ve muy afectada por el tipo de material y por el grado de humedad ambiental y del cuerpo a detectar. Por este motivo se utilizan exclusivamente como detectores todo o nada, con una repetibilidad bastante dependiente de las condiciones ambientales.

Se suele usar para detección de todo tipo de materiales tales como madera, cartón, plástico, agua, aceite etc. A continuación, se muestra su simbología en la figura 32.

Simbología.

Figura 32.

Símbolo de sensor capacitivo.



Nota: Sensor capacitivo de doble contacto (cuatro líneas).

3.1.3 Sensores fotoeléctricos.

El principio de funcionamiento está basado en la generación de un haz luminoso por parte de un fotoemisor, que se proyecta sobre un fotorreceptor, o bien sobre un dispositivo reflectante. La interrupción o reflexión del haz por parte del objeto a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de la fotocélula.

✓ Se clasifica de la siguiente manera:

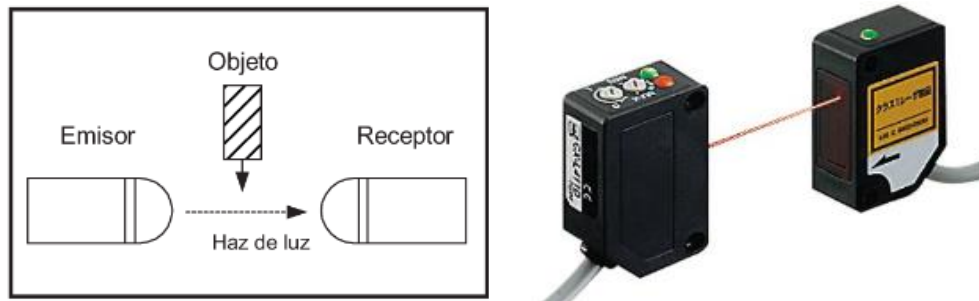
- Sistema de detección de barrera.
- Sistema de detección réflex.
- Sistema de detección autoréflex.

3.1.3.1 Sistema de detección de barrera.

Está formado por un emisor y un receptor, el emisor produce un haz de luz que pudiera ser visible o no visible y que incide directamente en el receptor que está construido por un material semiconductor, normalmente es un fototransistor. La detección se efectúa cuando se interrumpe el haz de luz. La energía óptica generada por el emisor permite un largo alcance de detección y puede trabajar en ambientes polvorientos, húmedo o con presencia de humo, etc. La conexión es independiente para cada parte tanto emisor como receptor. Ver figura 33.

Figura 33.

Principio de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico por barrera.



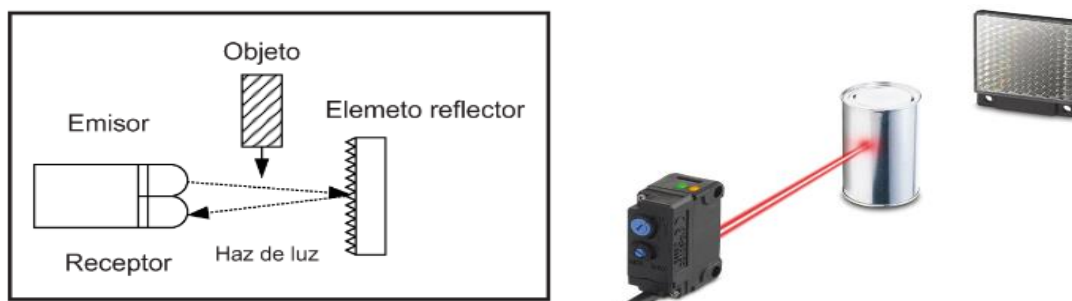
Nota: Imagen tomada de libro PLC Automatización y Control Industrial.

3.1.3.2 Sistema de detección réflex.

La luz emitida por el emisor se refleja mediante un dispositivo reflector, en este sistema tanto emisor como receptor están presentes en el mismo sistema y no requiere de alimentación eléctrica independiente, este sistema dispone de una menor distancia de detección a comparación del sistema mediante barrera, esto es debido a que el trayecto que recorre el haz de luz es doble. La detección es mediante el bloque del haz. Ver figura 34.

Figura 34.

Principio de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico réflex.



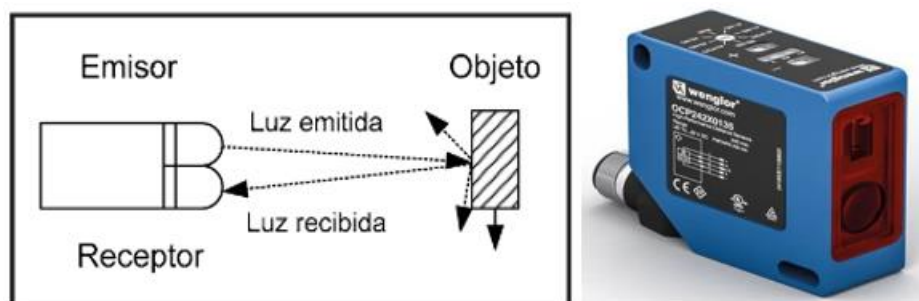
Nota: Imagen tomada de libro PLC Automatización y Control Industrial.

3.1.3.3 Sistema de detección autoréflex.

Este sistema trabaja mediante la reflexión del haz de luz que incide sobre un objeto y retorna al receptor, el cual se encuentra en el mismo encapsulamiento que el emisor, gracias a esto simplifica notablemente su instalación. El inconveniente presentado de este sistema es que dispone de menor distancia de detección, en comparación con los otros sistemas, aparte de esto no se recomienda su uso en ambientes contaminados. Ver figura 35.

Figura 35.

Principio de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico auto réflex.



Nota: Imagen tomada de libro PLC Automatización y Control Industrial.

3.1.4 Sensores magnéticos.

Existen dos tipos de sensores magnéticos.

- Tipo Reed Switch.
- De estado sólido.

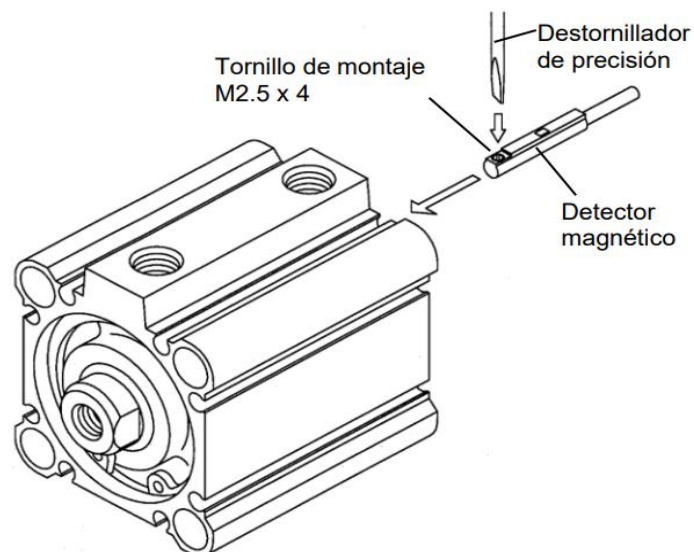
Sensor magnético Reed Switch.

Constan de una ampolla de vidrio en cuyo interior se aloja un sistema de contactos cuyo accionamiento vendrá ocasionado por la aparición de un campo magnético. Los contactos se cerrarán bajo la influencia de un campo magnético provocado por un dispositivo imantado alojado en el objeto a detectar. el campo magnético se genera mediante la colocación de un imán en el

cabezal del cilindro. Éste, al atravesar por las inmediaciones del relé, provocará el cierre de los contactos. Ver figura 36, 37.

Figura 36.

Detector de proximidad acoplado a pistón neumático.



Nota: Figura tomada de manual de instalación de sensor reed serie D-A93.

Simbología.

Figura 37.

Símbolo de sensor magnético.



Nota: Figura tomada de libro Automatización Electroneumática-Métodos Sistemáticos.

Sensor magnético de estado sólido.

Es un sensor electrónico que está construido por semiconductores, la salida puede ser NPN (Transistor de base positiva) o PNP (Transistor de base negativa), su principio de funcionamiento es mediante la detección de un campo magnético el cual genera un potencial eléctrico interno, este es amplificado y usado para controlar la conmutación de un transistor de salida.

La instalación es similar al sensor magnético reed switch, se ubica sobre el cilindro en sus extremos y es activado por el magnetismo generado por el embolo del pistón.

3.2 Sistemas neumáticos.

Los sistemas neumáticos están compuestos principalmente por cilindros neumáticos, distribuidores de aire y diversos elementos auxiliares.

Los sistemas neumáticos son estructuras complejas que utilizan aire comprimido para aprovechar su energía. Los cilindros neumáticos convierten la energía del aire en movimiento lineal y los distribuidores de aire regulan el flujo y la dirección del aire comprimido para realizar los procesos. Los sistemas neumáticos cuentan con otros componentes que los hacen funcionar, además de los imprescindibles.

El proceso está influenciado por los elementos auxiliares, como filtros, reguladores y lubricadores, que son esenciales para mantener la calidad del aire y la eficiencia general. Los sistemas neumáticos son una solución rentable y eficiente para una amplia gama de procesos industriales que se pueden lograr mediante la integración de todos estos componentes.

3.3 Componentes neumáticos.

Cilindros neumáticos.

La etapa de salida en los sistemas neumáticos, conocida también como etapa de potencia, es la encargada de ejecutar las instrucciones provenientes del circuito de control. Los cilindros neumáticos, que son los elementos de potencia más comunes en la automatización neumática, consisten en un cuerpo cerrado por dos cabezales y un émbolo interno que transmite el movimiento al exterior mediante un vástago.

Distribuidores o válvulas.

Los distribuidores en un circuito de automatización tienen la función de mantener o cambiar las conexiones entre conductos según las órdenes recibidas. Además, actúan como transductores o amplificadores, controlando una potencia neumática mayor con una menor, que puede ser neumática, eléctrica o mecánica. Generalmente, los distribuidores neumáticos operan en modo todo o nada, permitiendo o bloqueando el paso de aire. Los tipos principales son los distribuidores de tres vías dos posiciones (3/2) y de cinco vías dos posiciones (5/2).

Fin de carrera normal.

Estos son elementos de la neumática utilizados para detectar, cuando el vástago se desplaza en avance o retroceso, sus posiciones límite. Son accionados por la cabeza del vástago y, una vez activados, envían señales de aire hacia los sistemas correspondientes para indicar la posición exacta del vástago. Estos dispositivos son esenciales en los sistemas de automatización, ya que aseguran el correcto funcionamiento y la seguridad del equipo al proporcionar información precisa sobre la posición del vástago. Su uso es común en diversas aplicaciones industriales donde el control preciso del movimiento es crucial.

Válvulas auxiliares.

Estas válvulas se emplean para regular la velocidad de los cilindros, dirigir el flujo de aire, controlar secuencias lógicas, temporizar operaciones, entre otras funciones. Entre los tipos de válvulas que se incluyen en este grupo se encuentran las reguladoras de caudal, las válvulas antirretornos, las selectoras, las de simultaneidad y las temporizadas, entre otras.

Control de velocidad del vástago de los cilindros.

La regulación de la velocidad del vástago de los cilindros puede llevarse a cabo de diversas maneras. Para controlar la velocidad en ambas direcciones del movimiento del vástago, se emplea únicamente la válvula reguladora de caudal.

Control unidireccional de flujo de aire.

Para dejar pasar el flujo de aire por un conducto neumático solo en una dirección se utiliza la válvula antirretorno. Esta válvula es esencial en sistemas donde se requiere mantener la dirección controlada del flujo, evitando así el retroceso del aire que podría causar fallos en el sistema.

Distribuidor de aire.

Son unidades de tipo regleta que cuentan con múltiples salidas de aire (conexión múltiple), las cuales son empleadas en sistemas neumáticos para distribuir el aire en varias direcciones, permitiendo así alimentar simultáneamente elementos como pulsadores, finales de carrera, válvulas, entre otros.

Elemento silenciadores.

Se conecta a los orificios de escape de aire que liberan hacia la atmósfera desde las válvulas, con el propósito de reducir significativamente el ruido generado por el aire al salir.

3.3.1. Compresor.

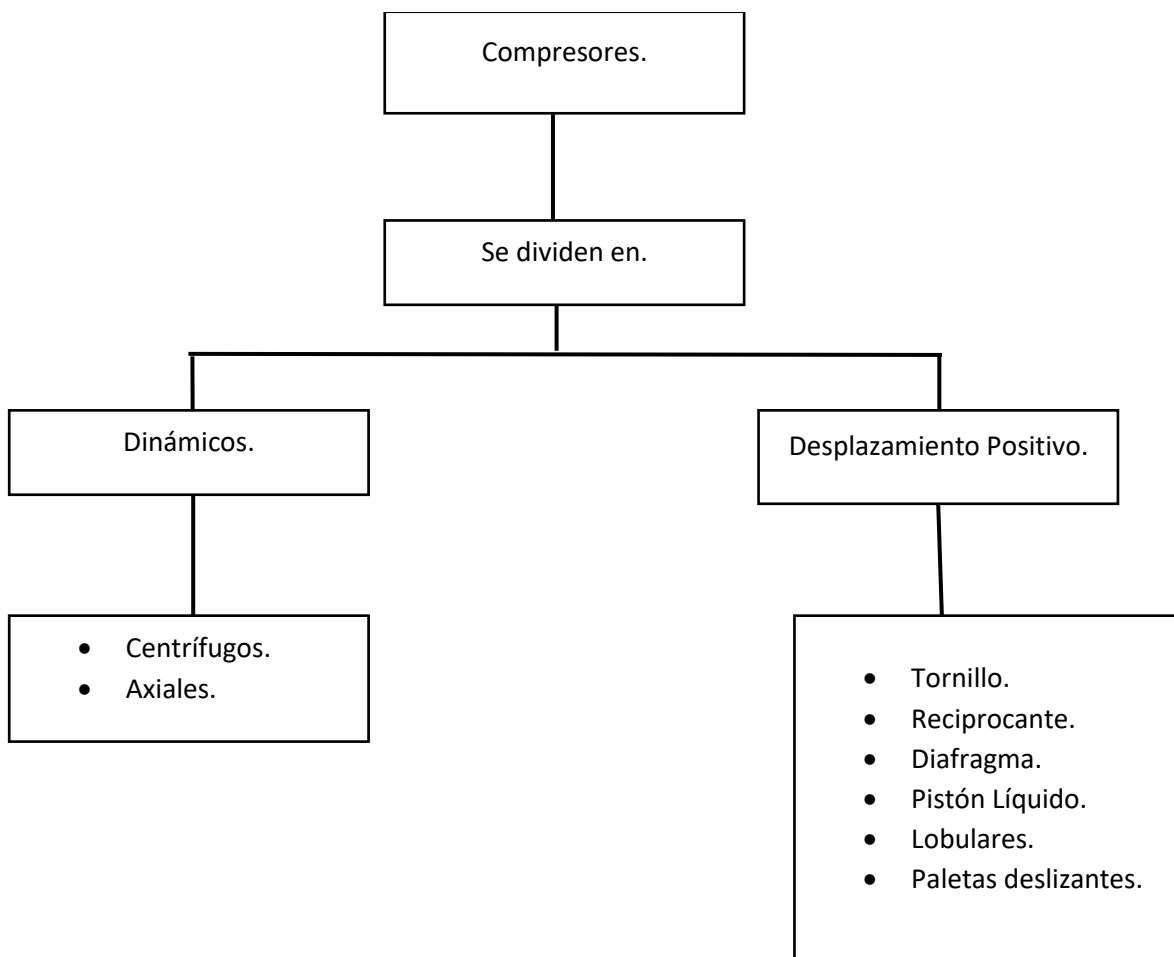
Los compresores son dispositivos rotativos que tienen la capacidad de mover gases de un lugar a otro, elevando simultáneamente la presión, lo que permite el desplazamiento del fluido y su suministro a una presión más alta.

3.3.2. Tipos de compresor.

A continuación, se muestra en la figura 38 la división de los compresores.

Figura 38.

División de los compresores.



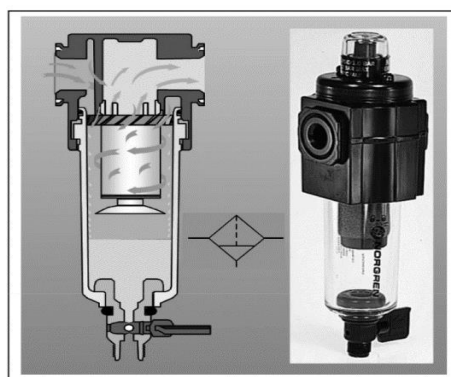
3.3.3. Unidad de mantenimiento.

La unidad de mantenimiento de aire comprimido es un componente esencial en los sistemas neumáticos, diseñada para garantizar que el aire comprimido utilizado esté limpio, seco y regulado a la presión adecuada. Este sistema incluye filtros para eliminar impurezas, reguladores para mantener la presión constante y lubricadores para asegurar el correcto funcionamiento de las herramientas neumáticas. La unidad de mantenimiento no solo alarga la vida útil de los equipos, sino que también mejora la eficiencia y seguridad del proceso, asegurando que el aire comprimido cumpla con las especificaciones necesarias para cada aplicación industrial.

Filtro de aire.

El filtro, con un elemento filtrante de 4 micras, retiene partículas de suciedad de ese tamaño o mayores, asegurando una vida útil comercial del sistema. Generalmente, el filtro es de 64 micras, con orificios de entrada y salida coincidentes con los del motor neumático. Este componente se combina habitualmente con un lubricador y un regulador de presión. Ver figura 39.

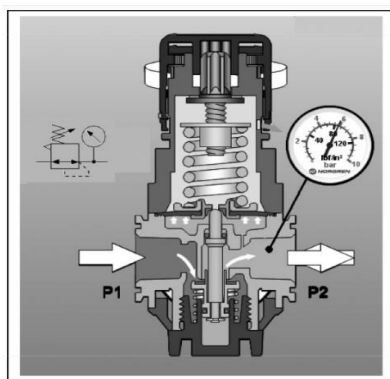
Figura 39.
Filtro de aire.



Nota: Imagen tomada del libro Creus Solé, A. (2008). Neumática e hidráulica: (ed.). Barcelona, Spain: Marcombo.Regulador.

El regulador tiene una cámara con diafragma conectada a la cámara de salida mediante un tubo aspirador. Cuando aumenta el caudal de demanda en la salida, el tubo reduce ligeramente la presión en la cámara, haciendo que el diafragma descienda por la presión del muelle y la válvula se abra, permitiendo la entrada de más aire. La presión de salida se ajusta según el apriete del resorte. Ver figura 40.

Figura 40.
Regulador de presión de aire.

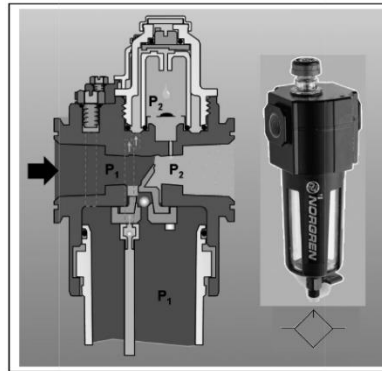


Nota: Imagen tomada del libro Creus Solé, A. (2008). Neumática e hidráulica: (ed.). Barcelona, Spain: Marcombo.

Lubricador.

Debe instalarse a unos 5 metros del motor neumático para garantizar una calibración adecuada. Los lubricantes recomendados son el ISO RD100 y el detergente SAE +H10 de motor de automóvil. El número de gotas de aceite para un motor neumático típico varía: 3-5 gotas/minuto para servicio continuo y 7-9 gotas/minuto para servicio intermitente. Si el motor de aire opera a altas velocidades sin carga y con lubricación inadecuada, puede sufrir daños o fallar. Ver figura 41.

Figura 41.
Lubricador.



Nota. Imagen tomada del libro Creus Solé, A. (2008). Neumática e hidráulica: (ed.). Barcelona, Spain: Marcombo.

3.3.4 Válvulas y Electroválvulas.

✓ **Válvulas o Distribuidores Neumáticos.**

La tarea de las válvulas también conocidos como distribuidores en la cadena de automatización es mantener o cambiar (abrir o cerrar) las conexiones entre las tuberías conectadas a ellos según el comando o señal recibida.

Los principales tipos de válvulas son:

- Tres vías, dos posiciones (3/2).
- Cinco vías, dos posiciones. (5/2).

✓ **Accionamientos de los distribuidores.**

Los actuadores vienen en diferentes tipos o (formas) que hacen que el distribuidor (válvula) se mueva para conectar las vías. El actuador tiene dos mecanismos: el mecanismo de accionamiento y el mecanismo de retorno, que pueden ser iguales o diferentes. En general, estos accionamientos se pueden dividir en: neumáticos, manuales, mecánicos y eléctricos. Las diferentes unidades incluyen:

- Mandos mecánicos (botones, rodillos, levas de plegado, cronómetros, pedales, etc.).
- Control neumático (presión de aire) y retorno neumático o por resorte.
- Control eléctrico (electroválvula) y retorno eléctrico o por resorte.

Dispositivo de interfaz.

Electroválvulas.

Se trata de componentes utilizados en sistemas electroneumáticos para garantizar la interacción entre el aire comprimido y la electricidad. Estos dispositivos se pueden utilizar para controlar actuadores o cilindros neumáticos encargados de activar cargas mecánicas conectadas a sus vástagos.

El principal componente de interfaz en este caso es el distribuidor o válvula solenoide. Una válvula solenoide es una pieza electromecánica que consta de una bobina, un resorte y un cuerpo metálico con orificios para guiar el aire hacia varias salidas. Existen varios tipos de electroválvulas clasificadas según sus principios de funcionamiento, como las electroválvulas monoestables accionadas por resorte y las biestables accionadas por bobina.

- **Electroválvula monoestable:** Tienen una posición de aire estable accionada por un resorte interno, pueden estar normalmente abiertos (NO) o normalmente cerrados (NC). Para cambiar su posición se debe energizar su electroimán. Al cortar la alimentación volverá a una posición estable gracias a la acción del resorte.
- **Electroválvula biestable:** Las electroválvulas de dos posiciones biestables son construidas internamente con dos solenoides (Y1, Y2) para activar cada una de las posiciones, no tienen resorte interno. Cuando se energiza Y1 la válvula pasa a la posición 1 y permanece en esta posición aun cuando se des

energice. Para que la válvula pase a la posición 2, se debe energizar Y2, pero Y1 debe estar des energizada.

Válvula Direccional de Cinco Vías y Dos Posiciones (5/2)

Son válvulas que poseen una entrada de presión, dos puntos de utilización y dos escapes. Estas válvulas también son llamadas de 4 vías con 5 orificios, dependiendo de la norma empleada es un error denominarlas simplemente válvulas de 4 vías. Una válvula de 5 vías realiza todas las funciones de una de 4 vías. Proporciona aún mayores condiciones de aplicación y adaptación, se compara directamente a una válvula de 4 vías, principalmente cuando la construcción es de tipo distribuidor axial. Por consiguiente, se concluye, que todas las aplicaciones realizadas hacia una válvula de 4 vías pueden ser sustituida por una de 5 vías, sin ningún problema. Lo contrario, no siempre es posible. Existen aplicaciones que una válvula de 5 vías solamente puede hacer y que, cuando son hechas por una de 4 vías, necesitan la ayuda de otras válvulas, lo cual encarecerse el costo del circuito. A través de la otra conexión. La conexión a la red y el cierre del capó (o viceversa) se realizan simultáneamente. A continuación, se muestra la figura 42.

Figura 42.

Electroválvulas monoestable y biestable.



Electroválvula de 5/2 vías biestable.

Electroválvula de 5/2 vías Monoestable.

Nota Imágenes tomadas de las páginas Oficiales de GENE BRE Y AIR ON

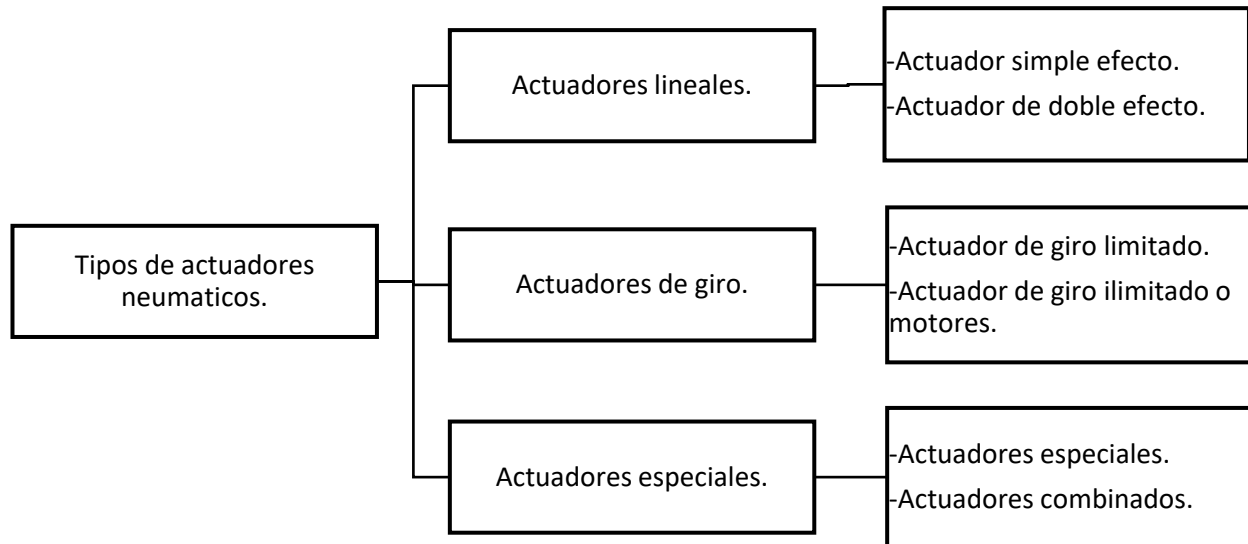
3.3.5. Tipos de pistones neumáticos.

En un sistema neumático los receptores son los llamados actuadores neumáticos o elementos de trabajo, cuya función es la de transformar la energía neumática del aire comprimido en trabajo mecánico.

La etapa de salida, también conocida como etapa de potencia, en un sistema neumático es la etapa que ejecuta comandos del sistema de procesamiento de señales (circuito de control) provenientes de la entrada. El dispositivo más utilizado en la automatización neumática es el cilindro neumático.

Un cilindro neumático consta de un cilindro que constituye el cuerpo cerrado por dos cabezales, con un émbolo en su interior que transmite su desplazamiento al exterior por medio de un vástago. Se llama cabezal anterior al que está atravesado por el vástago, y cabezal posterior al que no está atravesado por el vástago. Los cilindros realizan el máximo esfuerzo cuando empujan. Es decir, cuando la presión actúa sobre la cara del émbolo que no lleva vástago, ya que de esta forma la superficie activa del vástago es mayor. Por tanto, si queremos sacarle el máximo rendimiento al cilindro, conviene utilizarlo de forma que la fuerza se aplique al vástago que sobresale. Las acciones que realizan los cilindros son las de tirar y empujar. Los cilindros aplican la máxima fuerza al empujar.

Figura 43.
Tipos de actuadores lineales.



Nota: Elaboración propia, tomada de Libro Automatización Electroneumática.

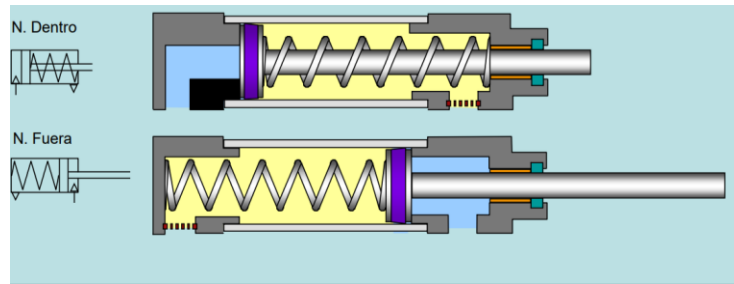
Actuadores lineales.

Cilindro de simple efecto.

En un cilindro de simple efecto, el aire comprimido sólo actúa en una de las dos cámaras que define el pistón en el interior del cilindro. En general, la carrera de funcionamiento del cilindro es el vástago que sobresale. La carrera inversa de estos cilindros neumáticos se puede lograr aplicando fuerza interna al cilindro por medio de un resorte o muelle.

En general, los cilindros de simple efecto utilizados con mayor frecuencia son los de retorno por resorte (muelle) porque de esta manera se puede conocer con precisión tanto la acción como la fuerza de retorno, ya que no se ven afectadas por las condiciones externas. Ver figura 44.

Figura 44.
Cilindro de simple efecto.

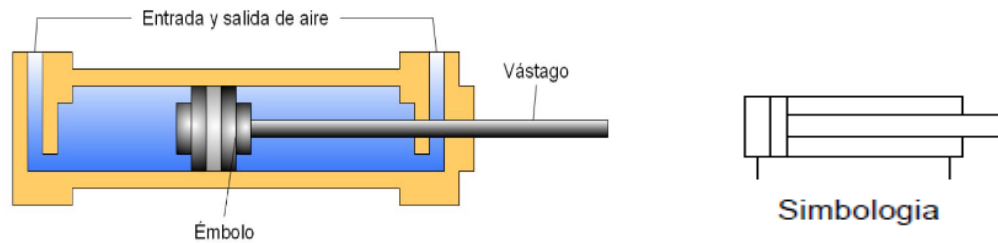


Nota Imagen tomada de: Tecnología Industrial 2 - IES Jaime Ferrán: Elementos de un circuito neumático.

Cilindro de doble efecto.

Los cilindros más utilizados son los cilindros de doble efecto, en los que el aire comprimido actúa en dos cámaras que un pistón confina al cilindro. El vástago del embolo del cilindro de doble efecto tiene dos posiciones estables: retraída y extendida. En estos cilindros, la totalidad del cuerpo del cilindro se utiliza como carrera útil, no es necesario realizar ningún trabajo para comprimir el resorte y su modo de funcionamiento se puede controlar con mayor precisión.

Fuerza del cilindro La transmisión de potencia neumática se basa en el principio de Pascal: cualquier presión aplicada al fluido se transmitirá completamente en todas las direcciones. Por tanto, la fuerza que actúa sobre el pistón es igual al producto de la presión sobre la superficie. En un cilindro de simple efecto, se debe reducir la fuerza del resorte de retorno, y en un cilindro de doble efecto, se debe restar el área del vástago del área total del pistón durante la carrera de retorno. En caso de fricción o par de arranque, la fuerza de diseño se reducirá entre un 3% y un 10%. Ver figura 45.

Figura 45.*Pistón de doble efecto, simbología y partes.*

Nota Imagen tomada de: Tecnología Industrial 2 - IES Jaime Ferrán: Elementos de un circuito neumático.

Características técnicas para los cilindros neumáticos.

- Una característica importante es la cantidad de aire comprimido necesaria para operar el cilindro.
- La energía del aire comprimido introducido en el cilindro se consume, se convierte en trabajo y, una vez utilizado, se libera a la atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso.
- El caudal de aire teórico del cilindro se refiere a la cantidad de aire consumido durante cada ciclo de funcionamiento. Ciclo de trabajo significa el movimiento del pistón desde la posición inicial hasta el final de la carrera, así como el regreso a la posición inicial.
- Velocidad del pistón.
- La velocidad media del pistón en un cilindro estándar oscila entre 0,1 y 1,5 m/s. En cilindros especiales, la velocidad puede ser mayor.

- Carrera del cilindro, en comparación con un cilindro de simple efecto con retorno por resorte, la carrera de un cilindro de doble efecto está mucho menos restringida.

3.4 Bandas Transportadoras.

En la actualidad, el procesamiento de un producto industrial, agroindustrial, agrícola y minero están sujetos a diferentes movimientos, ya sean en sentido vertical, horizontal e inclinados. Para cumplir este objetivo, son utilizados equipos con el nombre de cintas transportadoras.

Los primeros materiales que se transportan por cinta y de los que se tiene nota histórica, fueron los cereales y las harinas. Con posterioridad, el otro producto más transportado fue el carbón.

Pueden llevarse a cabo las siguientes clasificaciones de las bandas transportadoras:

✓ Según el tipo de tejido:

- De algodón.
- De tejidos sintéticos.
- De cables de acero.

✓ Según la disposición del tejido:

- De varias telas o capas.
- De tejido sólido.

✓ Según el aspecto de la superficie portante de la carga:

- Lisas (aspecto más corriente).
- Rugosas, con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados.

Constitución de la banda

La Banda al cumplir la función de transportar, está sometida a la acción de las siguientes influencias, de las fuerzas longitudinales, que producen alargamientos, el peso del material entre las ternas de rodillos portantes, que producen flexiones locales, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, y ello a consecuencia de la adaptación de la banda a la terna de rodillos. De los impactos del material sobre la cara superior de la banda, que producen erosiones sobre la misma, Para soportar adecuadamente las influencias anteriores, la banda está formada por dos componentes básicos:

1. **El tejido o Carcasa**, que transmite los esfuerzos.
2. **Los recubrimientos**, que soportan los impactos y erosiones.

Generalidades De Los Rodillos.

Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de estos. Si el giro de estos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de esta.

Funciones de los rodillos.

Uno de los componentes más importantes de las bandas transportadoras son los rodillos ya que estos son los que dan el movimiento, el sentido de giro.

Las funciones para cumplir son: soportar la banda y el material a transportar por la misma en el ramal superior, y soportar la banda en el ramal inferior; los rodillos del ramal superior situados en la zona de carga deben soportar además el impacto producido por la caída del material.

3.5. Fajas y Poleas.

3.5.1 Transmisión por correas.

La función básica de una transmisión por correa o cadena es la misma que la de una transmisión por engranajes. Estos tres mecanismos se utilizan para transmitir fuerza entre ejes giratorios. Sin embargo, el uso de engranajes resulta poco práctico cuando la distancia entre los ejes es significativa. Tanto las transmisiones por correa como por cadena ofrecen un funcionamiento flexible y eficiente con distancias de eje grandes y distancias pequeñas.

La función de la transmisión por correa es transmitir la rotación y el par de un eje a otro de forma suave, silenciosa y económica. Las transmisiones por correa brindan la mejor combinación de flexibilidad de diseño, bajo costo y mantenimiento mínimo.

En comparación con otros tipos de transmisión de potencia, la transmisión por correa tiene las siguientes ventajas:

- Son más baratos que las transmisiones por engranajes o cadenas.
- La distancia entre centros de ejes es flexible, mientras que en los engranajes es limitada.
- Funciona suave y livianamente a altas velocidades.
- Pueden diseñarse para moverse cuando la máquina está sobrecargada.

Tipos de correa.

✓ Correa plana.

- Este es el tipo más simple, pero normalmente solo se usa en aplicaciones de bajo torque porque la fuerza motriz se limita a pura fricción entre la correa y la polea.

✓ **Correa trapezoidal.**

Es el tipo de correa más comúnmente utilizado, especialmente en aplicaciones industriales y automotrices. La forma de V permite que la correa se ajuste firmemente contra la polea, lo que aumenta la fricción y permite un mayor torque.

✓ **El cinturón de múltiples ranuras.**

Este diseño de correa corresponde a colocar múltiples correas trapezoidales una al lado de la otra, pero conectadas en un solo bloque. Se utiliza para aumentar la cantidad de potencia transmitida.

✓ **Correa corrugada.**

El diseño de la correa es similar al de la correa en V, pero tiene ranuras en la interior, Esta característica incrementa la flexibilidad de la correa, permitiéndole girar en radios menores. Por consiguiente, se usa en poleas más pequeñas, reduciendo así el tamaño de la transmisión.

✓ **Correa de distribución.**

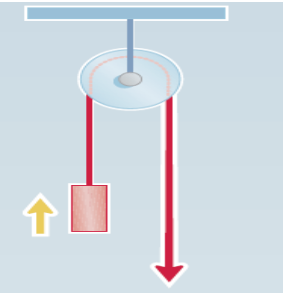
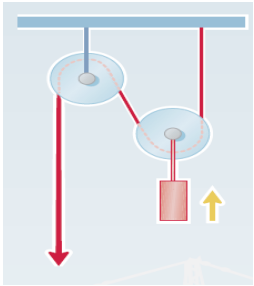
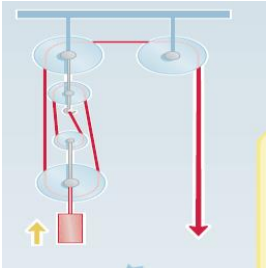
Tiene dientes como un engrane que se acoplan con los dientes de la polea. Su configuración combina la flexibilidad de una correa con el agarre positivo de una transmisión de engranes. Esta correa se usa ampliamente en aplicaciones donde se requiere un posicionamiento relativo de los ejes respectivos.

3.5.2 Polea.

Se conoce como polea a una máquina simple diseñada para transmitir fuerza y operar como un mecanismo de tracción.

Tabla 17

Tipos de poleas.

POLEA FIJA	
	Este tipo de máquina cuelga de un punto fijo y aunque no disminuye la fuerza ejercida, que es igual a la resistencia, facilita muchos trabajos. La polea fija simplemente permite una mejor posición para tirar de la cuerda, ya que cambia la dirección y el sentido de las fuerzas. Por ejemplo, en un pozo se consigue subir un cubo lleno de agua de forma más cómoda para nuestra anatomía, tirando hacia abajo en vez de alzándolo.
POLEA MÓVIL	
	En esta modalidad, la polea está unida al objeto y puede moverse verticalmente a lo largo de la cuerda. De este modo, la fuerza se multiplica, ya que la carga es soportada por ambos segmentos de cuerda (cuantas más poleas móviles tenga un conjunto, menos esfuerzo se necesita para levantar un peso). La fuerza motriz que se emplea para alzar una carga es la mitad que la resistencia, aunque para ello se tenga que tirar de la cuerda el doble de la distancia.
POLIPASTO	
	Esta clase de máquina también se llama aparejo y se utiliza para poder levantar grandes pesos mediante un esfuerzo moderado. El polipasto se compone de un sistema de poleas fijas y móviles, con lo que consigue los efectos de las dos.

CAPITULO IV

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MÓDULO.

4.1. Descripción del proceso del módulo.

En la fase inicial del proceso, los materiales se almacenan en un área designada de forma estratégica. Un sensor monitorea constantemente la presencia de estos materiales. Cuando detecta su presencia, se permite iniciar el proceso donde se activa una electroválvula y acciona un pistón neumático, la cual responde a una señal emitida por una salida específica del PLC. Este sistema sincronizado permite que los materiales se transfieran de manera eficiente a una banda transportadora.

Durante el recorrido en la banda, diversos sensores recopilan información precisa sobre el tipo de material. Entre estos sensores se incluyen un inductivo, color y un capacitivo, que juntos identifican características detalladas de los materiales, como nylon, materiales ferrosos.

Una vez identificados, los materiales son clasificados y dirigidos a depósitos de almacenamiento asignados mediante el uso de electroválvulas y pistones. Toda la información generada en este proceso se presenta a través de una interfaz hombre-máquina (HMI), la cual permite monitorear el producto en tiempo real mediante contadores. Además, la HMI otorga al usuario control total sobre el proceso, desde iniciar, supervisar y detenerlo, hasta ver alarmas y establecer un número específico de piezas a procesar.

De manera crucial, si el sensor detecta la ausencia de material en el almacén, el proceso se detiene automáticamente. Esta capacidad de adaptación ante cambios es esencial para garantizar la eficiencia del sistema.

El módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales trabaja en sistema de lazo abierto a continuación se detalla el porqué:

Este módulo didáctico cuenta con diferentes tipos de procesos de clasificación de materiales de los cuales son manual, automático y control de conteo.

Manual: En esta selección del proceso el estudiante podrá activar de forma individual cada actuador, trabajando así en un sistema de lazo abierto ya que es el estudiante u operario del equipo que decide que acción realizar al momento de trabajar con el módulo.

Automático: En este proceso el estudiante solo tendrá que accionar el botón de inicio para que entre en funcionamiento el proceso indefinidamente hasta que se quede el almacén sin material o presionen el paro del proceso, trabajando así en sistema de lazo abierto ya que este sistema trabajara de manera cíclica detectando el tipo del material que se esté procesando en ese momento.

Control de conteo: Se trata de un proceso controlado, en el cual se asignan valores a los contadores de las piezas que se desean procesar, trabajando así en un sistema de lazo abierto ya que aunque en el sistema se tenga mayor control del proceso con la ayuda de los contadores , estos solo servirán para procesar una cantidad de piezas programadas en el sistema donde al terminar de realizar el conteo establecido el módulo terminara el trabajo establecido.

4.2. Características de los componentes del módulo.

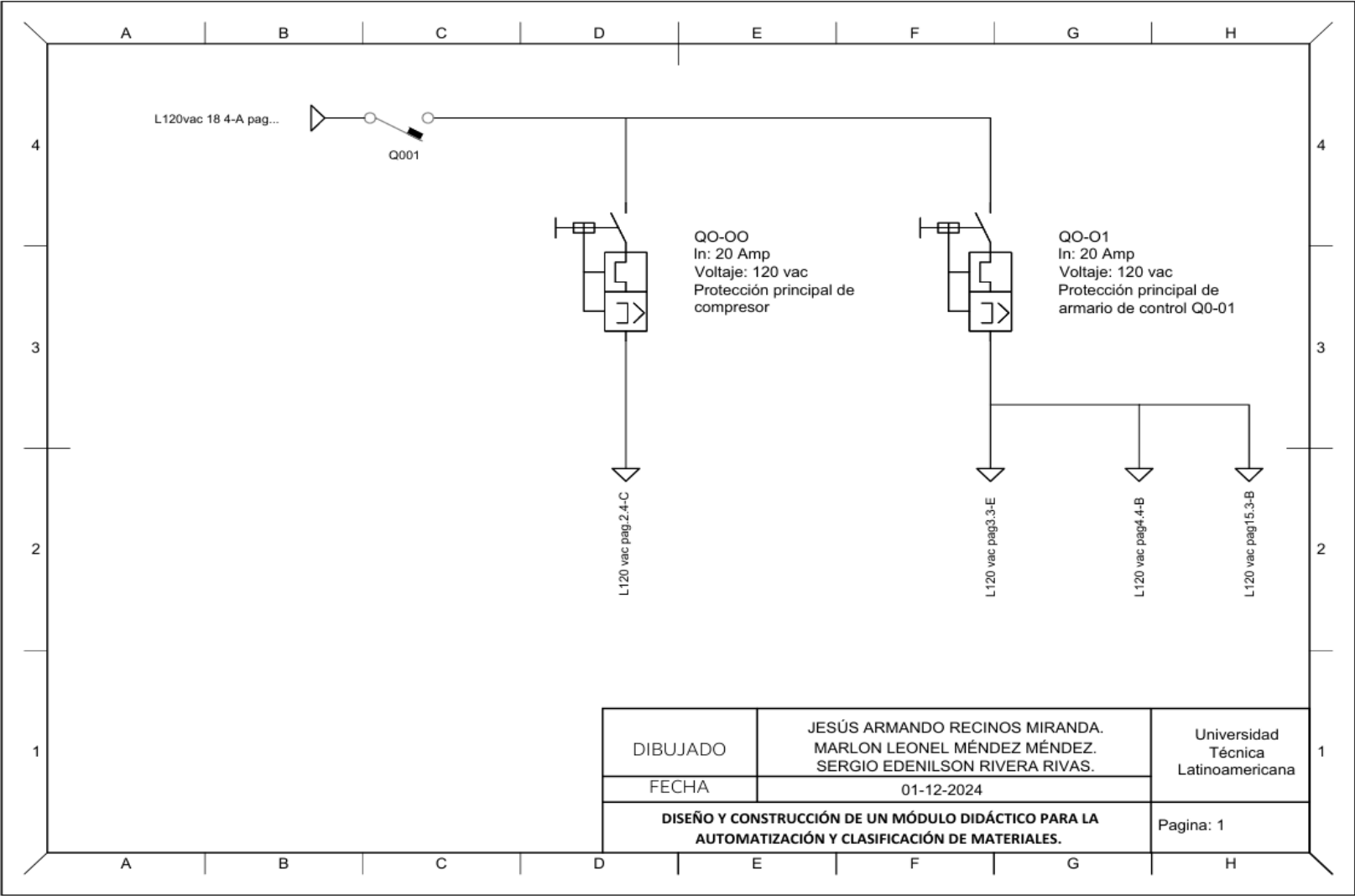
A continuación, se detalla la lista de equipos que se utilizan en el proyecto.

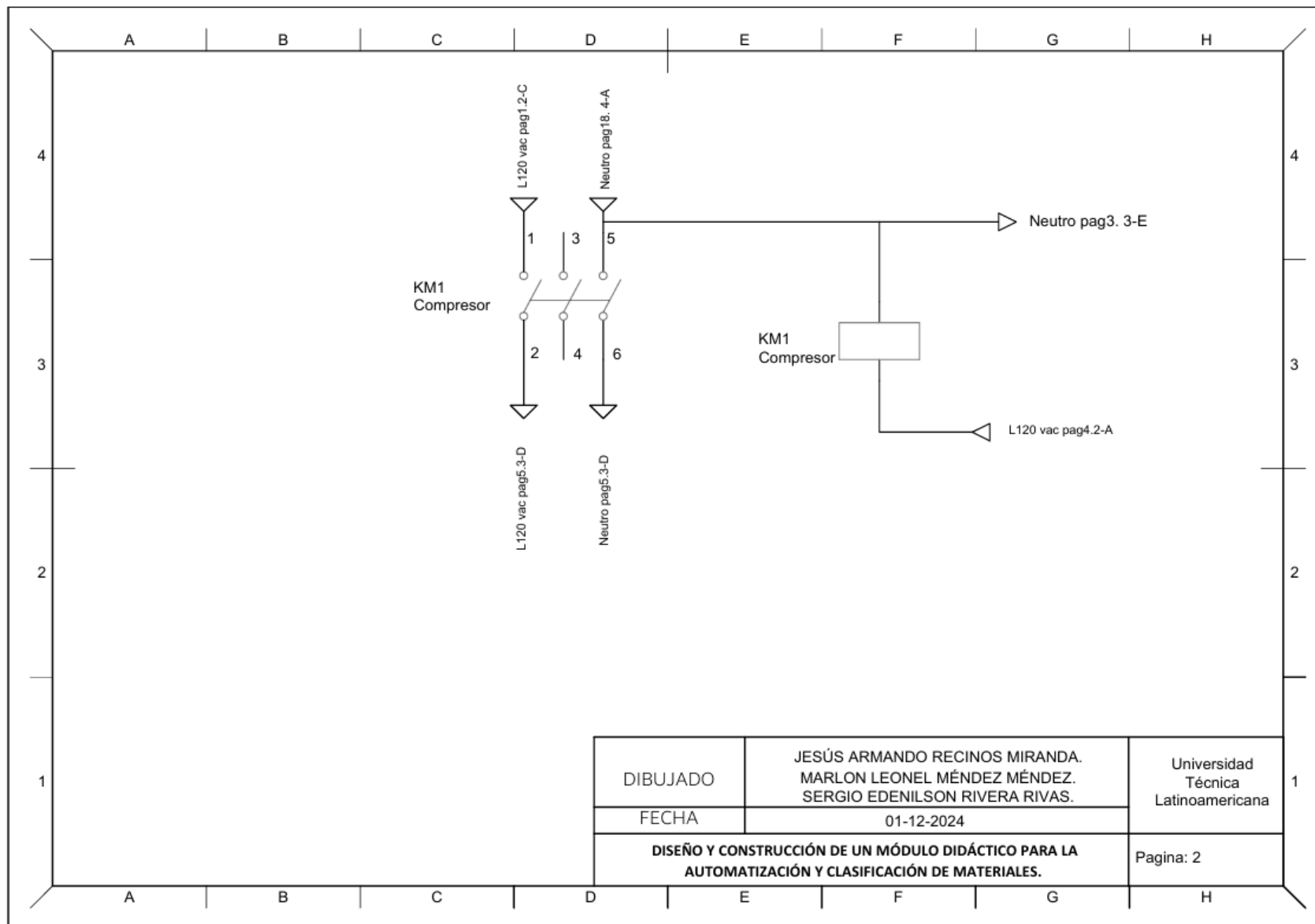
Tabla 18.

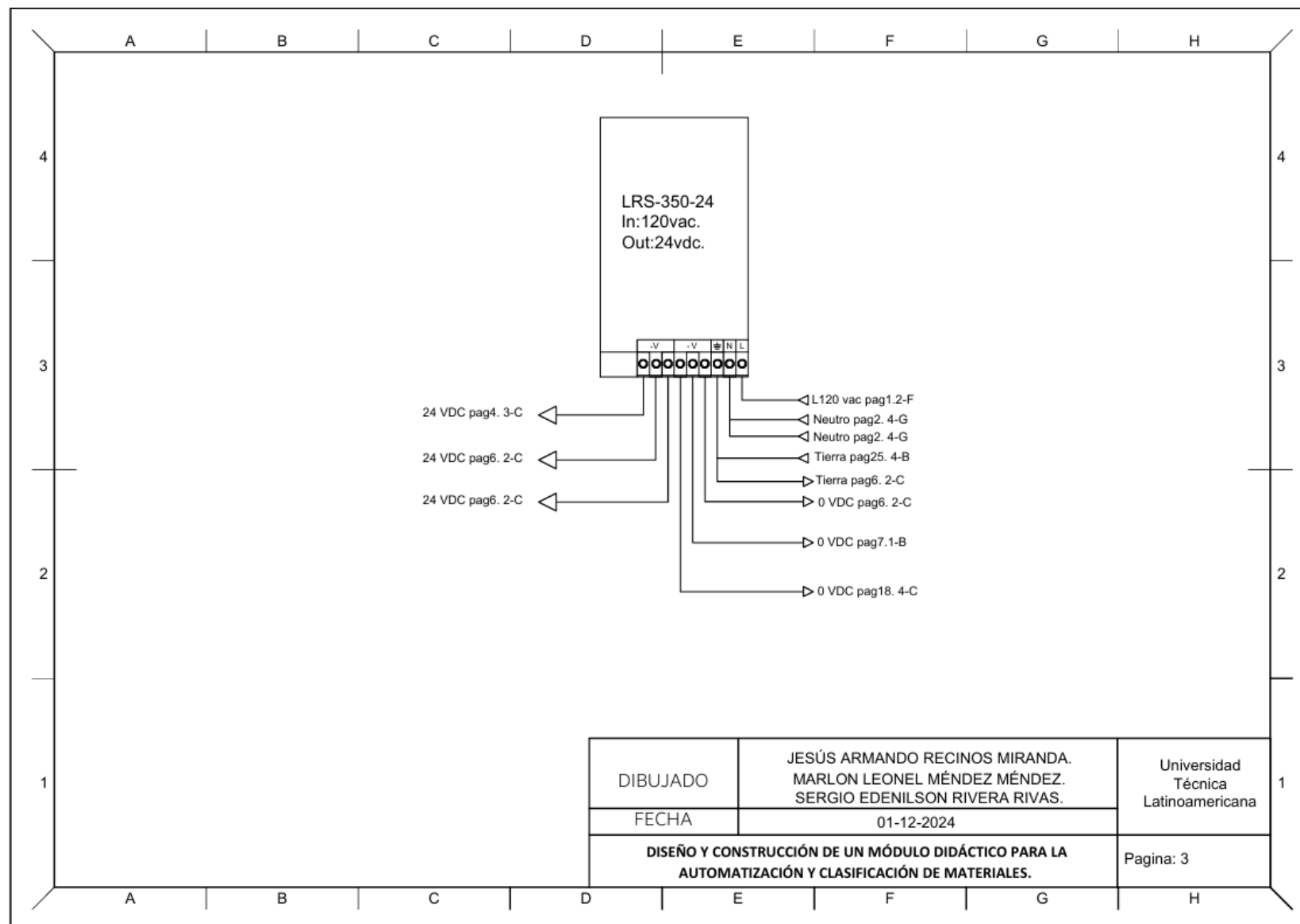
Componentes del equipo.

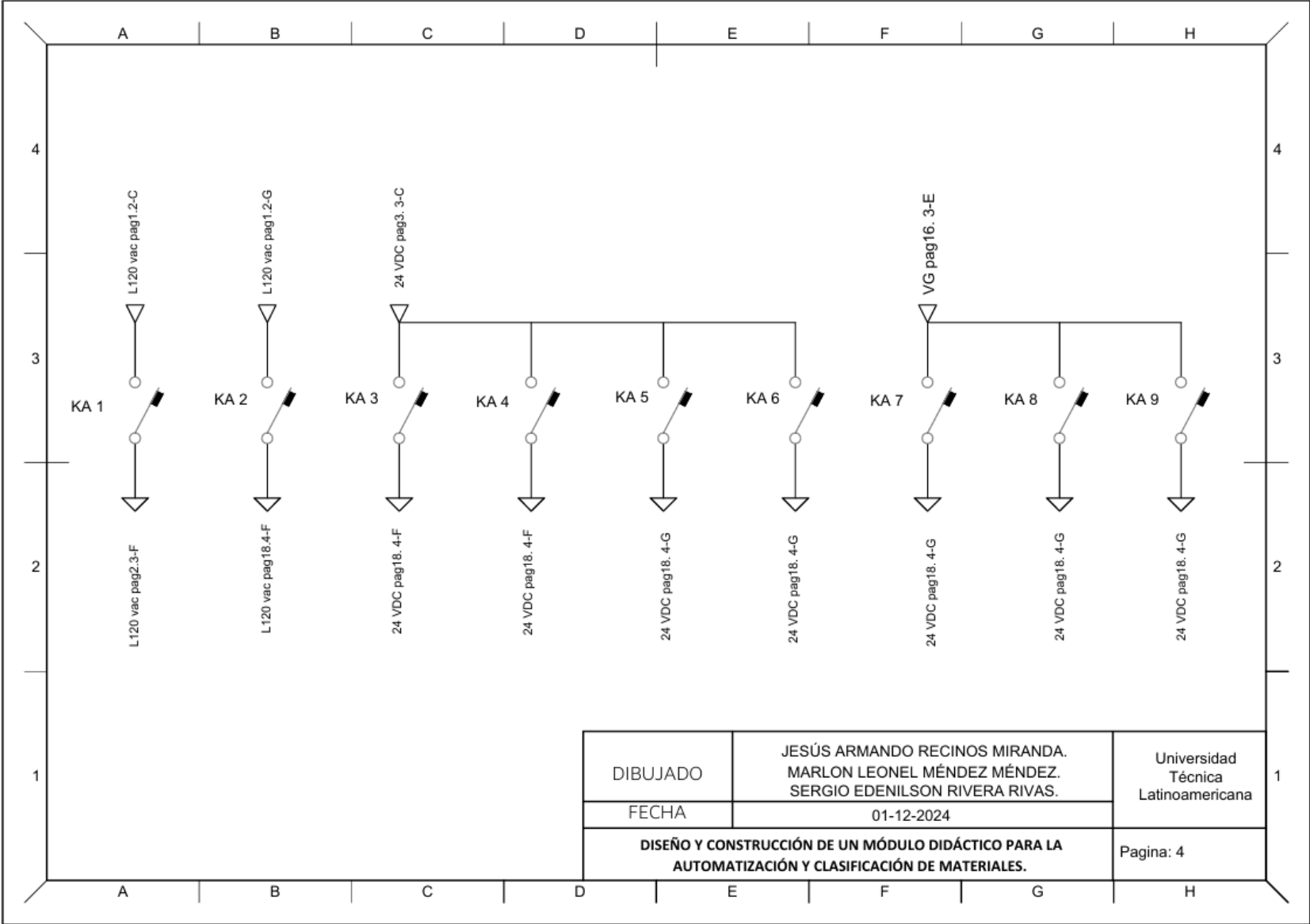
Cuadro de componentes del equipo	
Tipo de componente	Cantidad
Autómata 1 polo	2
Banda transportadora	1
Contactor	1
Compresor 1.2KW -50L	1
Fuente 120 VAC a 24 VDC	1
Electroválvulas 5/2 a 24 VDC	4
Motor de banda transportadora	1
Pantalla HMI DOP107WV	1
PLC Delta DVP26SE11T	1
Cilindro neumático lineal	3
Cilindro neumático tipo mesa	1
Relé electromecánico Slim	9
Sensor capacitivo	1
Sensor de color	1
Sensor fotoeléctrico	1
Sensor inductivo	1
Sensor magnético	4
Unidad de mantenimiento	1

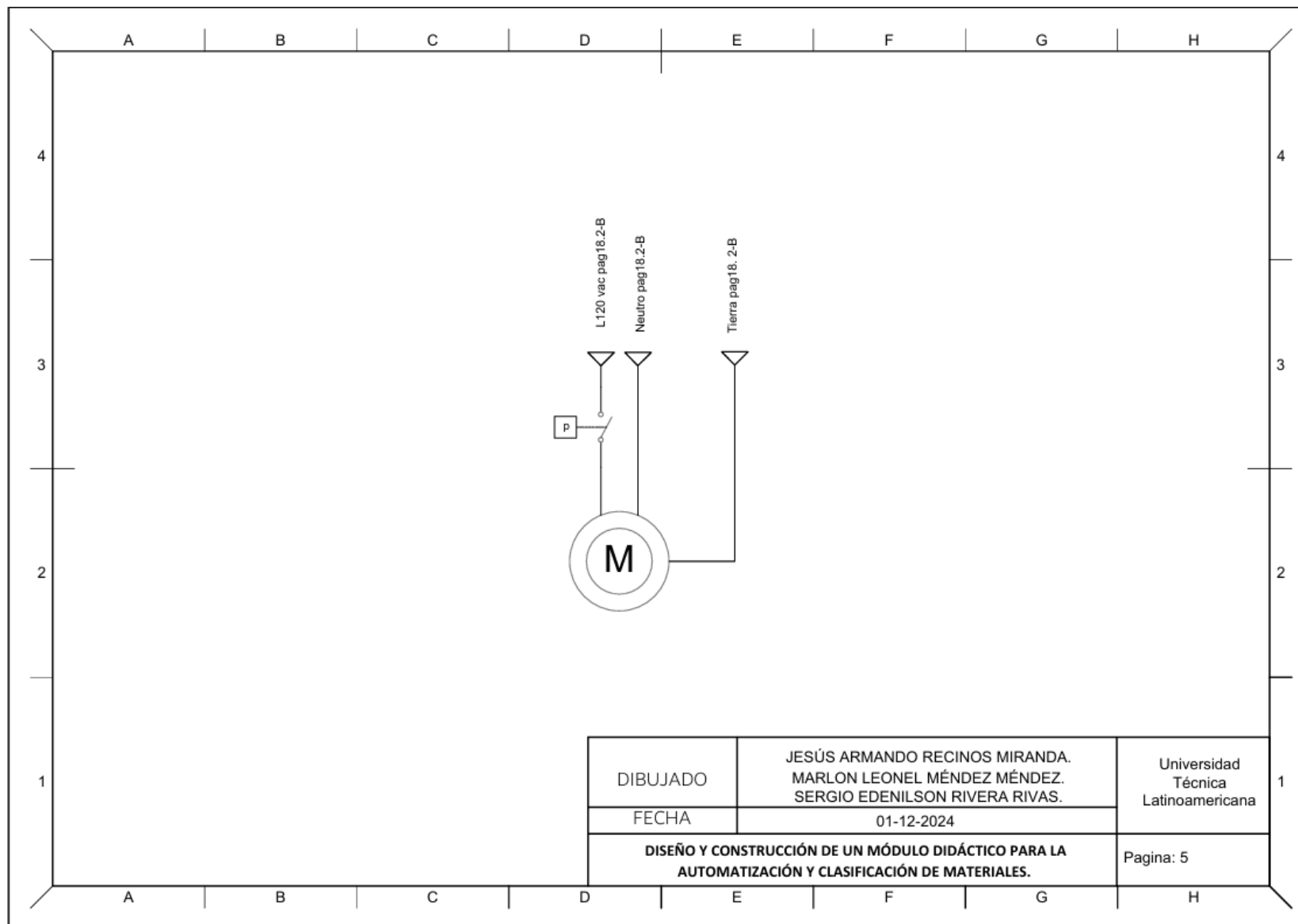
4.3. Lógica cableada del módulo.

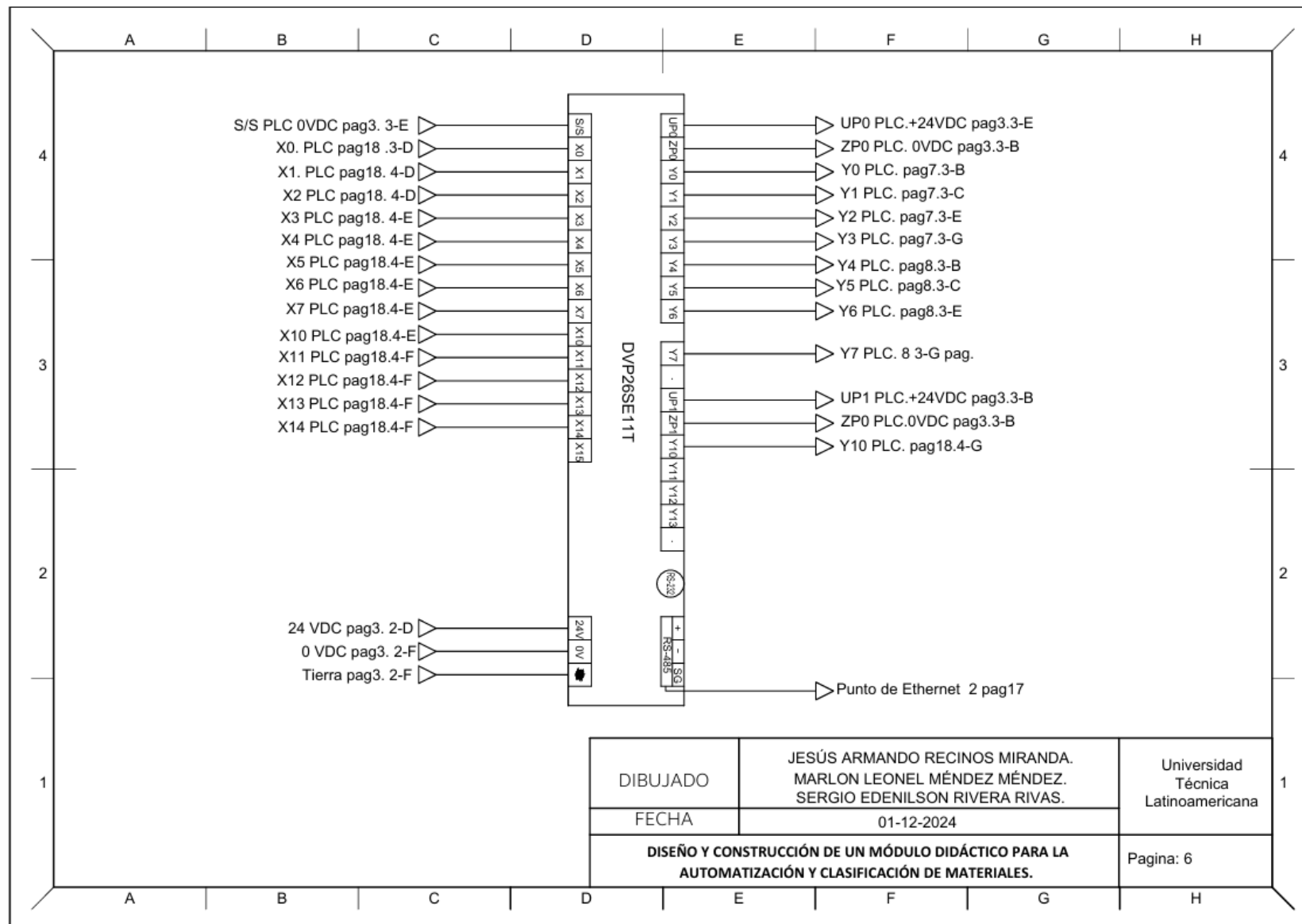


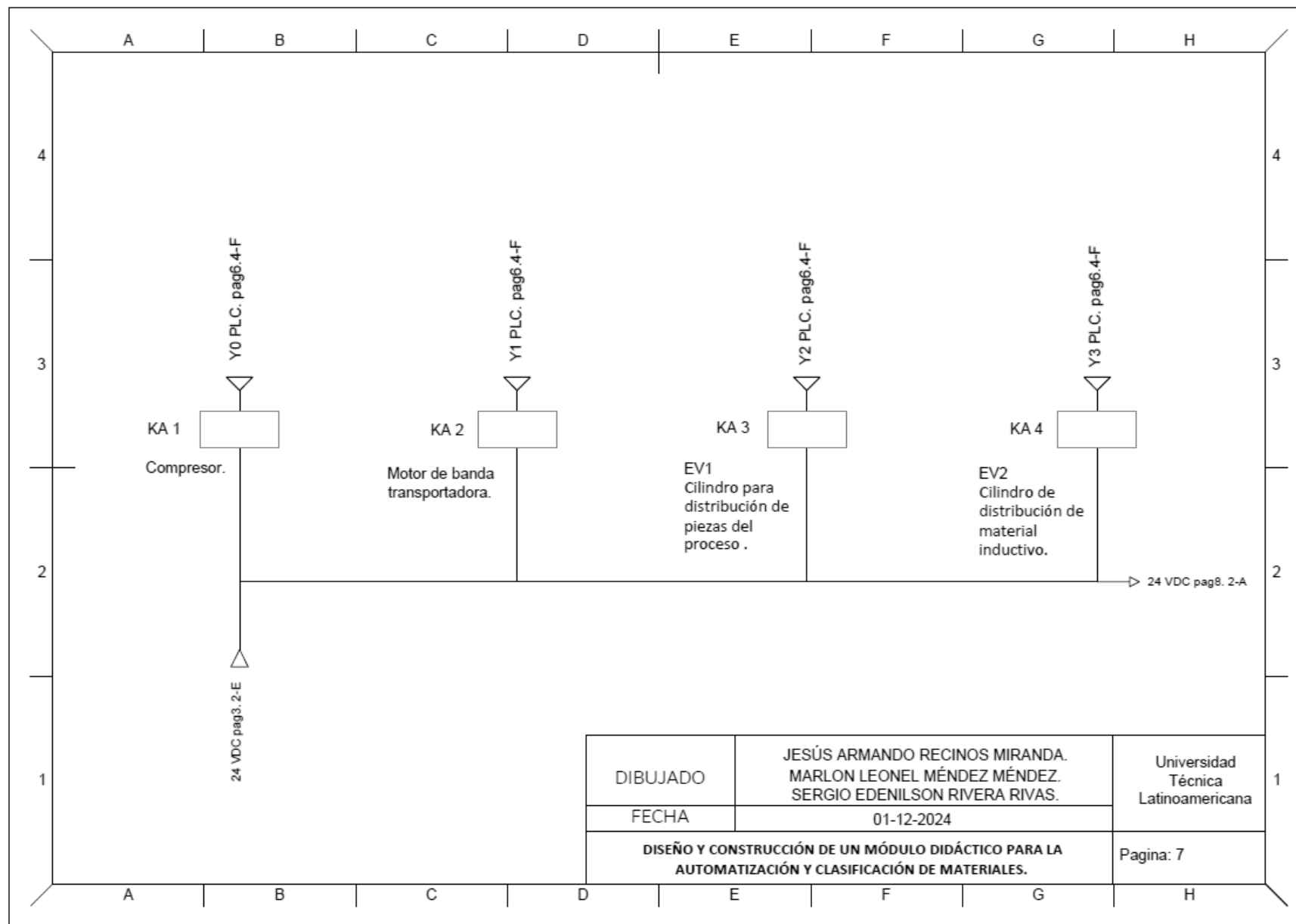


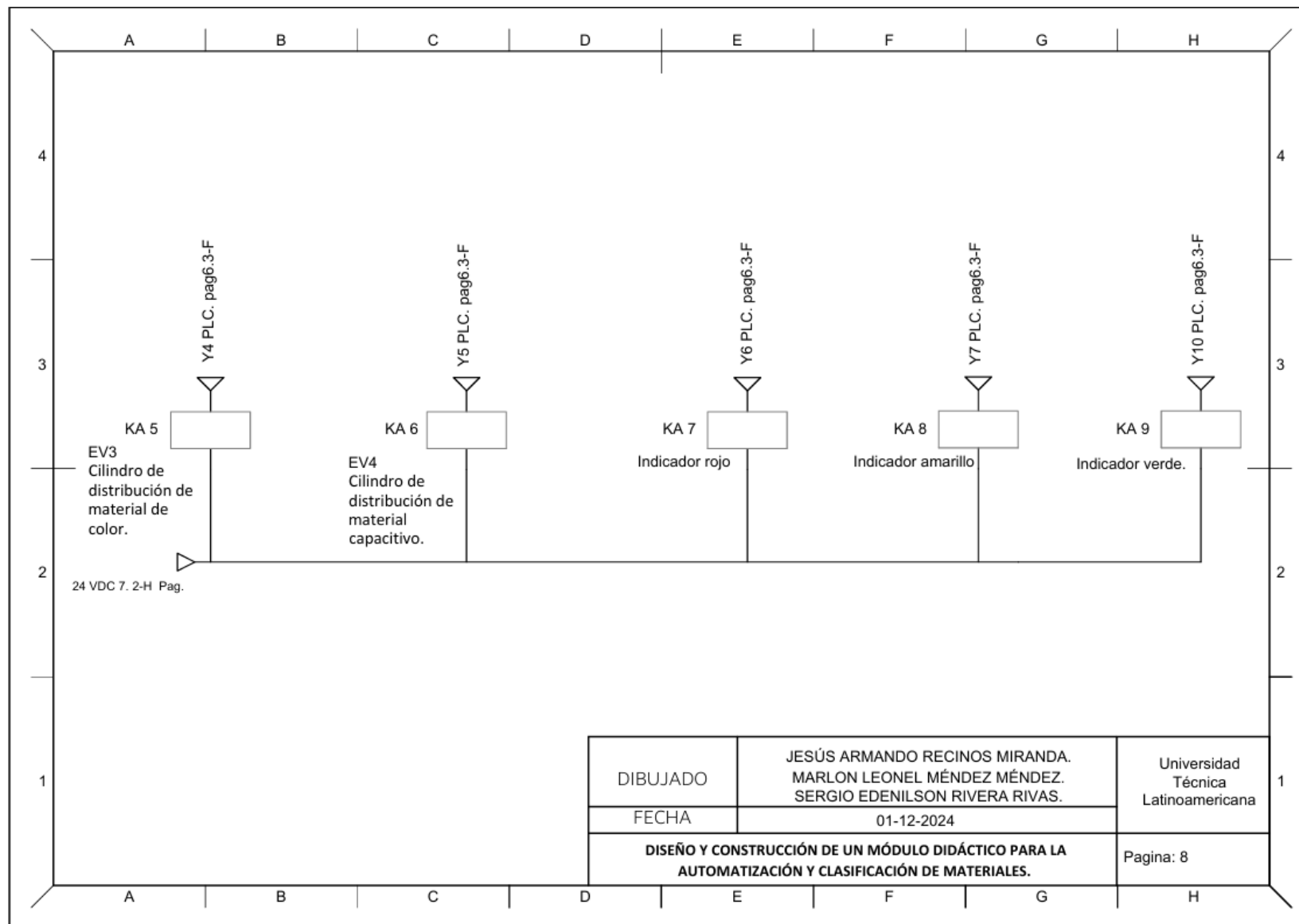


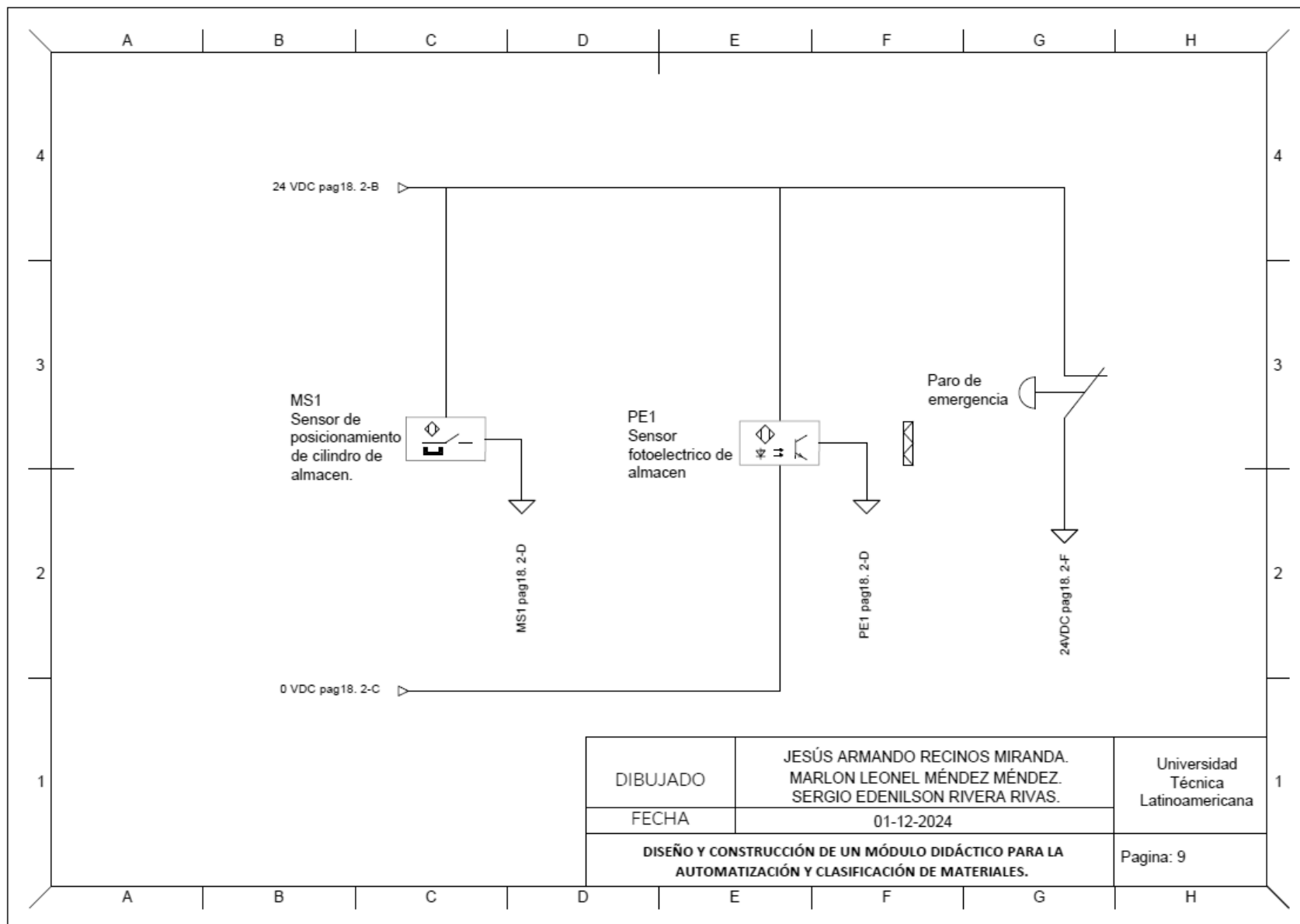


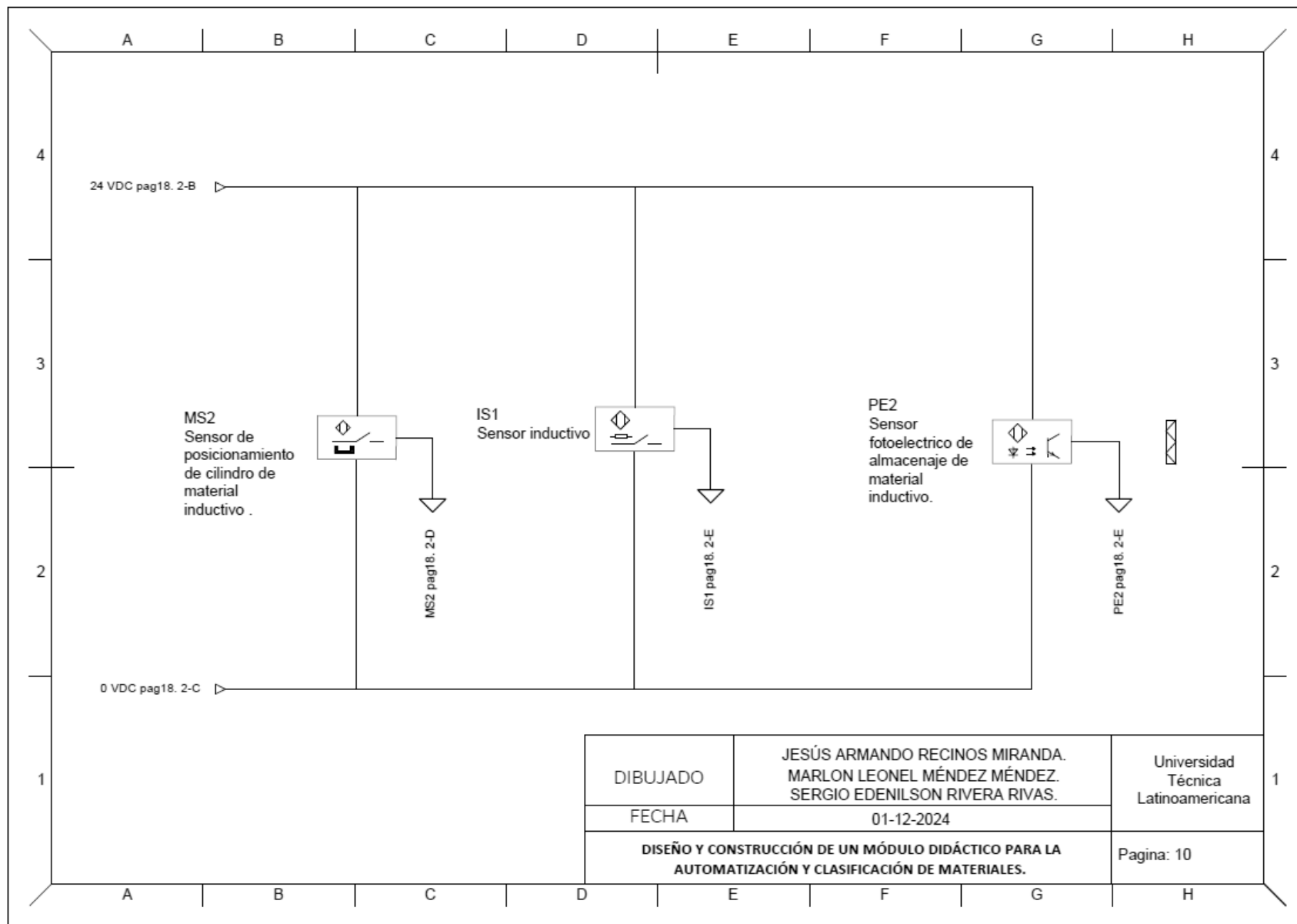


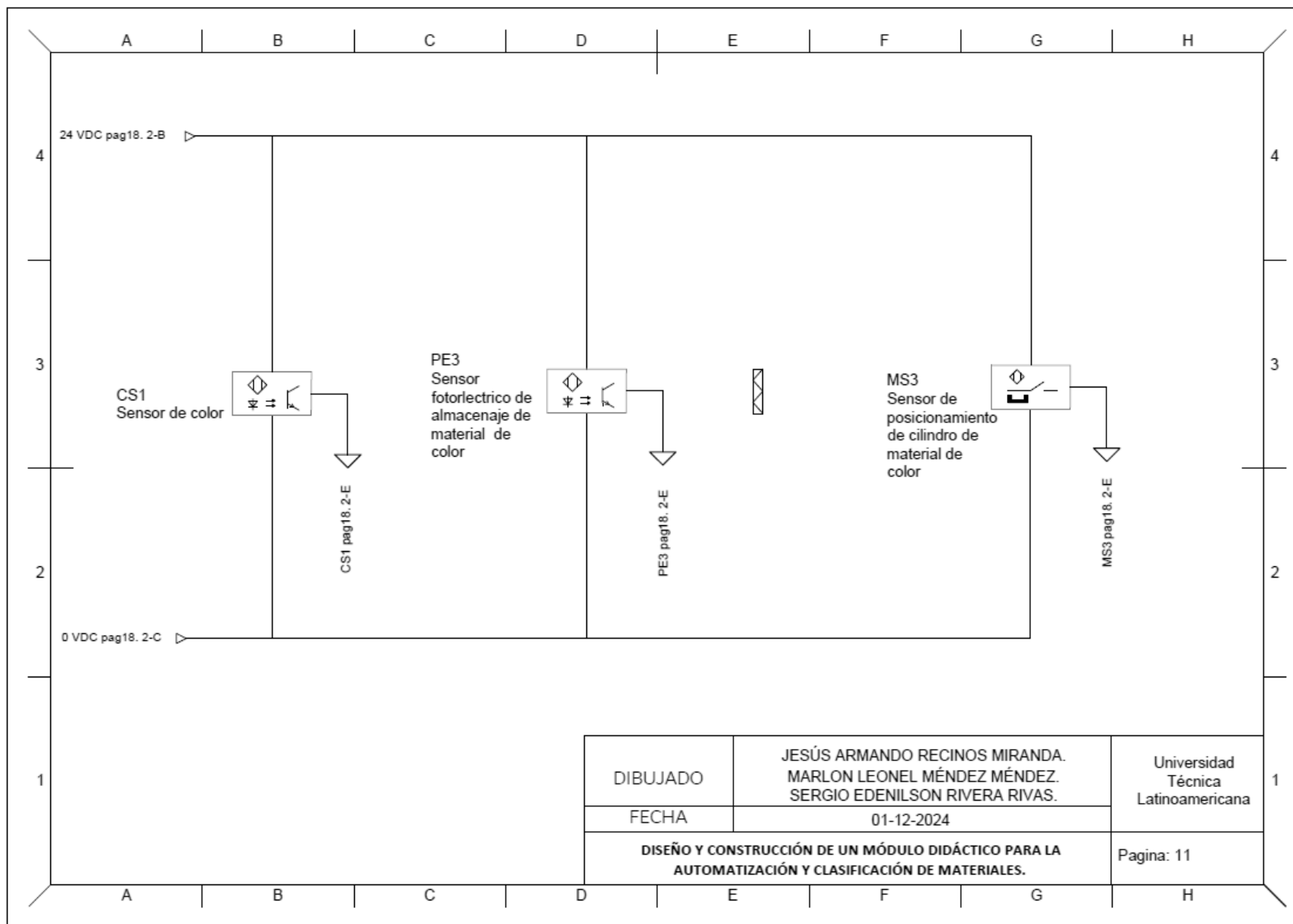


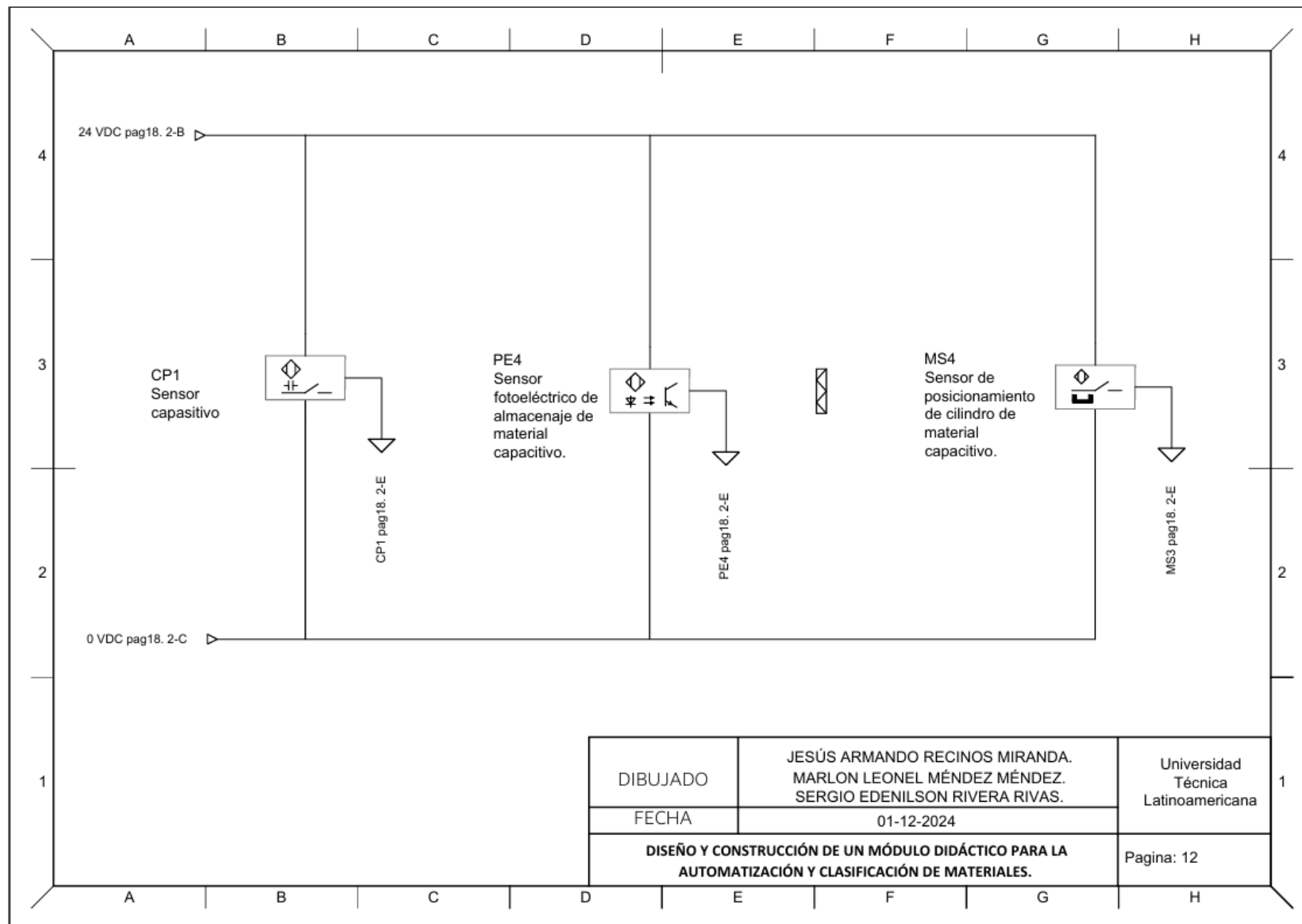


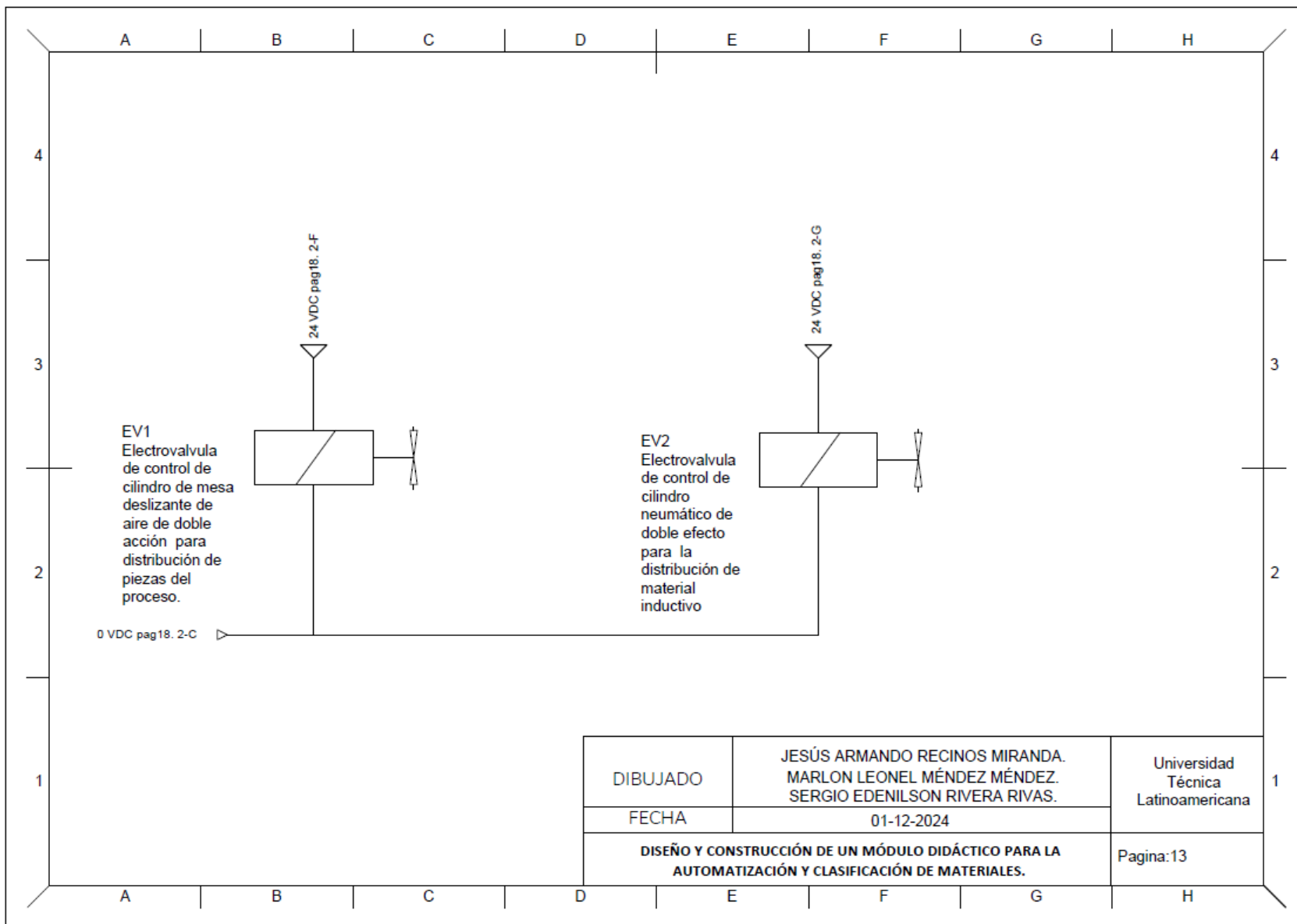


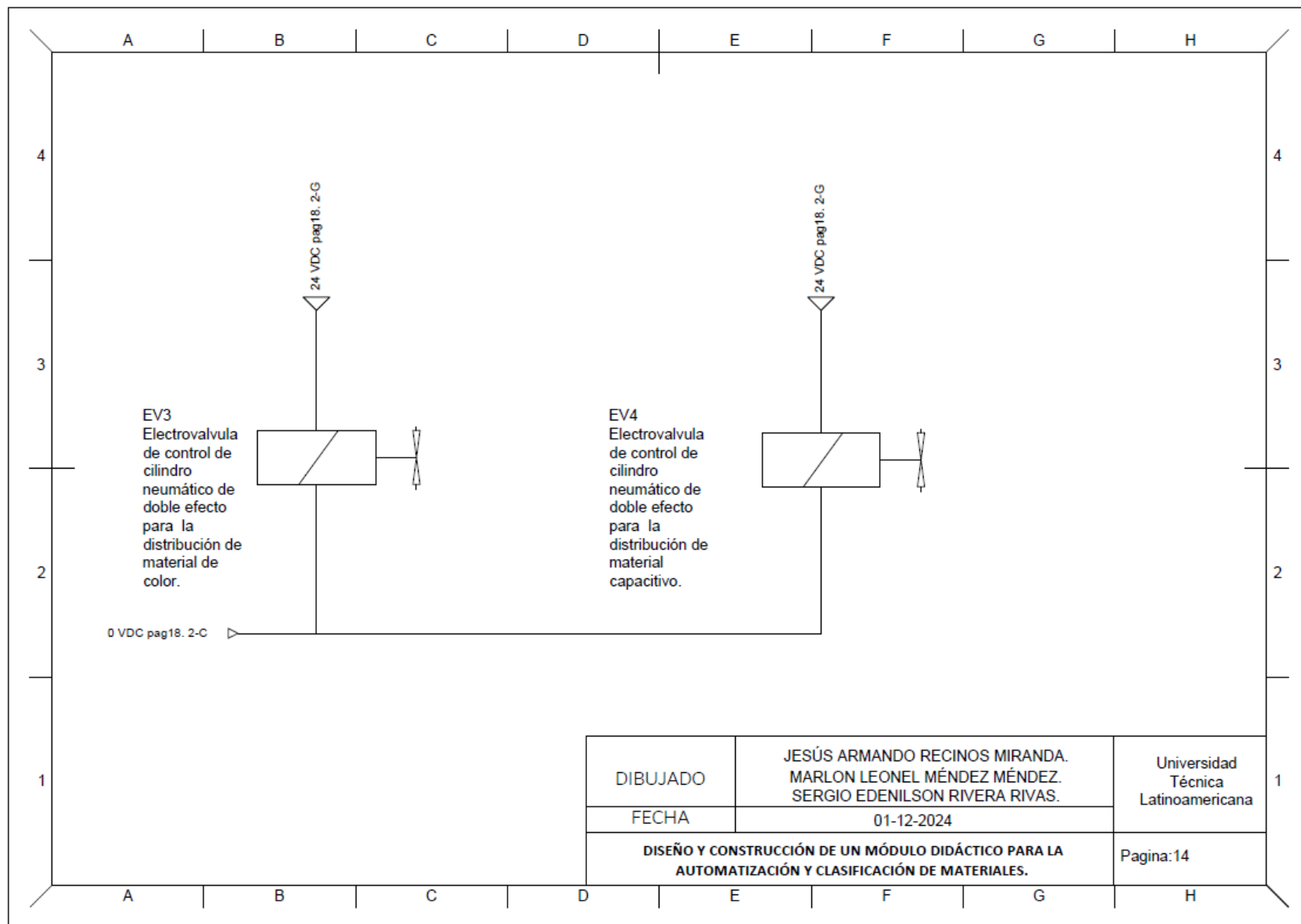


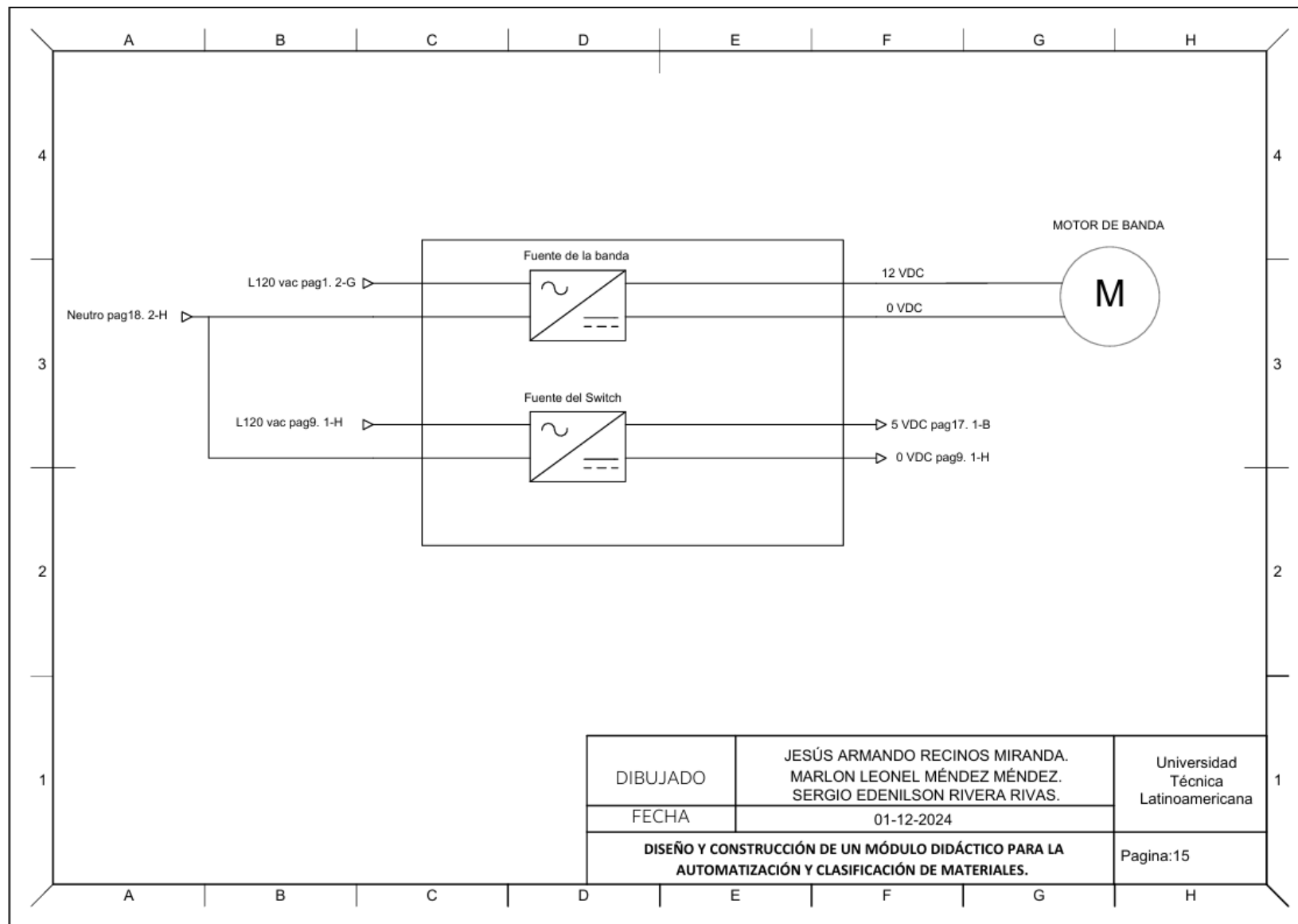


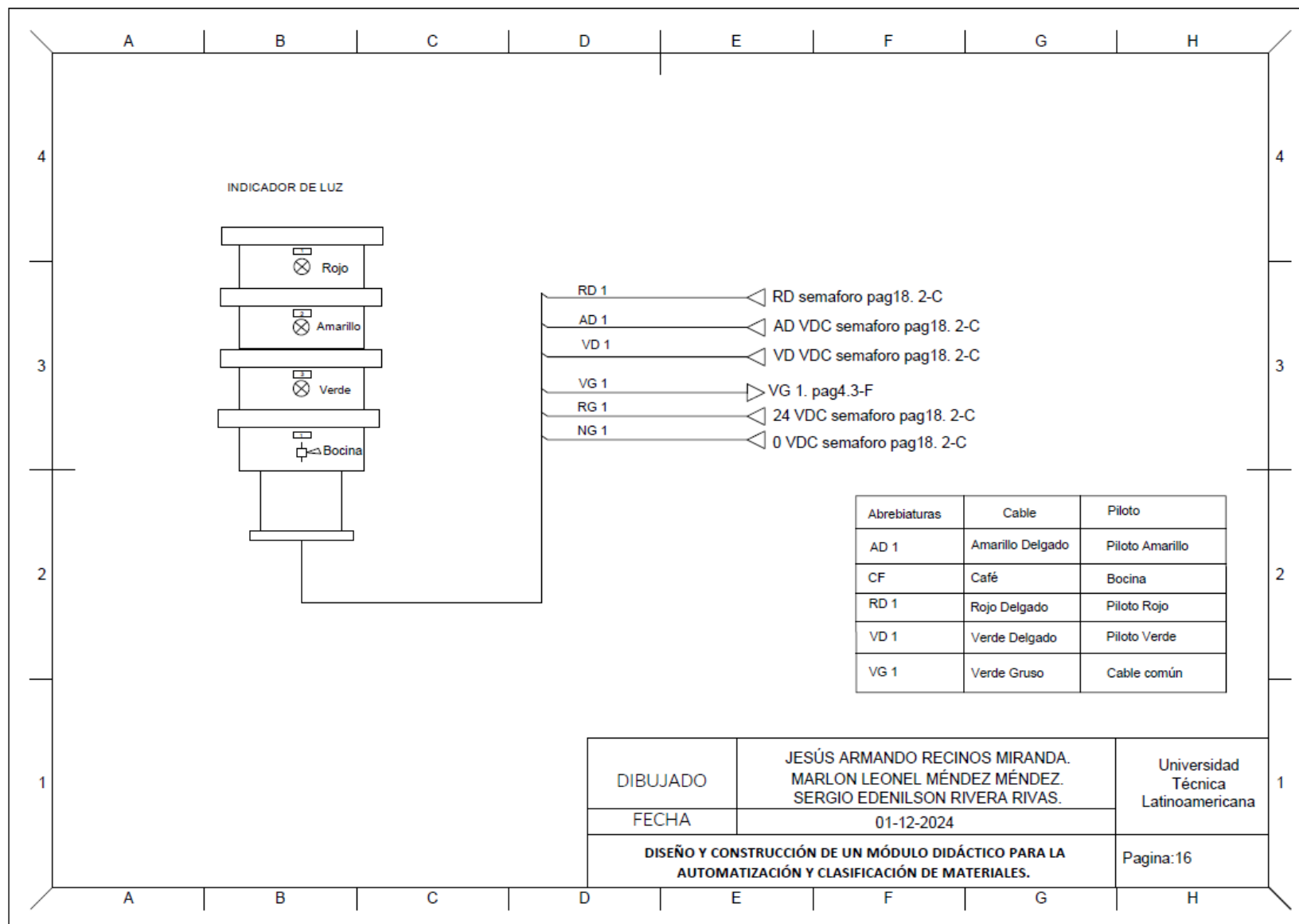


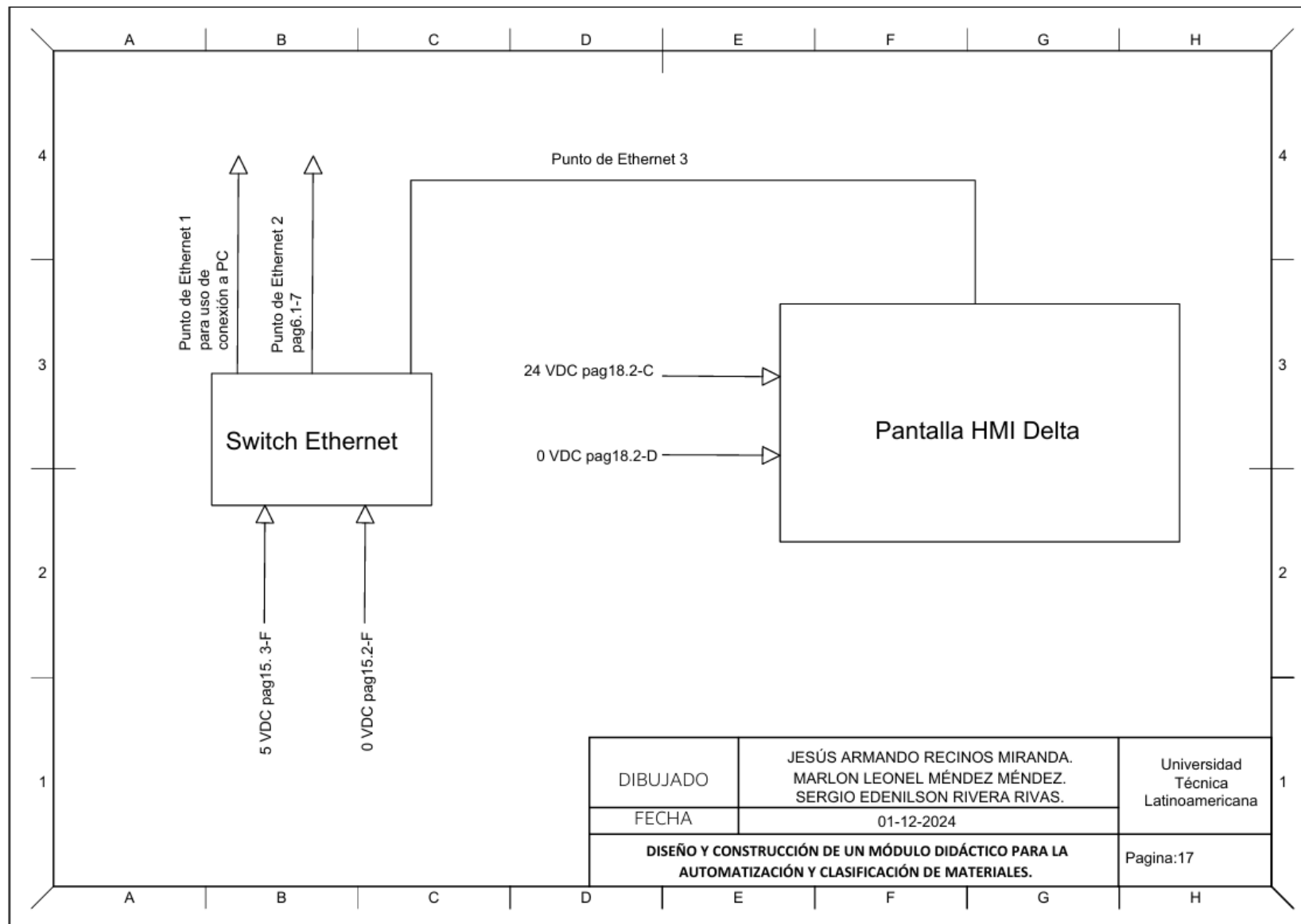


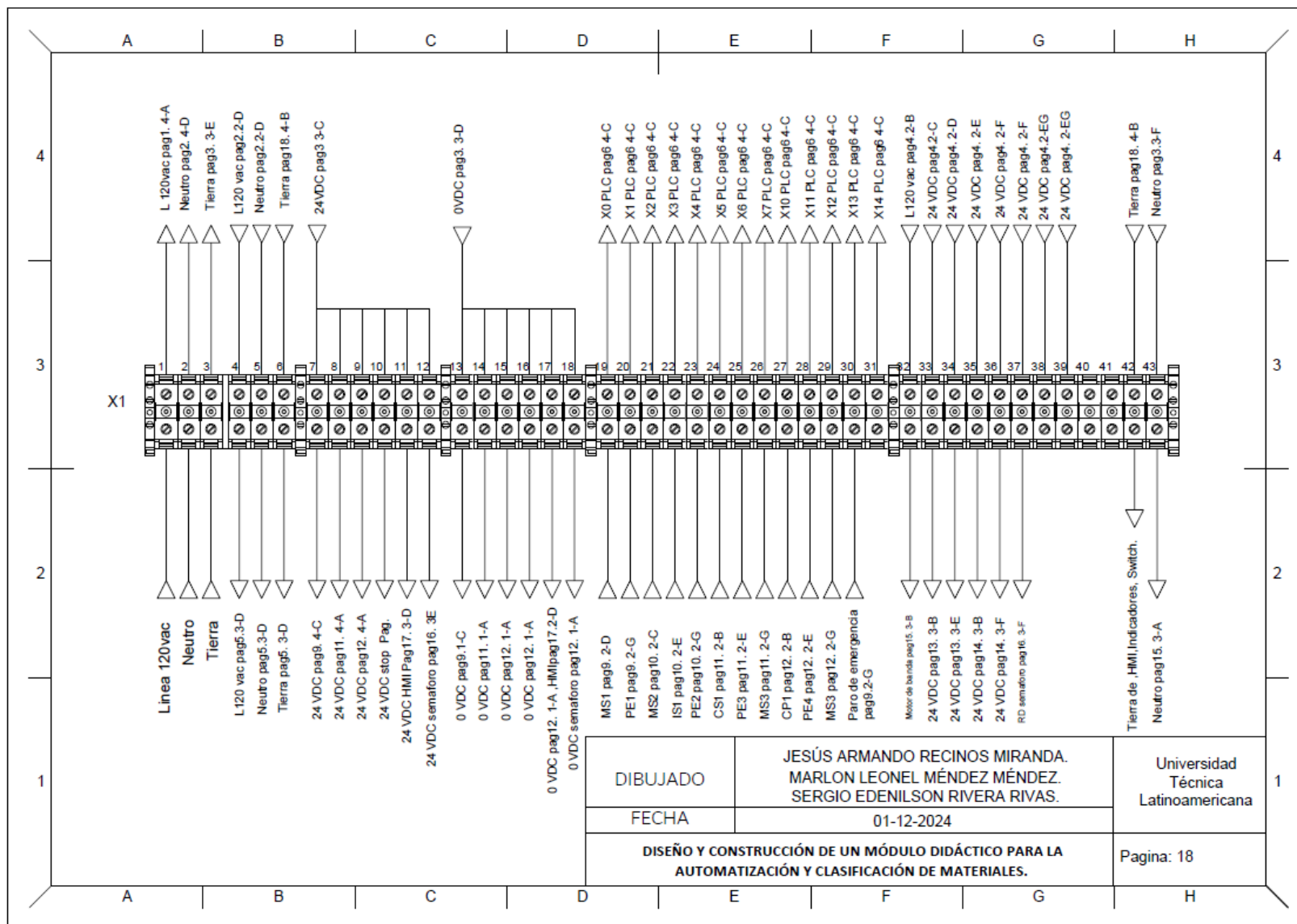




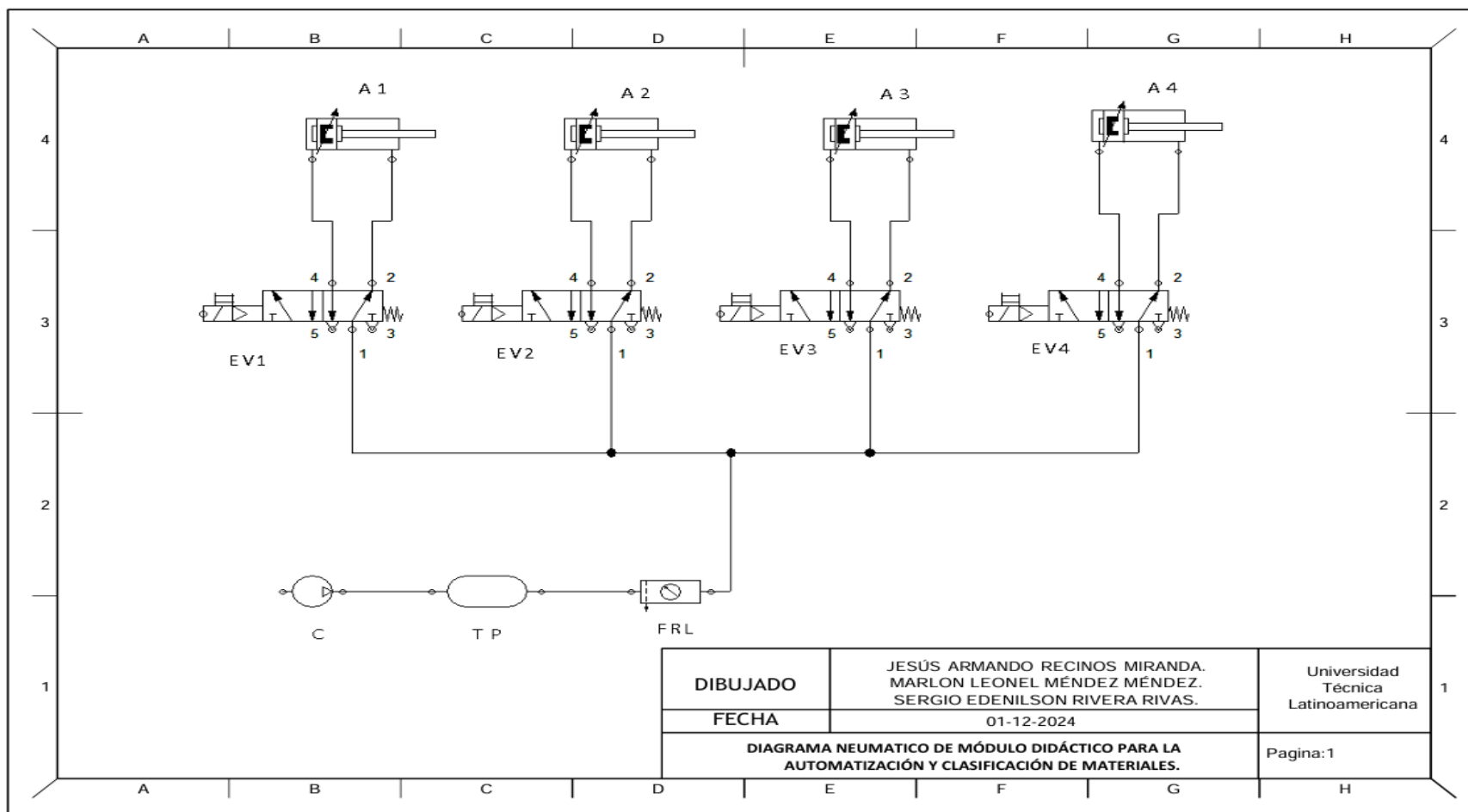








4.4. Diagrama neumático del módulo.



	A	B	C	D	E	F	G	H																																								
4	<table><tr><th colspan="3">Cuadro de componentes</th></tr><tr><th>N.º</th><th>Dispositivo</th><th>Descripción de componentes.</th></tr><tr><td>1</td><td>C</td><td>Compresor.</td></tr><tr><td>2</td><td>TP</td><td>Depósito de aire a presión.</td></tr><tr><td>3</td><td>FRL</td><td>Unidad de mantenimiento.</td></tr><tr><td>4</td><td>A1</td><td>Mesa deslizante de aire de doble acción.</td></tr><tr><td>5</td><td>A2</td><td>Cilindro neumático de doble acción.</td></tr><tr><td>6</td><td>A3</td><td>Cilindro neumático de doble acción.</td></tr><tr><td>7</td><td>A4</td><td>Cilindro neumático de doble acción.</td></tr><tr><td>8</td><td>EV1</td><td>Electroválvula 5/2 para activación de mesa deslizante de aire de doble acción .</td></tr><tr><td>9</td><td>EV2</td><td>Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material inductivo.</td></tr><tr><td>10</td><td>EV3</td><td>Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material de color.</td></tr><tr><td>11</td><td>EV4</td><td>Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material capacitivo.</td></tr></table>								Cuadro de componentes			N.º	Dispositivo	Descripción de componentes.	1	C	Compresor.	2	TP	Depósito de aire a presión.	3	FRL	Unidad de mantenimiento.	4	A1	Mesa deslizante de aire de doble acción.	5	A2	Cilindro neumático de doble acción.	6	A3	Cilindro neumático de doble acción.	7	A4	Cilindro neumático de doble acción.	8	EV1	Electroválvula 5/2 para activación de mesa deslizante de aire de doble acción .	9	EV2	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material inductivo.	10	EV3	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material de color.	11	EV4	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material capacitivo.	4
Cuadro de componentes																																																
N.º	Dispositivo	Descripción de componentes.																																														
1	C	Compresor.																																														
2	TP	Depósito de aire a presión.																																														
3	FRL	Unidad de mantenimiento.																																														
4	A1	Mesa deslizante de aire de doble acción.																																														
5	A2	Cilindro neumático de doble acción.																																														
6	A3	Cilindro neumático de doble acción.																																														
7	A4	Cilindro neumático de doble acción.																																														
8	EV1	Electroválvula 5/2 para activación de mesa deslizante de aire de doble acción .																																														
9	EV2	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material inductivo.																																														
10	EV3	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material de color.																																														
11	EV4	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material capacitivo.																																														
3									3																																							
2									2																																							
1	<table><tr><td>DIBUJADO</td><td>JESÚS ARMANDO RECINOS MIRANDA. MARLON LEONEL MÉNDEZ MÉNDEZ. SERGIO EDENILSON RIVERA RIVAS.</td><td>Universidad Técnica Latinoamericana</td></tr><tr><td>FECHA</td><td>01-12-2024</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">DIAGRAMA NEUMATICO DE MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.</td><td>Página:2</td></tr></table>								DIBUJADO	JESÚS ARMANDO RECINOS MIRANDA. MARLON LEONEL MÉNDEZ MÉNDEZ. SERGIO EDENILSON RIVERA RIVAS.	Universidad Técnica Latinoamericana	FECHA	01-12-2024		DIAGRAMA NEUMATICO DE MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.		Página:2	1																														
DIBUJADO	JESÚS ARMANDO RECINOS MIRANDA. MARLON LEONEL MÉNDEZ MÉNDEZ. SERGIO EDENILSON RIVERA RIVAS.	Universidad Técnica Latinoamericana																																														
FECHA	01-12-2024																																															
DIAGRAMA NEUMATICO DE MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.		Página:2																																														
	A	B	C	D	E	F	G	H																																								

4.5. Comunicación y programación.

4.5.1 Comunicación ethernet.

Ethernet es una tecnología para redes de datos por cable que vincula software y/o hardware entre sí. Esto se realiza a través de cables de redes LAN, de ahí que Ethernet sea concebido habitualmente como una tecnología LAN. Así, Ethernet permite el intercambio de datos entre terminales como, por ejemplo, ordenadores, impresoras, servidores, distribuidores, etc. Conectados en una red local, estos dispositivos establecen conexiones mediante el protocolo Ethernet y pueden intercambiar paquetes de datos entre sí. El protocolo actual y más extendido para ello es IEEE 802.3

4.5.2 Cable RJ45.

La RJ-45 es una interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado, (categorías 4, 5, 5e y 6). RJ es un acrónimo inglés de Registered Jack que a su vez es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos. Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado. Es utilizada comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines o wiring pin out.

4.5.3 Programas utilizados en nuestro trabajo de graduación.

Programación de PLC.

Delta ISPSoft.

ISPSoft es la herramienta de desarrollo de software de última generación de Delta para controladores lógicos programables. Se adoptó IEC 61131-3, que admite cinco lenguajes de programación y una gran cantidad de instrucciones aplicadas. Además, ISPSoft administra proyectos por medio de tareas integradoras. El entorno de desarrollo eficiente que ofrece ISPSoft permite a

los usuarios aplicar PLC a sistemas de control más complejos como también a sistemas de control pequeños.

Programación de HMI.

¿Qué es DOPSoft?

Es el programa que se utiliza para la programación del HMI, este programa permite configurar la pantalla según la necesidad del usuario, facilitando el manejo del equipo colocando selecciones de apagado o marcha de equipos, inspeccionar alarmas.

Diseño de lógica cableada.

AutoCAD Eléctrico.

Es una aplicación de software que forma parte del paquete de diseño asistido por computadora (CAD) de AutoCAD. Está diseñado específicamente para ingenieros electrónicos y eléctricos, y sirve como una herramienta de diseño y documentación de circuitos eléctricos.

Diseño neumático.

FluidSIM.

FluidSIM es el software de simulación para la creación y simulación de esquemas de circuitos en neumática, hidráulica y electrotécnica.

4.6 Conexiones de PLC delta y sus módulos.

Tabla 19

Conexiones de PLC y sus módulos.

Entradas			
Variable	Descripción	Tipo de componente	Entrada de PLC
SP00	Paro de emergencia.	Botonera.	X0
PE1	Sensor de almacén.	Sensor fotoeléctrico.	X1
IS1	Sensor de selección de material inductivo.	Sensor inductivo.	X2
CS1	Sensor de selección de material de color.	Sensor de color.	X3
CP1	Sensor de selección de material de capacitivo.	Sensor capacitivo.	X4
PE2	Sensor de almacenaje de material inductivo.	Sensor fotoeléctrico.	X5
PE3	Sensor de almacenaje de material de color.	Sensor fotoeléctrico.	X6
PE4	Sensor de almacenaje de material capacitivo.	Sensor fotoeléctrico.	X7
MS1	Sensor de posicionamiento de pistón de almacén.	Sensor magnético.	X10
MS2	Sensor de posicionamiento de pistón de material inductivo.	Sensor magnético.	X11
MS3	Sensor de posicionamiento de pistón de material de color.	Sensor magnético.	X12
MS4	Sensor de posicionamiento de pistón de material capacitivo.	Sensor magnético.	X13
Variable	Descripción	Tipo de componente	Salida de PLC
-	Compresor.	Motor.	Y0

-	Banda transportadora.	Banda.	Y1
EV1	Electroválvula 5/2 para activación de mesa deslizante de aire de doble acción.	Electroválvula.	Y2
EV2	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material inductivo.	Electroválvula.	Y3
EV3	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material de color.	Electroválvula.	Y4
EV4	Electroválvula 5/2 para activación de cilindro neumático de doble efecto de distribución de material capacitivo.	Electroválvula.	Y5
-	Luz indicadora color verde.	Luz.	Y6
-	Luz indicadora color amarillo.	Luz.	Y7
-	Luz indicadora color rojo.	Luz.	Y10

Concepto de variable: Es una característica, atributo o propiedad que puede cambiar su valor.

Variables de entrada y salida de módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

Variables de entrada:

- Paro de emergencia.
- Sensor fotoeléctrico de almacén.
- Sensor de selección de material inductivo.
- Sensor de selección de material de color.
- Sensor de selección de material de capacitivo.
- Sensor de almacenaje de material inductivo.

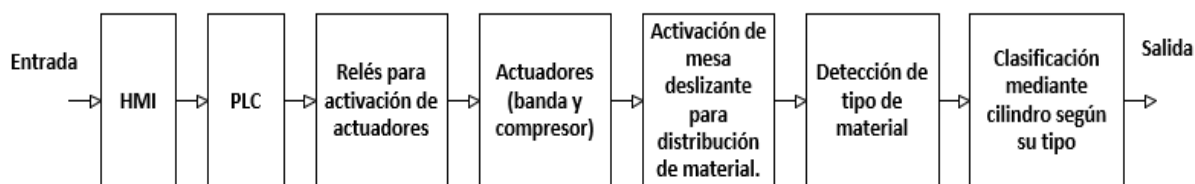
- Sensor de almacenaje de material de color.
- Sensor de almacenaje de material capacitivo.
- Sensor de posicionamiento de pistón de almacén.
- Sensor de posicionamiento de pistón de material inductivo.
- Sensor de posicionamiento de pistón de material capacitivo.
- Sensor de posicionamiento de pistón de material de color.
- Pulsador virtual Start programado en HMI.
- Pulsador virtual Stop programado en HMI.
- Pulsador virtual Reset programado en HMI.
- Contadores virtuales programados en HMI.

Variables de salida:

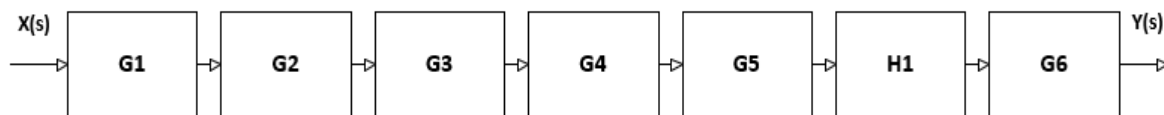
- Señal de PLC utilizado para activación de compresor.
- Señal de PLC utilizado para activación de banda transportadora.
- Señal de PLC utilizado para activación de electroválvula EV1.
- Señal de PLC utilizado para activación de electroválvula EV2.
- Señal de PLC utilizado para activación de electroválvula EV3.
- Señal de PLC utilizado para activación de electroválvula EV4.
- Señal de PLC utilizado para activación de luz indicadora color rojo.
- Señal de PLC utilizado para activación de luz indicadora color verde.
- Señal de PLC utilizado para activación de luz indicadora color amarillo.
- Alarmas en programa de HMI .
- Visualización de graficas en pantalla HMI.
- Visualización de entradas y salidas en pantalla HMI.

4.6.1 Diagrama de bloques de módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

El diagrama de bloques representa la forma de representar el flujo de señales donde se tienen diferentes partes del control del módulo, cada una cumpliendo con aspectos fundamentales para el funcionamiento del equipo, es de mencionar que en el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales no cuenta con señales de retorno es decir que es de lazo abierto, cada una de sus partes sigue una secuencia de trabajo tal y como se muestra a continuación :

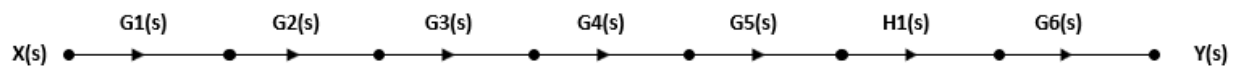


Como podemos observar en el diagrama de bloques se puede mostrar un sistema de lazo abierto el cual consta de diferentes etapas de trabajo del equipo, para realizar el diagrama de bloques del módulo se toma cada parte de este y se representa de la siguiente manera:



4.6.2 Diagrama de flujo de señales .

Vemos la representación del diagrama de flujo de señales del sistema , donde representa como se mueven las señales , vemos que es un sistema secuencial donde solo se sigue un camino desde la entrada hacia la salida.



4.6.3 Función de transferencia .

Es utilizado para analizar la estabilidad y el comportamiento del sistema , una descripción entre la relación de la entrada y salida.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

En el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales al ser un sistema lineal de lazo abierto no existe retroalimentación y por lo tanto no existe señal de error del sistema, todo es secuencial y se cumple paso a paso, además todas las entradas y salidas del módulo son señales digitales (todo o nada) quedando la representación de la función de transferencia de la siguiente manera:

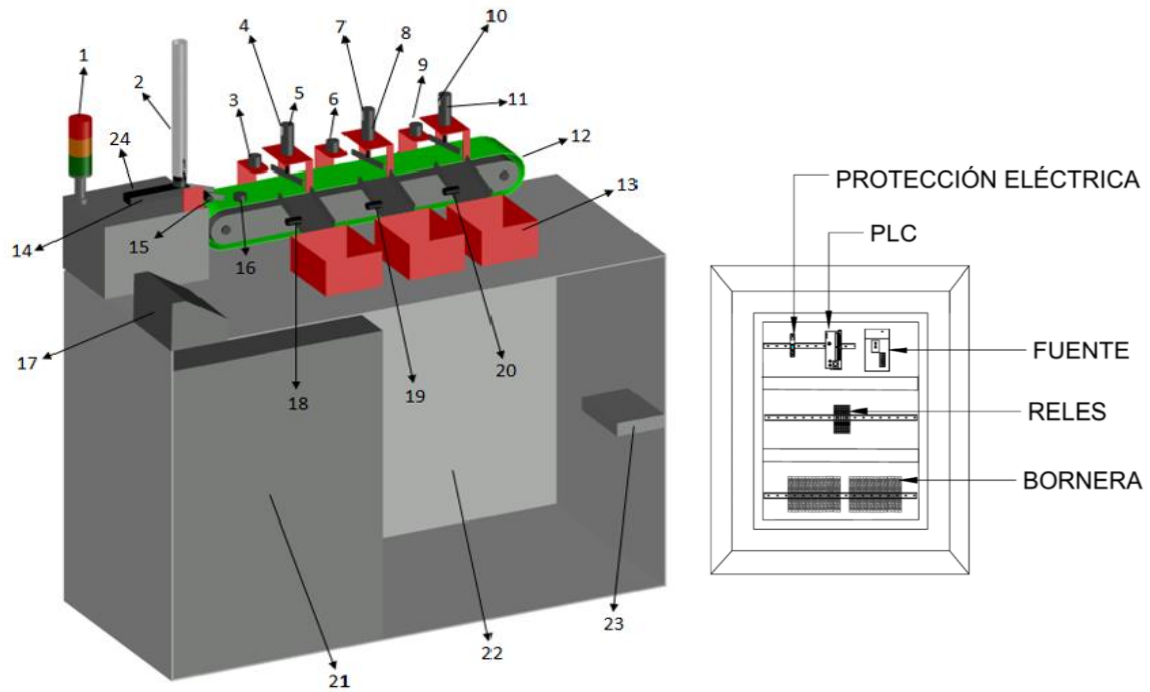
$$G(s) = G1(s) \cdot G2(s) \cdot G3(s) \cdot G4(s) \cdot G1(s) \cdot G5(s) \cdot H1(s) \cdot G6(s)$$

4.7 Proceso de construcción de módulo.

4.7.1 Esquema 3D de módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

Tabla 20.

Diseño de módulo.



4.7.2 Lista de componentes de módulo.

Tabla 21

Lista de componentes.

N.º	Descripción de componente.
1	Torre de luz indicadora.
2	Tubo de almacenaje de piezas del proceso.
3	Sensor inductivo.
4	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material inductivo.
5	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material inductivo.
6	Sensor óptico de color.
7	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material de color.
8	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material de color.
9	Sensor capacitivo.
10	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material capacitivo.
11	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material capacitivo.
12	Banda transportadora.
13	Depósitos para almacenaje de piezas de proceso.
14	Mesa deslizante de aire de doble acción para distribución de piezas del proceso.
15	Sensor fotoeléctrico de almacén
16	Pieza de proceso.
17	Base para ubicación de pantalla HMI Delta.
18	Sensor fotoeléctrico para almacén de material inductivo.
19	Sensor fotoeléctrico para almacén de material de color.
20	Sensor fotoeléctrico para almacén de material capacitivo.
21	Panel de control eléctrico.
22	Área de compresor.
23	Base para ubicación de electroválvulas.
24	Sensor magnético de posicionamiento de mesa deslizante para distribución de piezas del proceso.

4.7.3 Selección de materiales para módulo.

Se realizó el análisis de los materiales que podrían ser los más convenientes para la construcción de la estructura que contendría el proyecto se determinó que se utilizaría tubo cuadrado negro de 1 pulgada por 1.5 milímetros de espesor y lamina hierro negro de 3/64 pulgada, el tipo de electrodo para realizar la unión por medio de soldadura es el electrodo MT-12E6013 y Electrodo 3/32 Pulgada E6013 Golden Bridge.

4.7.4. Construcción de módulo.

Tabla 22.

Construcción de módulo.

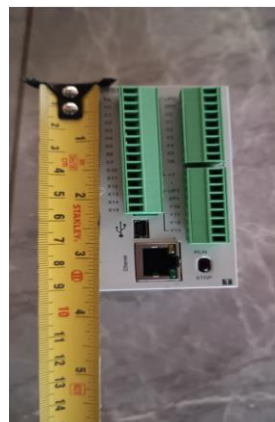
Transporte de material.

Como primer punto se transportó el material; lamina, tubos ,equipo de soldadura, compresor, tronzadora, pulidora, electrodos hacia lugar donde se realizaría el armado de equipo.



Medición y corte de piezas.

Se inspeccionó diseño de estructura para realizar la medición y respectivas marcas para realizar cortes de 45° en la estructura superior e inferior de módulo soportes de estructura se cortaron en 90° soporte inferior (patas) de mesa se cortaron de 10 centímetros y en corte de 90°. Además de inspeccionar el dimensionamiento de los componentes del módulo.



Soldadura.

Luego de verificar que las piezas tengan la medida correcta se procedió a puntear y verificar con nivel que todos los puntos estuvieran nivelados ya verificado esto se procedió a soldar piezas.



Se verifico que componentes quedaran dentro de estructura.



Ya al tener la estructura soldada y a nivel se procedió a colocar lamina en la estructura.



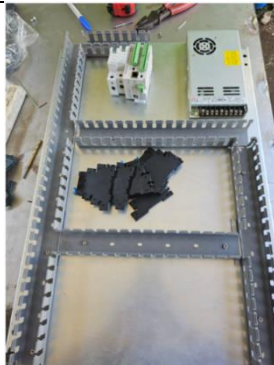
Se colocaron componentes en módulo.



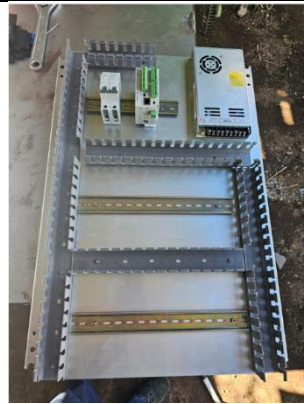
4.7.5 Montaje de componentes eléctricos.

Tabla 23

Montaje de componentes eléctricos.

Montaje de componentes eléctricos.	
Como primer paso se realizó compra de gabinete de 700x500x250 mm con grado de protección IP66.	
Se realizó desmontaje de la mesa de trabajo del gabinete.	
Se realizó medición de componentes eléctrico, medición de canaleta e instalación de esta.	

Montaje de riel donde se
instalarán los
componentes.



Instalación de
componentes eléctricos.



4.7.6 Conexión de componentes.



Limpieza y pintura del módulo.

Se realizó la limpieza del módulo para la aplicación de pintura. Primero se lijó la estructura, luego se efectuó la limpieza y se aplicó una base Sherwin-Williams. Una vez seca la base, se aplicaron dos manos de pintura anticorrosiva 4000 Colonial Blanco.

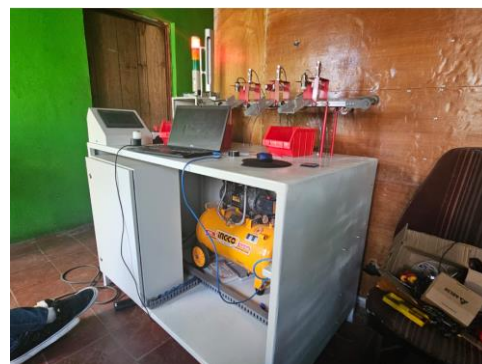
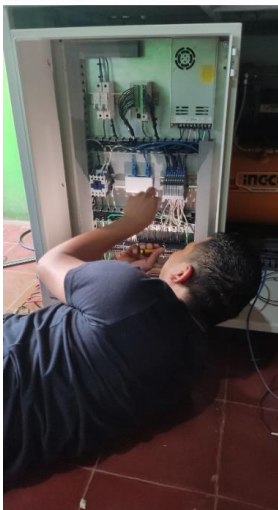
Tabla 24.
Limpieza de módulo.

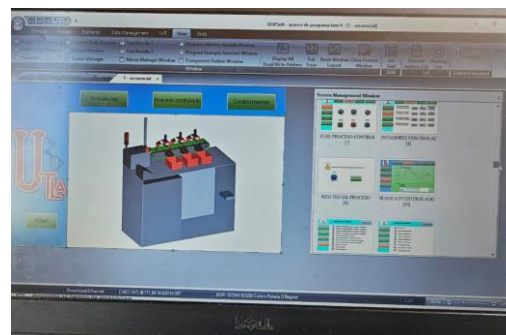
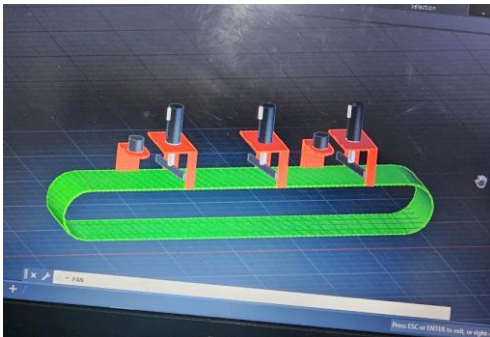


Tabla 25

Montaje de componentes







Conclusiones.

- En el proyecto de graduación, se construyó un módulo de automatización que es capaz de detectar y clasificar las piezas dependiendo de su material ya sea, inductivas, capacitivas, y de color, en este caso color negro, esta clasificación se logra hacer en tiempo real.
- El proyecto contiene dos softwares que ayuda a la programación de PLC y HMI estos softwares son de libre uso y el estudiante puede realizar la descarga en el sitio oficial de DELTA para inspeccionar o mejorar los proyectos trabajados durante el laboratorio.
- Es muy importante que como ingenieros electricistas se tenga conocimientos en automatización industrial para así desarrollar proyectos que mejoren los procesos y la eficiencia de estos, de igual manera para resolver problemas dentro de la industria ya que la automatización de procesos está cobrando más fuerza dentro de las diferentes industrias.
- El módulo de automatización cuenta con un manual de usuario donde se detalla cada parte y función del equipo para facilitar su uso y la comprensión de las guías que se desarrollaran durante las practicas, teniendo como enfoque principal los softwares ISPSOft, COMMGR, DOPSOft que quedan instalados en la computadora del módulo.

Recomendaciones.

- Es muy importante que al finalizar cada práctica el sistema neumático sea drenado para evitar daños en componentes de los pistones.
- Es de suma importancia que el estudiante lea con mucha atención cada guía de práctica de laboratorio y se familiarice con el módulo y sus componentes físicos para poder dar solución a problemas.
- Es importante verificar la conexión a tierra del tomacorriente como medida de seguridad para evitar posibles descargas eléctricas.
- Se debe tomar en cuenta las normas de seguridad de la universidad y el manual de usuario.
- Los sensores son equipos delicados por tanto se debe evitar golpes o que estos entren en contacto con humedad.
- El estudiante puede hacer uso de este documento para aumentar su conocimiento y adaptarse con mayor facilidad al ambiente industrial, este trabajo quedará resguardado en la biblioteca de la universidad.

GLOSARIO.

A

Es un dispositivo utilizado en la automatización industrial que transforma la presión de un fluido en este caso aire en movimiento.

Actuador neumático.

Uso de sistemas y software para realizar tareas automáticamente, sin necesidad de intervención humana continua.

Automatización.

La automoción se refiere al conjunto de industrias y servicios relacionados con la fabricación, venta y mantenimiento de vehículos a motor.

Automoción.

B

Circuito secuencial en que su salida no sólo depende de su entrada, sino de sus entradas anteriores, que quedan recogidas en lo que se conoce como estado.

Biestable.

Tipo de dato que puede tener uno de dos valores: verdadero (representado generalmente por «true») o falso (representado como «false»).

Booleano.

C

Los cilindros neumáticos son elementos fundamentales en la automatización industrial, utilizados para convertir la energía neumática en movimiento lineal.

Cilindro.

Las compuertas lógicas son circuitos electrónicos	
Compuerta lógica.	integrados, cuyo fin es manipular señales para obtener comportamiento específico entre ellas.
Conmutación.	Proceso de recibir, procesar y reenviar datos a la dirección de destino dentro de una red local (LAN).
E	
Enrasable.	Decimos que es enrasable cuando se deja al límite de una estructura sin sobresalir exactamente en línea con los límites de la estructura.
Ethernet.	Ethernet es la tecnología tradicional para conectar dispositivos en <i>una red de área local (LAN)</i> .
F	
Flanco.	Un flanco en los PLC es una instrucción que permite detectar el cambio de estado lógico de una variable justo en el instante en el que se produce, ya sea de 0 a 1 o de 1 a 0.
Fotoeléctrico.	Es un fenómeno que ocurre cuando la luz incide sobre una superficie metálica, haciendo que los electrones salgan expulsados de la superficie.
H	
HMI.	Es un sistema o dispositivo que permite la comunicación e interacción entre un operador humano y una máquina o proceso industrial.

I

Inductivo. En automatización se utiliza este término a los dispositivos que se utilizan para detectar componentes metálicos mediante sensores inductivos.

Informática. Es la ciencia vinculada al desarrollo de la computadora; es un conjunto de conocimientos, tanto teóricos como prácticos, sobre cómo se construye, cómo funciona y cómo se emplea la información, y los medios de automatización y transmisión para poder tratarla y procesarla.

Ingeniería. La ingeniería es una profesión en la que los conocimientos científicos y empíricos se aplican para la conversión óptima de los materiales y fuerzas de la naturaleza en usos prácticos para la humanidad.

Interfaz. Como interfaz designamos, en informática, la conexión física y funcional que se establece entre dos aparatos, dispositivos o sistemas que funcionan independientemente uno del otro.

L

Ladder. Es una serie de redes o ramas de circuito. Una rama (network) está compuesta de una serie de contactos, conectados en serie o en paralelo, que dan origen a una salida (activación de una bobina o de una función especial).

M

Magnético. Propiedad de los imanes y las corrientes eléctricas de ejercer acciones a distancia, tales como atracciones y repulsiones mutuas, imanación por influencia y producción de corrientes eléctricas inducidas.

Modicon. Se considera el primer Control Lógico Programable de la historia.

O

Óptico. Es la rama de la física que se encarga del estudio del comportamiento y las propiedades de la luz, incluidas sus interacciones con la materia, así como la construcción de instrumentos que se sirven de ella o la detectan.

Oscilante. Se refiere a algo que está en un estado de movimiento o variación, es decir, que oscila entre dos o más puntos.

P

Perturbación. Modificar y alterar el orden de una cosa.

Polea. Una máquina simple diseñada para transmitir fuerza y operar como un mecanismo de tracción, reduciendo la cantidad de fuerza necesaria para mover o suspender en el aire un peso.

Potenciómetro. El potenciómetro es un componente eléctrico que hace de resistencia variable, es decir, un potenciómetro es una

resistencia cuyo valor se puede modificar (dentro de unos límites).

Presión. La presión es una magnitud física que mide la fuerza ejercida sobre una superficie por unidad de área. En otras palabras, es la distribución de la fuerza sobre una superficie específica.

R

Recubrimiento. El recubrimiento es un proceso en el que se aplica una capa sobre una superficie para protegerla, mejorar su estética o impartirle propiedades específicas.

Reed switch. Interruptor eléctrico activado por un campo magnético

Relay. Es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona sus contactos de forma inmediata permitiendo abrir o cerrar otros circuitos eléctricos de baja potencia.

Resistencia eléctrica. La resistencia eléctrica es la oposición que presentan los cuerpos al paso de la corriente eléctrica.

S

Secuencia. Conjunto de elementos ordenados en una sucesión determinada.

Setpoint. Valor o referencia que se establece para controlar y mantener en de forma adecuada un proceso.

Sincronización.	Actualización simultánea de dos dispositivos para que ambos guarden los mismos datos.
T	
Tecnología.	La tecnología es el conjunto de nociones y conocimientos científicos que el ser humano utiliza para lograr un objetivo preciso, que puede ser la solución de un problema específico del individuo o la satisfacción de alguna de sus necesidades.
Termocupla.	Una termocupla es un sensor de temperatura que se utiliza para medir temperaturas en una amplia gama de aplicaciones.
Trapezoide.	El trapezoide es un cuadrilátero que se caracteriza principalmente por tener al menos un par de lados paralelos.
Trapezoidal.	Hace referencia que tiene figura de trapezoide
V	
Vástago.	Es un dispositivo que utiliza la presión del aire para transmitir movimiento.
Voluminoso.	En automatización se utiliza este término para decir que un programa es extenso.

BIBLIOGRAFÍA

- Daneri, E. M. (2009). *Sistemas secuenciales programables*. Argentina): Marcombo.
- Daneri, P. A. (2009 Argentina). *PLC: automatización y control industria*. Buenos Aires, Argentina,: Hispano Americana HASA..
- ES, J. F. (1 de 5 de 2005). *Software de simulación FluidSIM*. Obtenido de Software de simulación FluidSIM
- Espinosa Malea, J. M. (2022). *Sistemas secuenciales programables: (2 ed.)*. Marcombo.
- FESTO. (19 de 3 de 2005). *Software de simulación FluidSIM*. Obtenido de https://www.festo.com/es/es/e/educacion/aprendizaje-digital/simulacion-virtual-y-modelado/fluidsim-id_1663056/
- Medina, J. L. (2015). . *La automatización en la industria química*. Barcelona, Spain: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Neumática e hidráulic*. (2008). Barcelona, Spain: Marcombo.
- Perez, E. (2009). *Sistema de automatizacion y automatas programables*. Galicia ,españa: Marcombo.
- Ramirez, M. J. (1 de 12 de 2020). *studocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-san-luis/tecnologia-de-la-comunicacion/compuertas-logicas-tecnologia/59768500>
- Solé, C. (2008). *Neumática e hidráulica*. Barcelona, Spain:: Marcombo.
- UDEMY. (16 de 10 de 2024). *Curso de HMI de Delta utilizando el DopSoft 4.0 | Udemey*. Obtenido de <https://www.udemy.com/course/curso-de-hmi-de-delta-utilizando-el-dopsoft/?couponCode=LETSLEARNNOW>
- UDEMY. (5 de 7 de 2024). *Curso de plc delta nivel basico utilizando ispssoft*. Obtenido de <https://www.udemy.com/course/curso-de-plc-delta-nivel-basico-utilizando-ispssoft/?couponCode=LETSLEARNNOW>
- Vázquez Cortés, J. C. ((ES, 2005)Vázquez Cortés, J. C. (2016). *Automatización neumática: (ed.)*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. R. de 2016). *Automatización neumática*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. R.

ANEXO.



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

MATERIA:

PRACTICA N° 1

TEMA: Introducción a la Integración de Sensores con PLC y HMI

LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA

1.0 OBJETIVO GENERAL.

- Desarrollar una guía clara y práctica sobre el uso de sensores en el proceso de clasificación de materiales en sistemas automatizados, así como la comunicación entre PLC y HMI, con el objetivo de facilitar la integración y configuración de estos elementos en entornos industriales.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICO.

- Facilitar la comprensión e implementación de sensores y sistemas de comunicación PLC-HMI en procesos de clasificación de materiales.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

- Módulo de automatización para la clasificación de materiales.
- Computadora con programas ISPSoft, DOPSoft y COMMGR instalados.

3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

- ✓ Conociendo las partes del módulo:

Figura 1

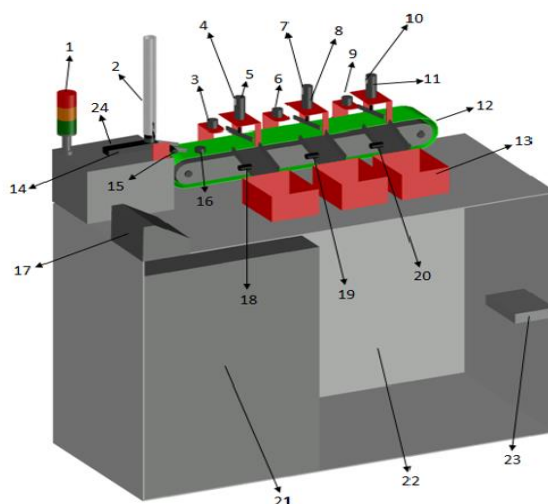


Tabla 1.

N.º	Descripción de componente.	Código
1	Torre de luz indicadora.	-
2	Tubo de almacenaje de piezas del proceso.	-
3	Sensor inductivo.	IS1
4	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material inductivo.	MS2
5	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material inductivo.	P2
6	Sensor óptico de color.	SC1
7	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material de color.	MS3
8	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material de color.	P3
9	Sensor capacitivo.	CP1
10	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material capacitivo.	MS4
11	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material capacitivo.	P4
12	Banda transportadora.	-
13	Depósitos para almacenaje de piezas de proceso.	-
14	Mesa deslizante de aire de doble acción para distribución de piezas del proceso.	-
15	Sensor fotoeléctrico de almacén	PE1
16	Pieza de proceso.	-
17	Base para ubicación de pantalla HMI Delta.	-
18	Sensor fotoeléctrico para almacén de material inductivo.	PE2
19	Sensor fotoeléctrico para almacén de material de color.	PE3
20	Sensor fotoeléctrico para almacén de material capacitivo.	PE4
21	Panel de control eléctrico.	-
22	Área de compresor.	-
23	Base para ubicación de electroválvulas.	-
24	Sensor magnético de posicionamiento de mesa deslizante para distribución de piezas del proceso.	MS1

✓ **Sensores en la Clasificación de Materiales.**

Los sensores permiten identificar y clasificar materiales. Se emplean:

- Inductivos: detectan metales.
- Capacitivos: detectan materiales metálicos y no metálicos.
- Fotoeléctricos: trabajan mediante un haz de luz.
- De color: identifican un contraste de color definido.

✓ **Electroválvulas.**

- Válvula 5/2 ,2 posiciones con 5 vías con bobina de 24vdc.

✓ **Descripción de entradas de PLC.**

Tabla 2

Entradas de PLC	
Entrada	Descripción
X0	Sensor magnético de cilindro de almacén -MS1
X1	Sensor fotoeléctrico almacén-PE1
X2	Sensor magnético de material inductivo-MS2
X3	Sensor inductivo-IS1
X4	Sensor fotoeléctrico de material inductivo-PE2
X5	Sensor de color -SC1
X6	Sensor fotoeléctrico de material color-PE3
X7	Sensor magnético de material de color -MS3
X10	Sensor capacitivo-CP1
X11	Sensor fotoeléctrico de material capacitivo-PE4
X12	Sensor magnético de cilindro de material de capacitivo-MS4
X13	Paro de emergencia
X14	Reserva
X15	Reserva

✓ **Descripción de salidas de PLC.**

Tabla 3

Salida de PLC	
Salida	Descripción
Y0	Compresor
Y1	Banda transportadora
Y2	Electroválvula de cilindro de almacén
Y3	Electroválvula de cilindro de material inductivo
Y4	Electroválvula de cilindro de material de color
Y5	Electroválvula de cilindro de material capacitivo

Y6	Indicador verde.
Y7	Indicador amarillo.
Y10	Indicador rojo
Y11	Reserva
Y12	Reserva
Y13	Reserva

4.0 PROCEDIMIENTO.

- Verificar que el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales esté conectado a 120v.
- Encender el módulo desde el interruptor principal.
- Revisar que la HMI este encendida.
- Revisar que el cilindro 1 de mesa este retraído como se muestra en la figura 2.

Figura 2



- Verificar que los cilindros 2, 3 y 4 estén retraídos, asegurándose de que los sensores magnéticos MS2, MS3 y MS4 detecten esta posición. La confirmación se realiza observando que el LED rojo de cada sensor esté encendido, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3



Figura 4



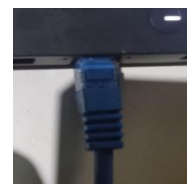
- Colocar un material inductivo y verificar el funcionamiento del sensor inductivo. Cuando el sensor detecte el material, el LED verde se encenderá, indicando su presencia. Al retirar la pieza, el LED debe apagarse como se muestra en la figura 4.

Figura 5



- Colocar un material de color negro y observar que aparecerán dos líneas, lo que indica que el sensor de color ha detectado el contraste configurado. Al retirar el material, las líneas desaparecerán, confirmando que el color negro ya no está presente como se muestra en la figura 5.

Figura 6

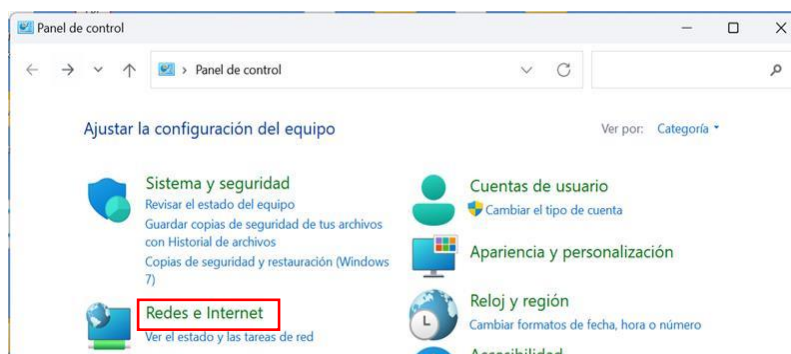


- Después de verificar el funcionamiento de todos los sensores, conectar el cable UTP al puerto RJ45 de la computadora para establecer la comunicación por Ethernet con el PLC y la HMI ver figura 6.

➤ Para comenzar con la configuración de las direcciones IP, primero debemos revisar la configuración de nuestra computadora siguiendo estos pasos:

- Acceder a “panel de control “y a continuación pulse sobre “Redes e Internet “como se muestra en la figura 7.

Figura 7



- Seleccionar centro de redes y recursos compartidos como se muestra en la figura 8.

Figura 8



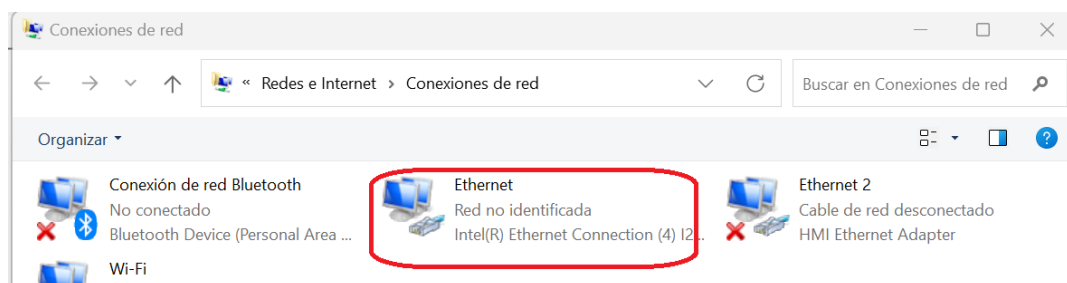
- Seleccionar la opción "cambiar configuración del adaptador". Ver figura 9.

Figura 9



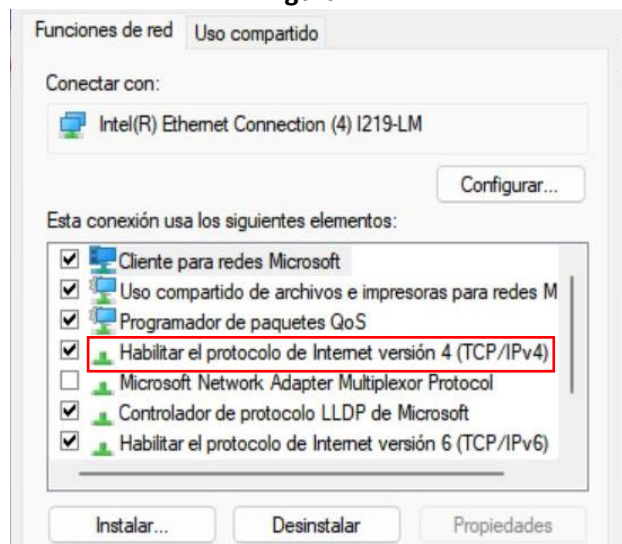
En la siguiente ventana seleccionar Ethernet que tenemos conectado con clic derecho y seleccionar propiedades. Ver figura 10.

Figura 10



- Seleccionar la siguiente opción dando doble click izquierdo. Ver figura 11.

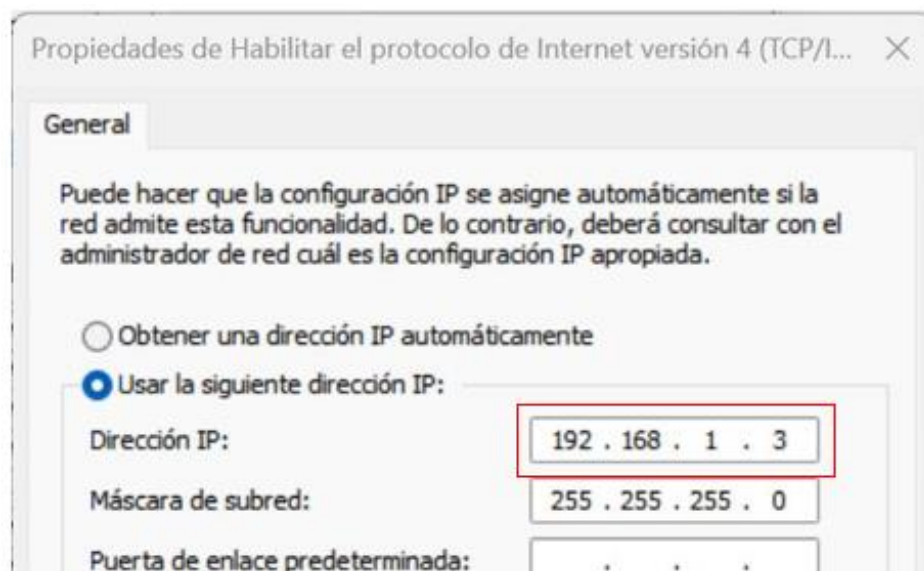
Figura 11



Configurar la dirección IP.

Nota: la dirección IP debe de asignarse con la siguiente dirección que se muestra en la figura 12.

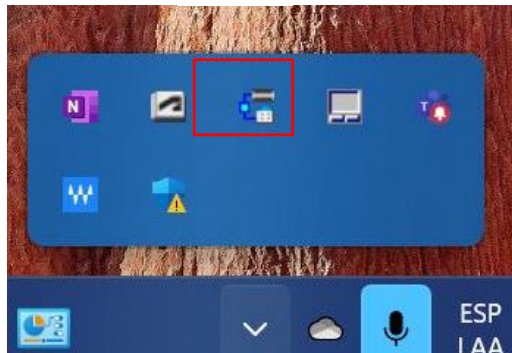
Figura 12



- Dar clic sobre la opción "Aceptar". Y cerrar todas las ventanas.

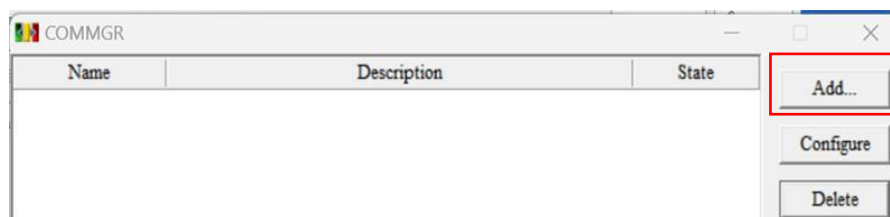
- Configuración de PLC Delta DVP26SE11T.
- Abrir programa **COMMGR** dando doble clic sobre el icono. Ver figura 13.

Figura 13



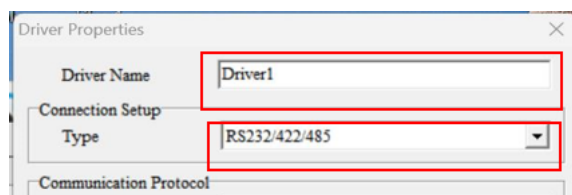
- Seleccionar la opción "Add". Ver figura 14.

Figura 14



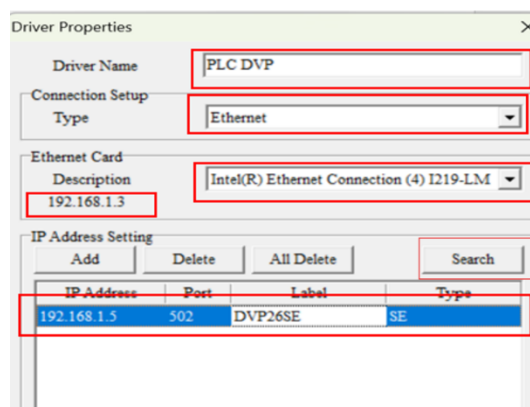
- Configurar "Driver Name y Type". Ver figura 15.

Figura 15



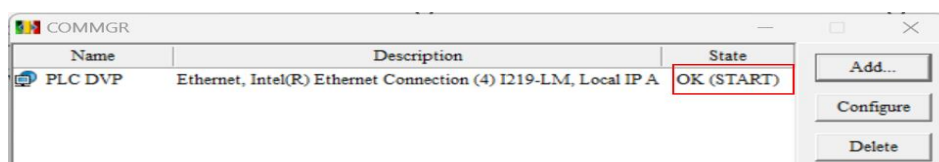
- Asignar un nombre en 'Driver Name', seleccionar la opción 'Ethernet' en 'Type' y, en 'Ethernet Card', buscar la dirección IP asignada a la computadora (192.168.1.3). Ver figura 16.
- Seleccionar la opción "Search", tiene que aparecer una dirección IP :**192.168.1.5** la cual es la dirección asignada al PLC. Al seleccionarlo dar clic derecho sobre la opción "OK" .Ver figura 16.

Figura 16



- Verificar que el programa este en "START". Ver figura 17.

Figura 17



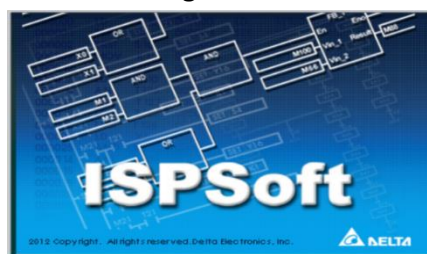
Continuaremos con el software del PLC, ISPSoft. Para abrirlo, escribimos 'ISPSOft' en el buscador de Windows y seleccionamos la opción que aparece en los resultados. Ver figura 18.

Figura 18



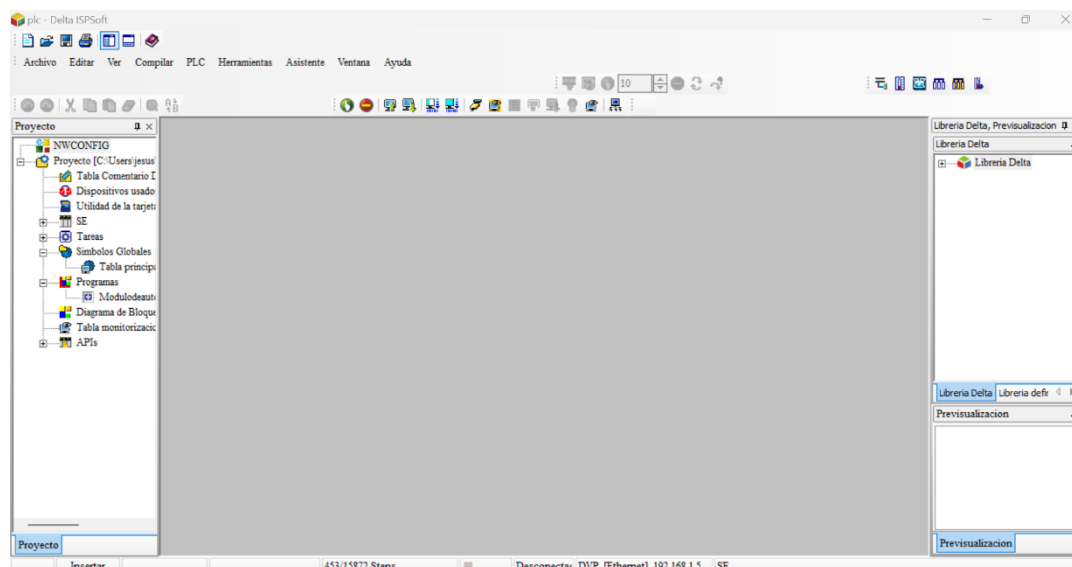
- Aparecerá una pantalla indicando que el programa se está cargando para abrirse. Ver figura 19.

Figura 19



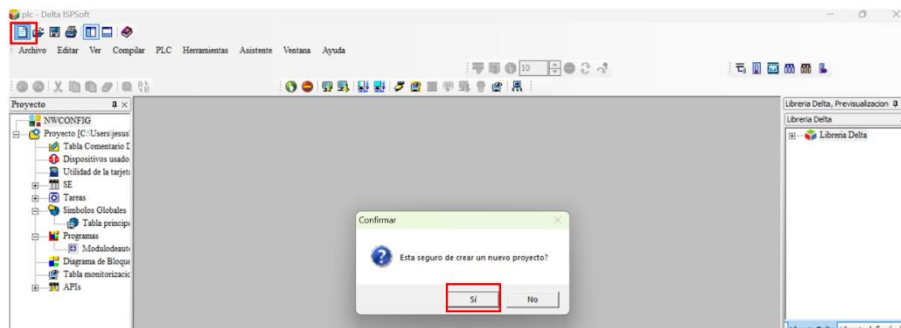
- Se abrirá el programa ISPSOFT. Ver figura 20.

Figura 20



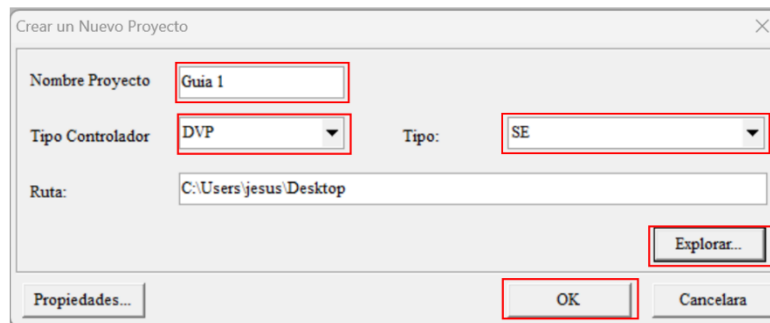
- Podemos crear un nuevo proyecto de dos formas: presionando 'Ctrl + N' o haciendo clic en 'Nuevo'. Aparecerá una ventana de confirmación preguntando si queremos crear un nuevo programa; debemos seleccionar 'Sí'. Ver figura 21.

Figura 21



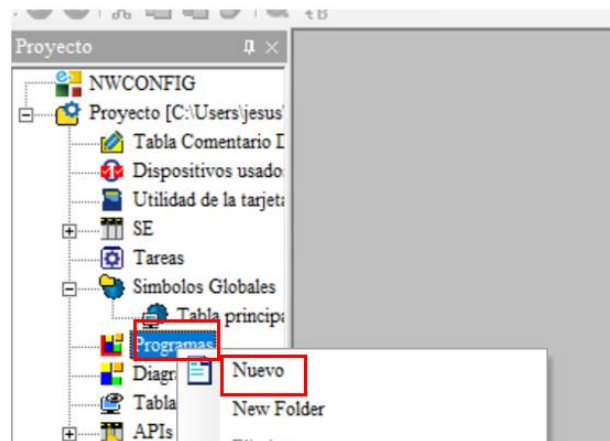
- Ingresamos el nombre de nuestro proyecto y seleccionamos el tipo de controlador como 'DVP' y el tipo como 'SE'. Si queremos guardar el proyecto en una ubicación específica, hacemos clic en 'Explorar' y elegimos la ruta deseada. Finalmente, después de configurar todo, presionamos 'OK'. Ver figura 22.

Figura 22



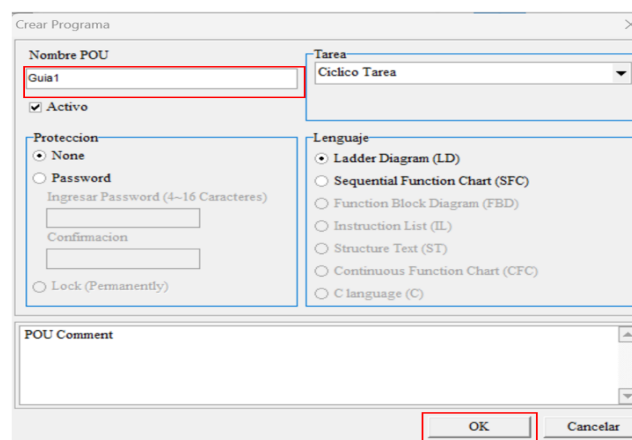
- Nos dirigimos a la sección 'Programa', hacemos clic derecho y luego seleccionamos 'Nuevo' con clic izquierdo. Ver figura 23.

Figura 23



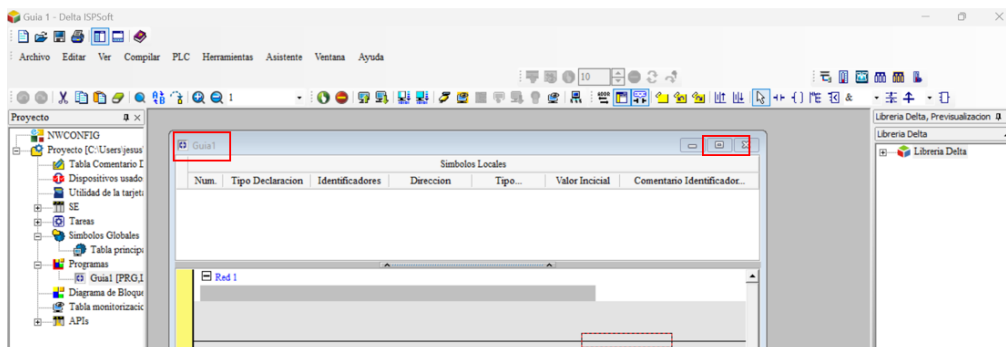
- Ingresamos el nombre de nuestro programa (sin espacios) y luego hacemos clic en 'OK'. Ver figura 24.

Figura 24



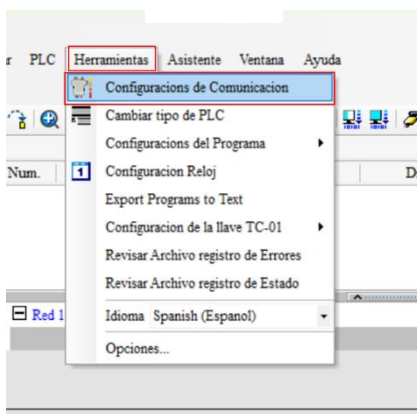
- Aparecerá una ventana con el nombre de nuestro programa, indicando que estamos listos para comenzar a programar. Podemos maximizar la ventana usando el botón en la esquina superior derecha para mejorar la visualización. Ver figura 25.

Figura 25



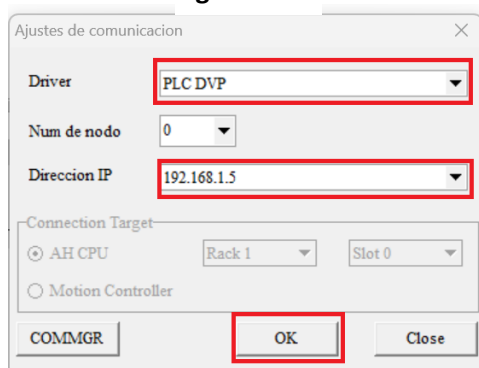
- Vamos al menú 'Herramientas', hacemos clic izquierdo y luego seleccionamos 'Configuración de comunicación' con otro clic izquierdo. Ver figura 26

Figura 26



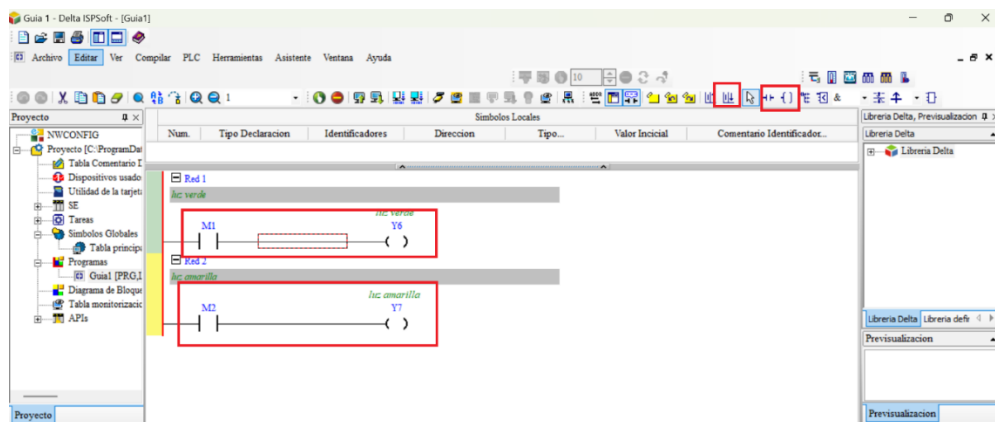
- En 'Driver', seleccionamos el nombre que configuramos en COMMGR y verificamos que la dirección IP sea 192.168.1.5, que corresponde al PLC. Finalmente, hacemos clic en 'OK'. Ver figura 27.

Figura 27



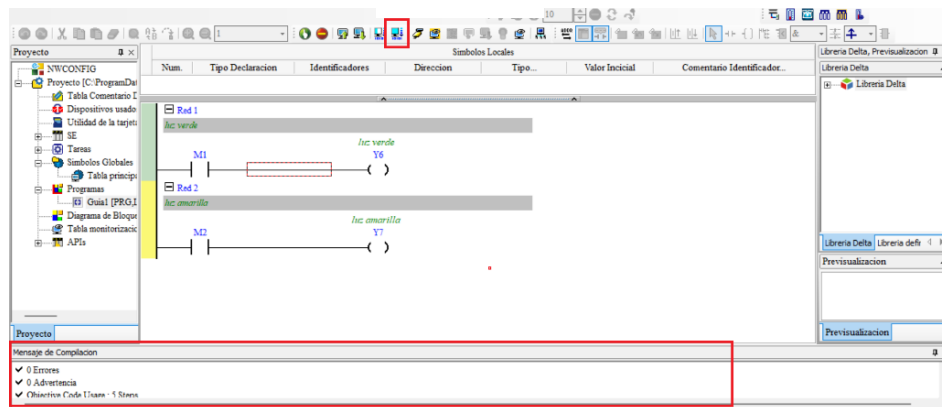
- Insertamos contactos en la red utilizando marcas para encender los indicadores verde y amarillo, tal como se muestra en la figura 28. En este paso, podemos solicitar ayuda al catedrático si tenemos dudas. La salida que utilizaremos será 'Y6' para la luz verde y 'Y7' para la luz amarilla. Las siguientes marcas que se activara 'M1' para la luz verde y 'M2' para la luz amarilla. Ver figura 28.

Figura 28



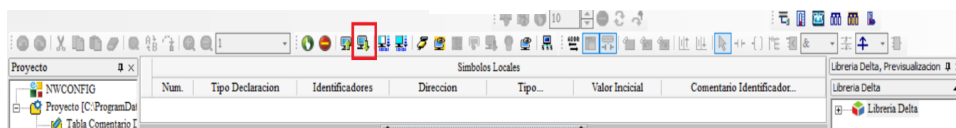
- Compilamos todo el programa haciendo clic en 'Recopilar todo' o presionando 'Ctrl + F7'. Esto nos permitirá verificar si hay errores en nuestras redes. Ver figura 29.

Figura 29



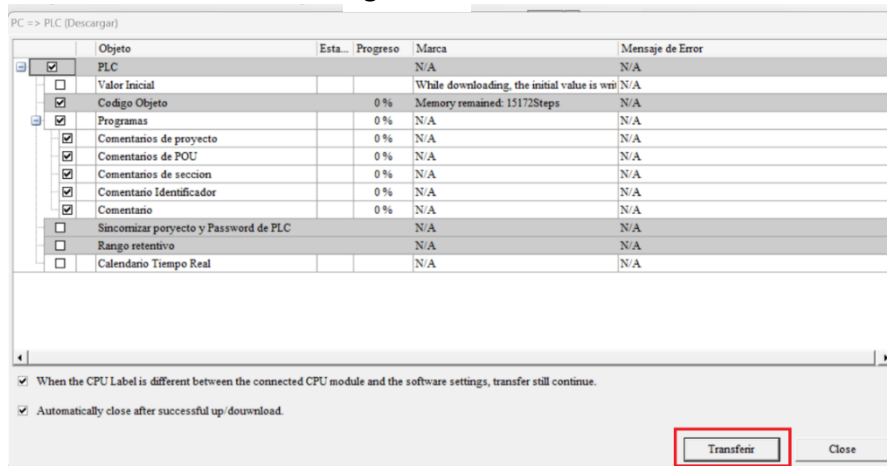
- Podemos cargar el programa al PLC seleccionando la opción 'Descargar desde PLC' o presionando 'Ctrl + F8'. Ver figura 30.

Figura 30



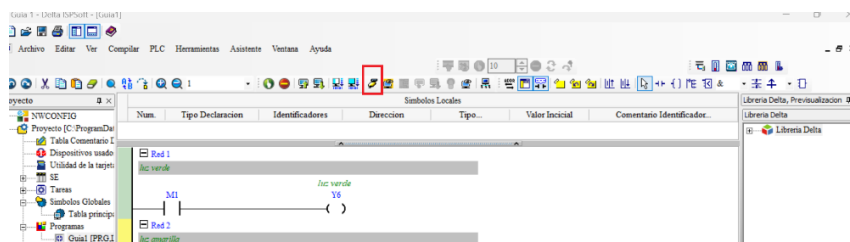
- Aparecerá la siguiente ventana; debemos hacer clic en 'Transferir' y esperar a que los datos se transfieran al PLC. Si aparece un mensaje indicando que la función no puede ejecutarse en modo ejecución y preguntando si queremos continuar, debemos hacer clic en 'Aceptar'. Luego, aparecerá otra ventana preguntando si deseamos volver al estado de ejecución; también debemos hacer clic en 'Aceptar'. Ver figura 31.

Figura 31



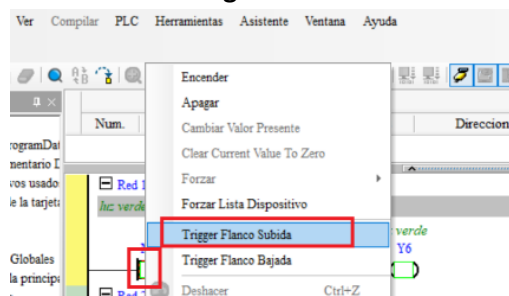
- Hoy, presionamos con clic izquierdo en 'Modo en línea' para poder monitorear las entradas y salidas del PLC. Ver figura 32.

Figura 32

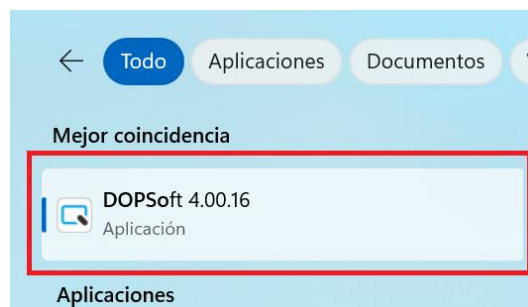


- Vamos al contacto 'M1', hacemos clic derecho y, con clic izquierdo, seleccionamos 'Trigger flanco de subida' para encender la luz verde. Luego, hacemos clic derecho en el contacto 'M1' nuevamente y seleccionamos 'Trigger flanco de bajada' para apagar la luz verde. Después, repetimos el proceso con el contacto 'M2' para realizar la prueba con la luz amarilla. Ver figura 33.

Figura 33



- Minimizamos el programa ISPSOft después de haber realizado las pruebas de las luces verde y amarilla. Con esto, podemos confirmar que tenemos una comunicación exitosa con el PLC. A continuación, abrimos el programa de HMI.
- Solicitar al catedrático que verifique que la dirección IP de la HMI esté configurada correctamente en 192.168.1.1. Esta configuración se encuentra detallada en el manual de usuario, por lo que es importante asegurarse de que coincidan para garantizar una comunicación exitosa.
- Continuaremos con el software DOPSoft, que es el programa de la HMI. Para abrirlo, escribimos 'DOPSoft' en el buscador de Windows y seleccionamos la opción que aparece en los resultados. Ver figura 34.

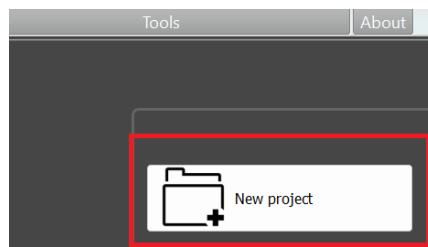
Figura 34

- Aparecerá la siguiente ventana, lo que indica que el programa se está ejecutando para abrirse. Ver figura 35.

Figura 35

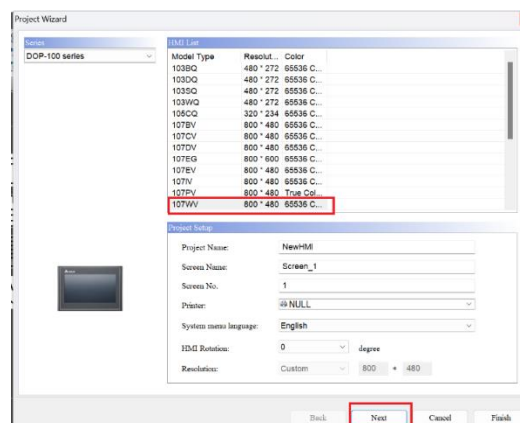
- Seleccionamos 'New Project' para crear un nuevo proyecto. Ver figura 36.

Figura 36



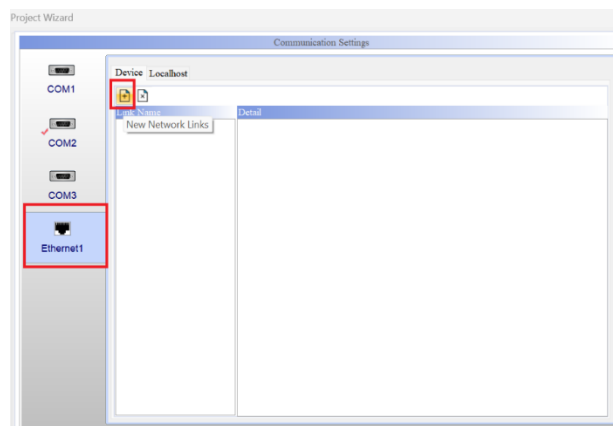
- Seleccionamos el modelo de la HMI, que en este caso es '107WV 800*480 65536C', y luego hacemos clic en 'Next'. Ver figura 37.

Figura 37



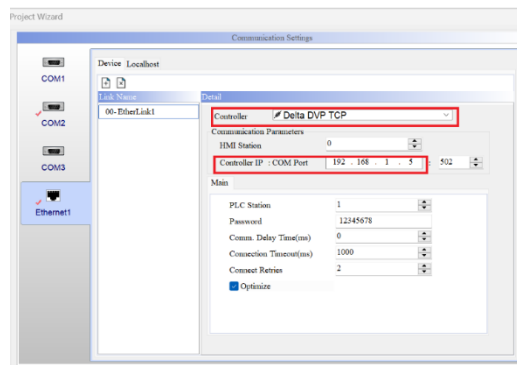
- Aparecerá una ventana en la que debemos hacer clic en 'Ethernet1' y luego en 'New Network Links'. Ver figura 38.

Figura 38



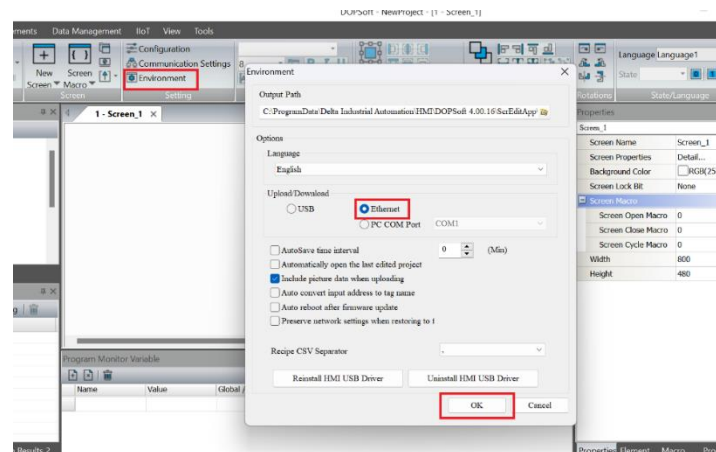
En 'Controller', seleccionamos 'Delta DVP TCP'. Luego, en 'Controller IP: COM Port', ingresamos la dirección IP del PLC (192.168.1.5), asegurándonos de escribirla correctamente para garantizar una comunicación exitosa. Finalmente, hacemos clic en 'Finish'. Ver figura 39.

Figura 39



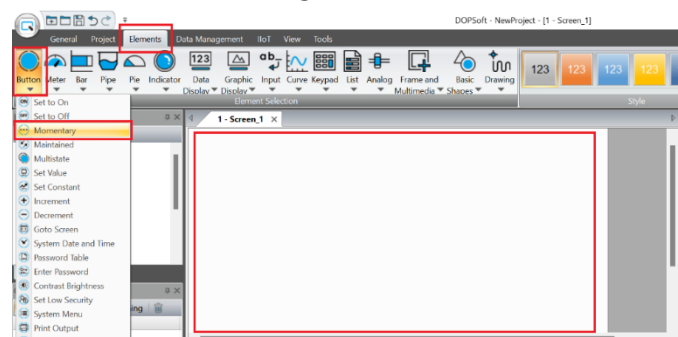
- Aparecerá la interfaz para programar la HMI. Hacemos clic izquierdo en 'Environment', lo que abrirá una ventana donde debemos seleccionar la opción de comunicación por 'Ethernet'. Finalmente, hacemos clic en 'OK'. Ver figura 40.

Figura 40



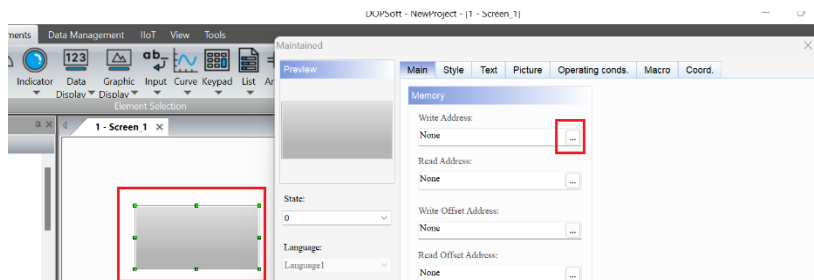
- Vamos a la opción 'Elements', seleccionamos 'Botón Momentary' y lo dibujamos en la pantalla ('Screen'). Ver figura 41.

Figura 41



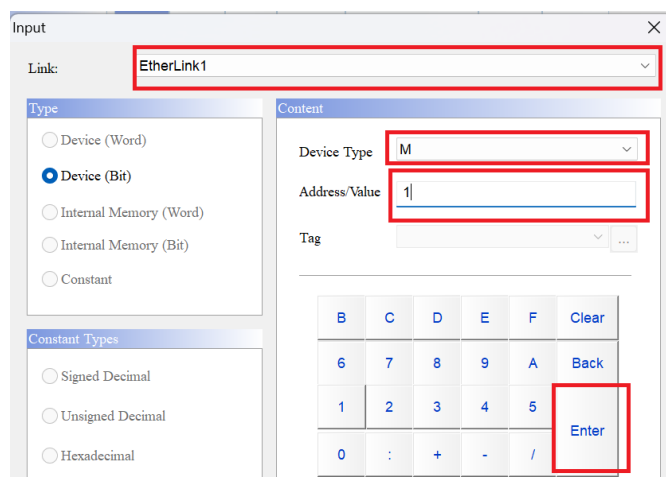
- Damos doble clic izquierdo en el botón que hemos colocado en la HMI. Aparecerá una ventana donde, en el apartado 'Write Address', hacemos doble clic izquierdo en los tres puntos para direccionar el botón con la HMI y el PLC. Ver figura 42.

Figura 42



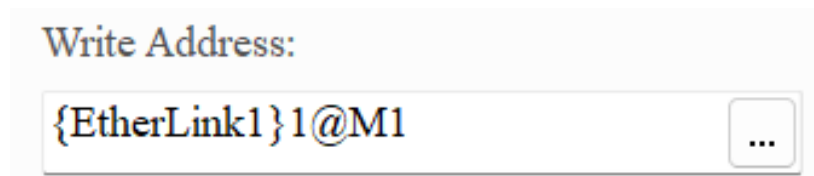
- Aparecerá la siguiente ventana, donde en 'Link:' seleccionamos 'EtherLink1'. En 'Device Type:', elegimos 'M' de marca, que configuramos en el PLC. Luego, en 'Address/Value:', ingresamos '1', que corresponde a 'M1' en el PLC. Finalmente, presionamos 'Enter'. Ver figura 43.

Figura 43



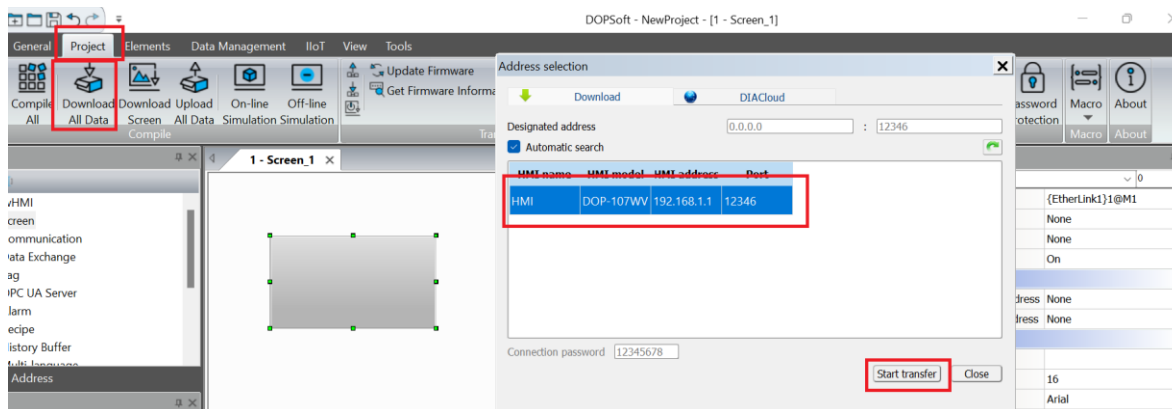
- Verificamos que la dirección configurada esté correctamente escrita y luego hacemos clic en 'OK'. Ver figura 44

Figura 44



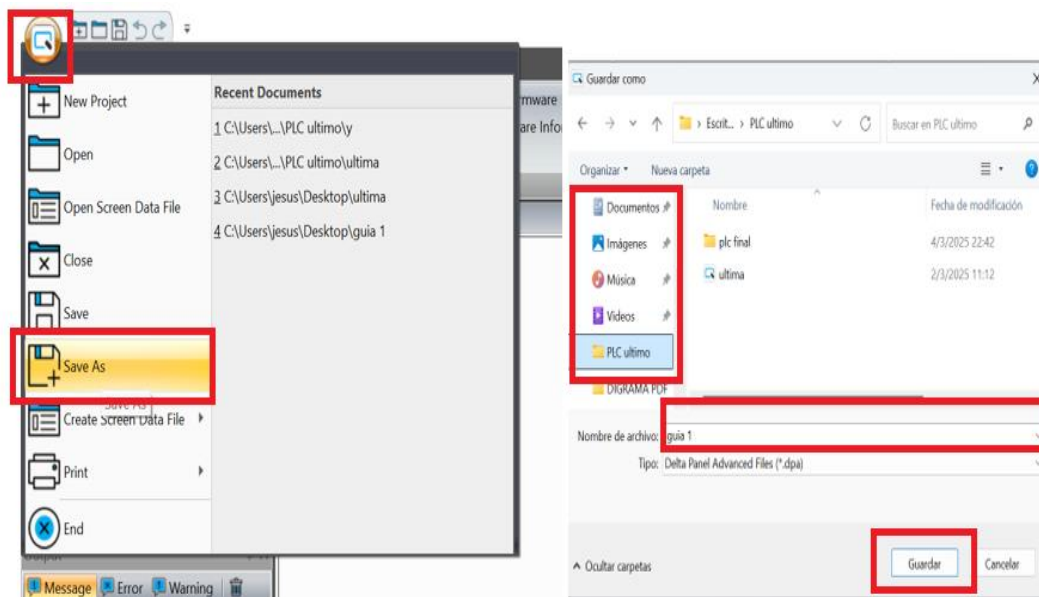
- Seleccionamos 'Project' y hacemos clic izquierdo en 'Download All Data'. Aparecerá una ventana donde comenzará la búsqueda de la dirección IP de la HMI. Luego, hacemos clic en 'Start Transfer' para iniciar la carga del programa en la HMI. Ver figura 45.

Figura 45



- Probamos el botón en la HMI para verificar si enciende la luz verde del semáforo al mantenerlo presionado. Si funciona correctamente, significa que la comunicación y programación entre la HMI y el PLC están bien establecidas.
- Para guardar el programa de DOPSOFT, haz clic izquierdo en su ícono para abrirlo, luego selecciona la opción "Save As". Aparecerá una ventana donde podrás elegir la ubicación en la que deseas guardar el archivo. Una vez seleccionada la carpeta de destino, aguardar y con eso completas el proceso. Ver figura 46.

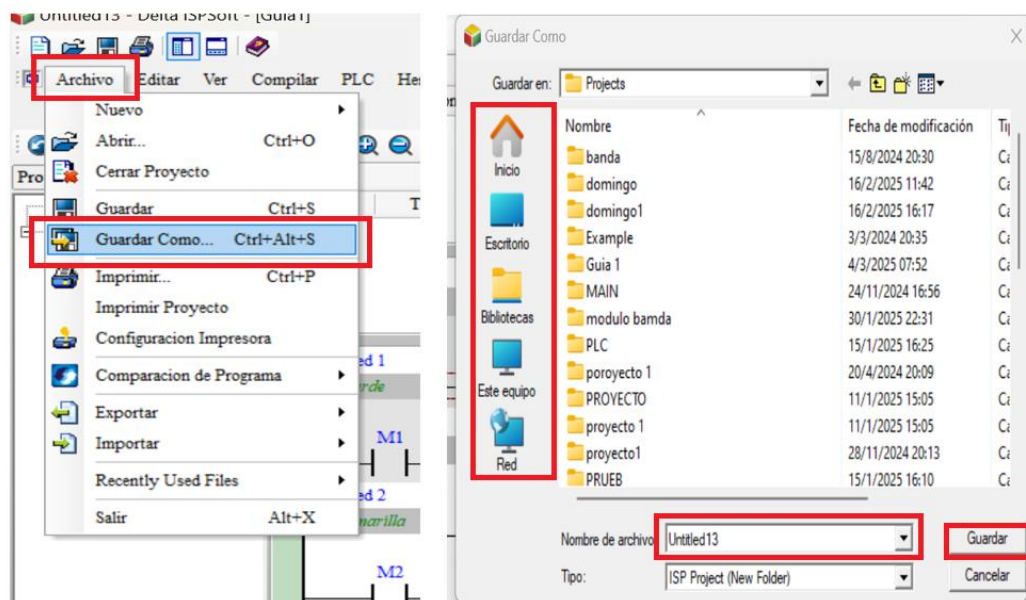
Figura 46



- Para guardar un respaldo del programa creado en ISPSOFT durante la guía 1, primero minimizamos la ventana de DOPSOFT para evitar interferencias. Luego, abrimos ISPSOFT,

hacemos clic en la pestaña "**Archivo**" y seleccionamos la opción "**Guardar como**". En la ventana que aparece, elegimos la carpeta de destino donde queremos almacenar el archivo, procurando que sea una ubicación segura y fácil de recordar. Finalmente, confirmamos la acción para guardar el programa correctamente y asegurarnos de tener un respaldo en caso de necesitarlo más adelante. Ver figura 47.

Figura 47



- Al terminar configuración y de insertar los elementos en PLC y HMI cargue los programas y realice las pruebas.
- Seguir y cumplir con las normas del laboratorio.

5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

Se debe colocar un botón momentary en DOPSOFT y configurar su dirección con la marca M2. Este proceso permitirá que, al presionar el botón, se active la luz amarilla, de la misma manera en que se hizo con la luz verde. Una vez realizado este ajuste, cargar el programa al HMI y realiza una prueba, al presionar el botón, la luz amarilla se debe de encender.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRACTICA N° 2
	TEMA: Uso de PLC Delta DVP 26SE11T	
	LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA	

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Conocer los fundamentos básicos de la programación de PLC, con el fin de implementar procesos automatizados utilizando el PLC Delta DVP26SE11T, y el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Implementar un proceso de automatización usando el lenguaje Ladder.
- Analizar los diferentes procesos que se pueden tener en el entorno industrial.
- Demostrar como el PLC interactúa con la HMI (Interfaz Hombre Maquina) para el control de procesos automatizados.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

- Módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.
- Computadora con programa ISPSoft instalado.

3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

Concepto de automatización.

La automatización industrial se puede definir como el conjunto de procesos y técnicas mediante los cuales se busca ayudar a las personas en sus tareas repetitivas y rutinarias, generando un equilibrio entre personas y maquinas en determinadas tareas. Esto quiere decir que, gracias a la automatización industrial, las empresas y las personas pueden mejorar su productividad y competitividad, ya que esta permite reducir costos y aumentar la calidad de los productos.

Concepto de PLC.

Controlador: se llama así a un circuito electrónico capaz de mejorar información y realizar funciones específicas mediante sus entradas y salidas físicas.

Lógico: es lo que se genera de manera coherente y acorde a las acciones anteriores. Básicamente, es un comportamiento que resulta lógico.

Programable: Se le pueden “implantar” instrucciones (reglas) que luego se ejecutaran exactamente como fueron establecidas.

Al unir estos tres conceptos se puede decir “**El PLC**” es un dispositivo electrónico que procesa instrucciones, produce señales y las envía a través de sus salidas, todo ello programable con instrucciones específicas.

PLC Delta DVP26SE11T. Ver figura 1.

Figura 1

Características principales.

- Alimentación a 24 VDC.
- 14 entradas digitales.
- 12 salidas a transistor NPN.
- Adapta módulos de extensión con clip: general (lado derecho).
- Terminales enchufables para facilitar el cableado y el mantenimiento.
- Dimensiones compactas (Al) 90 mm x (P) 60 mm Montaje en riel DIN.
- Puertos COM mini, Ethernet y 2x RS485 integrados.
- Lenguaje principal de programación: (LD) Ladder, aunque también acepta lenguajes (IL) lista de instrucciones, (SFC) diagrama de funciones secuenciales.



Tabla 1

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
	Contacto normalmente abierto.
	Contacto normalmente cerrado.
	Salida (bobina).
	Bobina de activación.
	Bobina de desactivación.
	Contacto normalmente abierto asociado a una salida.
	Contacto normalmente cerrado asociado a un temporizador.

Lenguaje LD (Ladder).

También se le conoce como diagrama de contactos, puesto que realmente programamos mediante contactos eléctricos que, unidos terminan formando una sentencia lógica, y que se asemeja a la representación gráfica de circuitos eléctricos utilizados en la lógica cableada tradicional.

Ventajas del lenguaje Ladder.

- Fácil de aprender y de entender.
- Ampliamente utilizado en la automatización industrial.
- Facilidad de seguir con el flujo del programa.

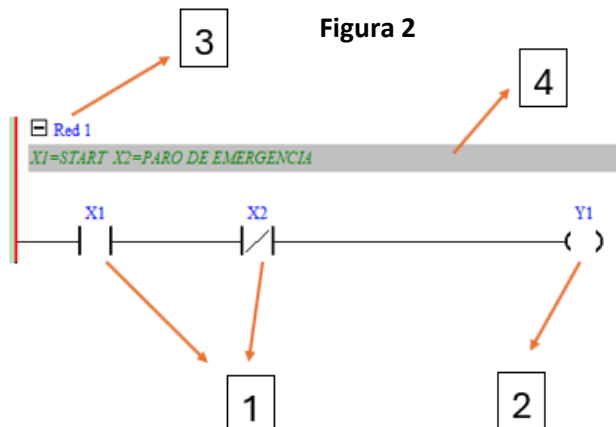
En la tabla 1 se muestra la simbología Ladder

Programación Ladder mediante el uso de ISPSOft.

ISPSOft es el software utilizado para programación de PLC de la marca Delta dentro de este podemos hacer uso del lenguaje (LD) Ladder.

A continuación, se detallará y demostrará al estudiante el uso del software para la implementación de programas.

Principales partes que conforman el lenguaje Ladder. Ver figura 2.



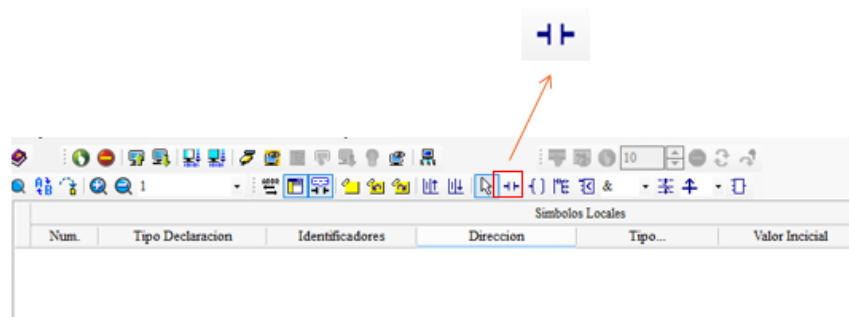
1. **Elementos de entrada:** estos pueden ser contactos, contadores, timers u otro tipo de elementos.
2. **Elementos de salida:** a estos elementos se les conoce como bobinas, las cuales pueden ser bobinas simples o bobinas con direccionamiento (bobinas de activación (S) y bobinas de desactivación (R)).

3. **Escalón:** en programación de PLC se le conoce como **Red** y hace referencia a una sección del código de programación que realiza una función específica.
4. **Cuadro de comentarios:** es una herramienta que nos ayuda a entender con mejor claridad el segmento programado, asignando un comentario de la función que se está realizando

Introducción de elementos

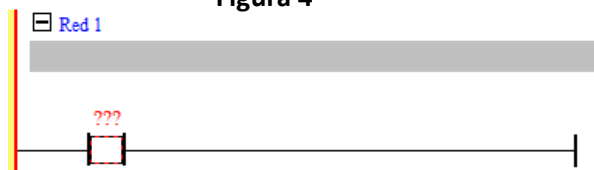
- Abrir el programa ISPSOft. (Consulte la guía1).
- Abrir un nuevo proyecto (Consulte la guía1).
- Cuando se inicia un nuevo programa la pantalla principal aparecerá con una red sin ningún tipo de elemento, para la introducción de estos seleccionamos el icono de contactos tal y como se muestra en la figura 3:

Figura 3



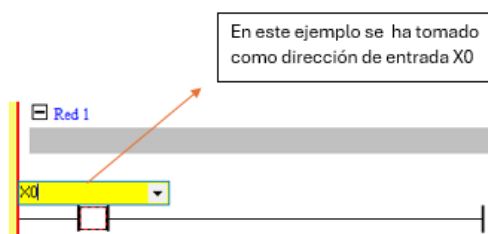
- Al seleccionarlo el icono cambiara de contraste, esto indica que el icono ha sido seleccionado.
- Nos dirigimos hacia la red y nos ubicamos en el rectángulo que sobresale de la guía principal deberá aparecer el icono del contacto, para insertarlo damos clic en el rectángulo quedando de la siguiente manera. Ver figura 4:

Figura 4



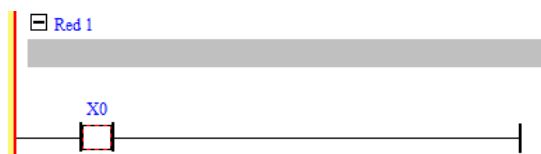
- Para asignar dirección nos situamos sobre el contacto y damos clic.

Figura 5



- Al asignar la dirección damos Enter quedando de la siguiente manera:

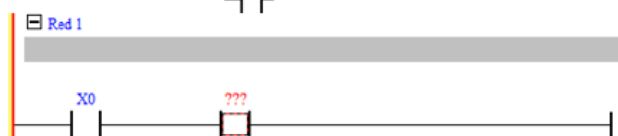
Figura 6



- Para introducir más contactos repetimos pasos anteriores y designamos si queremos contactos en serie o en paralelo de la siguiente manera:

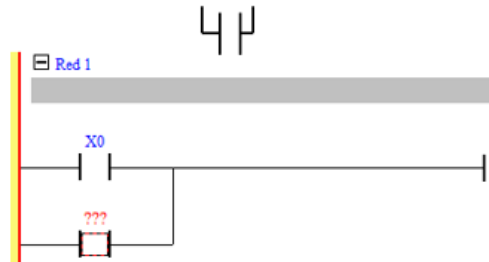
Contacto en serie: al insertar un nuevo contacto aparecerá un símbolo indicando la dirección en la que se instalará este y depende del programador la dirección deseada. como se muestra en el ejemplo de la figura 7:

Figura 7



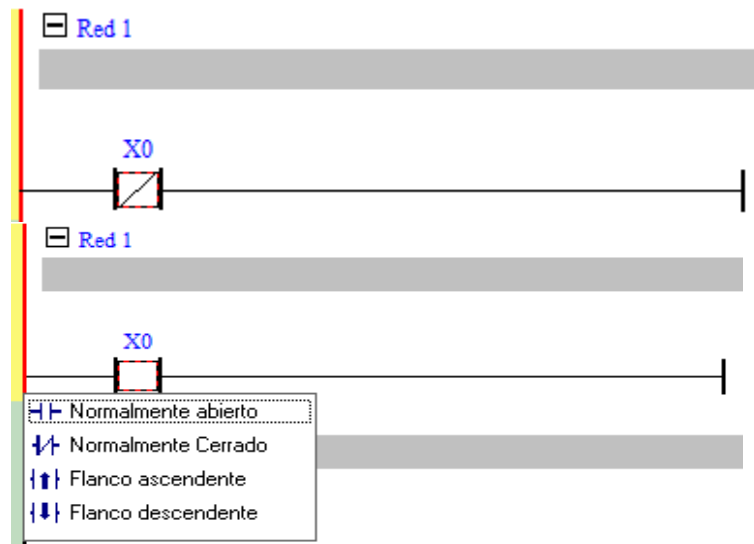
Contacto paralelo: al igual que el contacto en serie , aparecerá un símbolo indicando la dirección del nuevo contacto. A continuación, se observa el ejemplo en la figura 8:

Figura 8



- Para cambiar tipo de contacto seleccionamos un contacto instalado y damos doble clic, en la figura 9 se muestran los diferentes tipos de los cuales podemos usar .

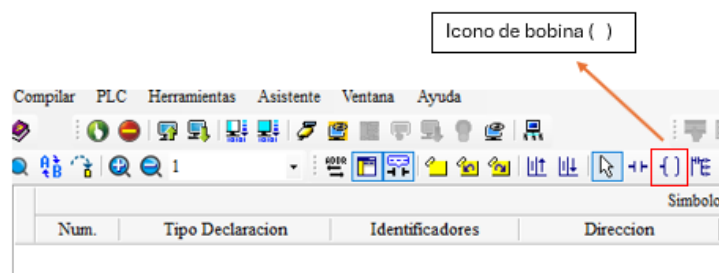
Figura 9



Ejemplo: contacto X0 cambia de NO a NC.

- Introducción de bobina
- Para introducción de bobinas nos situamos en su icono mostrado en la figura 10:

Figura 10



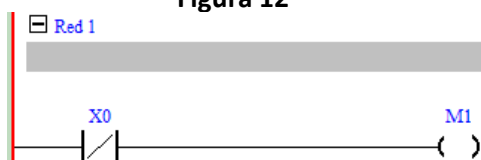
- Al igual que los contactos, asignamos dirección esta puede ser salida directa o direccionada como elemento de memoria.
- Salida directa. Ver figura 11.

Figura 11



Bobina asignada como marca (M). Ver figura 12.

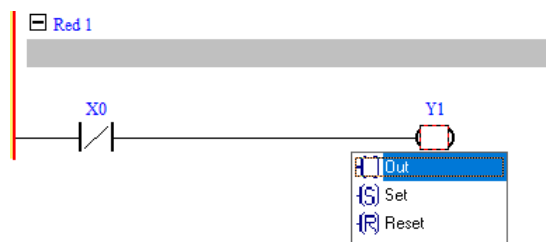
Figura 12



NOTA: las marcas (M) son espacios de memoria del PLC, se utilizan para almacenar y manejar el estado intermedio de una operación u otra información de control. Son como entradas y salidas virtuales, ya que no están relacionadas con las entradas o salidas físicas.

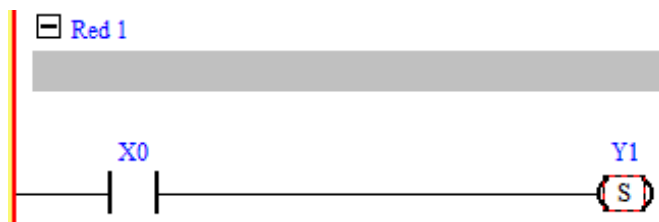
- Introducción de bobinas de activación y de desactivación.
- Para cambiar el tipo de bobina se selecciona y da doble clic. Ver figura 13.

Figura 13



- Dependerá la función que necesitemos en el proceso si es salida simple o una bobina de activación esta tiene la peculiaridad que guarda estado sin importar si es solo un pulso recibido. Ver figura 14.

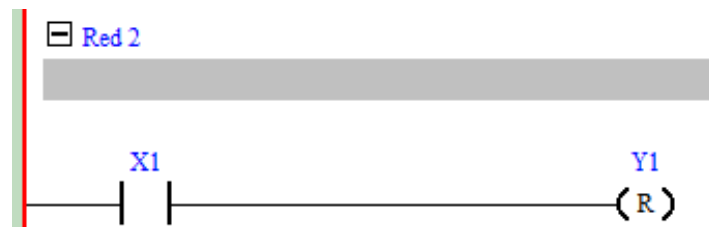
Figura 14



X0 manda pulso a la bobina Y1 la cual queda activa hasta ser reiniciada.

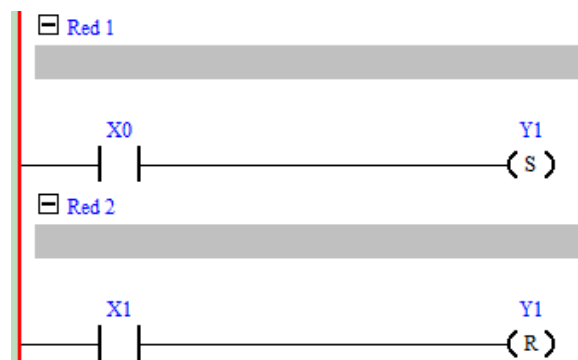
- La bobina de desactivación es parecida a la bobina de activación necesita de un pulso para desactivar, dentro de la programación son de suma importancia pues tiene muchas utilidades como por ejemplo el arranque y paro de un motor o inicio y paro de un proceso. Ver figura 15.

Figura 15



Y en conjunto queda de la siguiente manera: donde X0 activa la bobina Y1 y X1 la desactiva, ambas con un pulso. Ver figura 16.

Figura 16



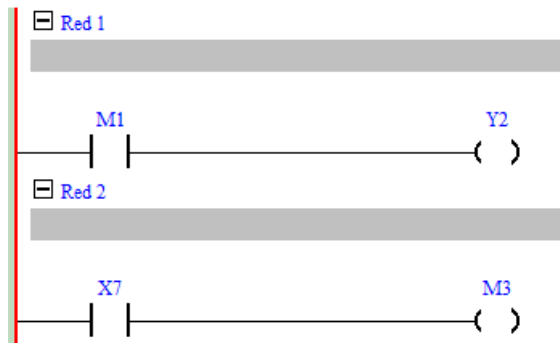
- Introducción de un nuevo escalón o red.
- Cuando se desea introducir un nuevo escalón damos clic sobre el icono mostrado, dependerá la ubicación en la cual lo queremos insertar. Ver figura 17.

Figura 17



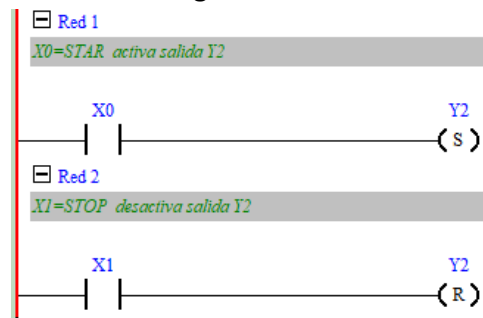
Se muestra ejemplo en figura 18.

Figura 18



- Cuadro de comentario.
- Esta herramienta ayuda a entender de manera más clara el proceso asignado a ese escalón, para esto solo damos clic sobre la barra y asignamos un comentario. Ver figura 19.

Figura 19

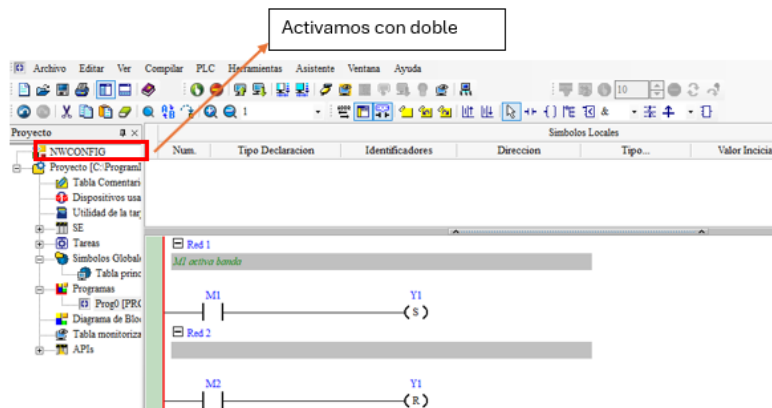


- Uso de tabla de comentario de dispositivos

La tabla de comentarios es la que nos ayuda a identificar el nombre de cada elemento insertado, ya se contactó, bobina u otro tipo de elemento.

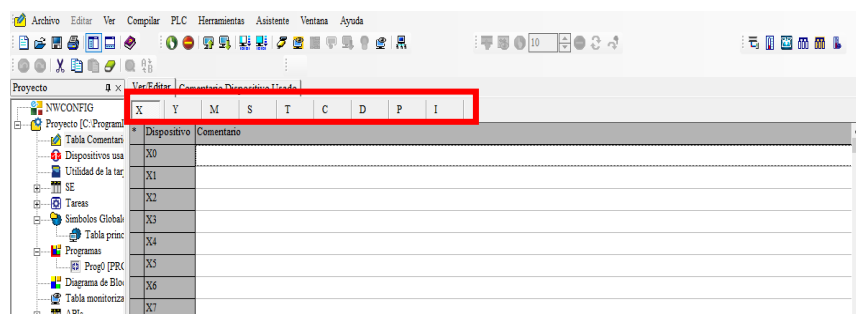
- Para insertarla abrimos la tabla de comentario de dispositivos con doble clic tal y como se muestra en la figura 20.

Figura 20



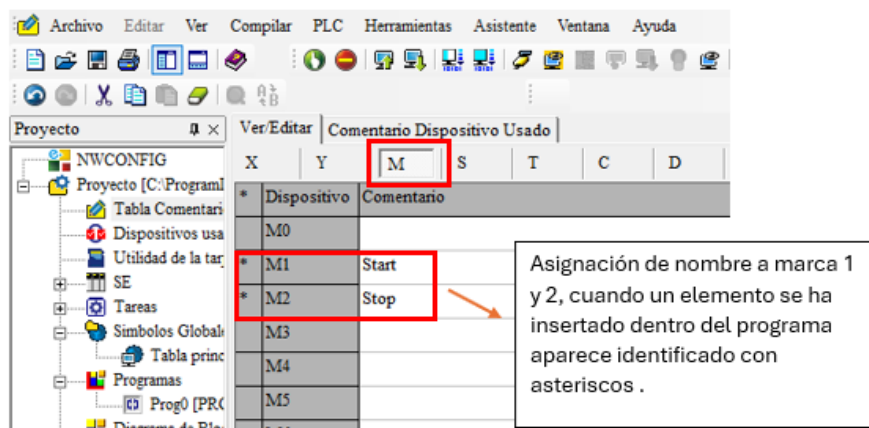
- Aparecerá la siguiente ventana donde podemos asignar nombre a cada elemento que insertemos como marcas (M), entradas (X), salidas (Y), contador (C), etc. Ver figura 21.

Figura 21



Ejemplo: Asignamos nombre a elementos de entrada, para esto seleccionamos el icono con la letra M y buscamos el número o dirección correspondiente. Ver figura 22.

Figura 22



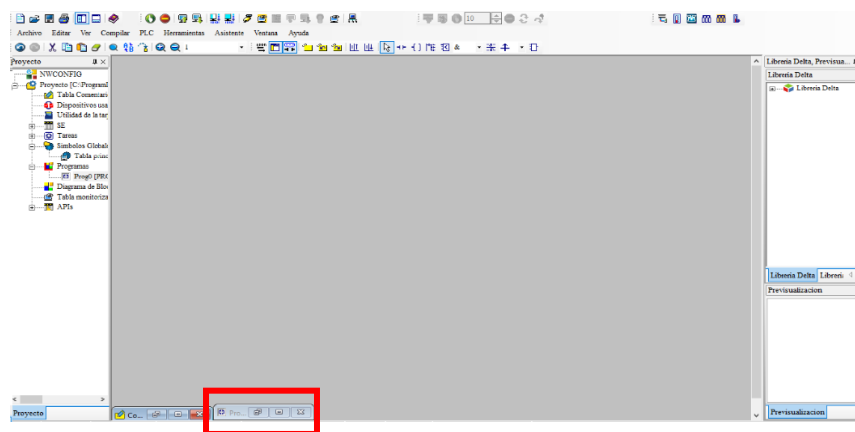
- Realizamos mismo procedimiento para salida Y1 asignada como “Banda transportadora”, y minimizamos pantalla para volver a pantalla principal. Ver figura 23.

Figura 23



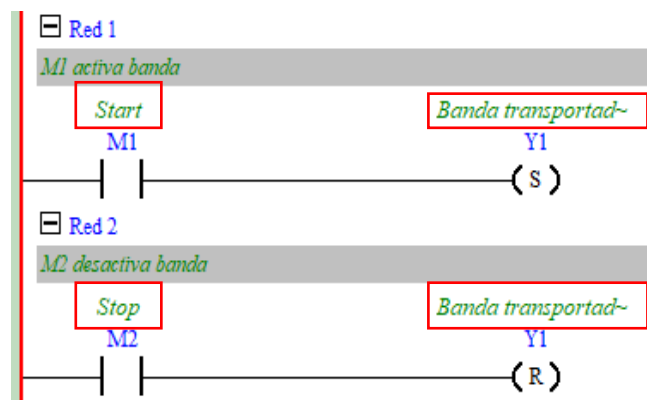
A continuación, maximizamos pantalla principal. Ver figura 24.

Figura 24



- Quedando de la siguiente manera. Ver figura 25.

Figura 25



4.0 PROCEDIMIENTO.

- **Analizar el siguiente proceso:**

Se desea controlar un proceso de selección de materiales donde se tiene diferentes piezas entre este material inductivo, de color y capacitivas (piezas de nylon sin alguna modificación). En la pantalla HMI se mostrarán tres botones las cuales son: botón **verde (Inicio de proceso)**, botón rojo **(Paro de proceso)** y botón azul **(Activación de cilindro)**.

Cuando se presiona botón verde se iniciará el proceso de selección, se enciende compresor y banda transportadora al igual que la luz indicadora color verde (esta para dar aviso que el proceso ha iniciado). Se deben colocar las piezas en el tubo de distribución de material , donde el sensor fotoeléctrico PE1 detectara la pieza del material , el cilindro1 y cilindro 2 deben estar retraídos en posición 0 y sus sensores de posicionamiento MS1 y MS2 deben estar activos (esto para asegurarse que el embolo del pistón esta retraído).

En este proceso de selección solo se desea almacenar piezas inductivas ,cuando la pieza de material está en su posición inicial (detectada por sensor PE1) entonces presionar botón azul que se encuentra en la pantalla HMI (Activación de cilindro), esto activara el cilindro 1 y distribuirá la pieza hacia la banda transportadora donde se encuentra un sensor inductivo (IS1) el cual activara el cilindro designado para almacenaje de piezas inductivas (cilindro2) cuando el sensor de detección de almacenaje se active (sensor fotoeléctrico PE2) desactivara el cilindro 1 y cilindro 2 , llevándolos a su posición inicial dando a entender que la pieza ha sido transportada y almacenada correctamente , durante el ciclo de trabajo se activara una luz indicadora color amarilla (esto para indicar que el cilindro 1 ha sido activado y se desactivara cuando la pieza este almacenada en su lugar correspondiente).

Una vez terminado el proceso , presionar nuevamente botón azul para un nuevo ciclo de trabajo, o botón rojo (Paro de proceso) para detener proceso de selección , cuando una pieza procesada no cumple con la características deseadas la pieza seguirá por la banda transportadora hasta ser detectada por sensor que se encuentra al final de la banda CP1 esto detendrá el proceso automáticamente (Si esto se da, quitar pieza de banda y presionar botón azul para un nuevo ciclo de trabajo) ,además por medidas de seguridad el botón de emergencia podrá ser presionado en cualquier momento parando el proceso automáticamente.

Se pide realizar el programa en lenguaje Ladder que cumpla con los requisitos antes mencionados haciendo uso de ISPSOFT.

Para esto necesario seguir con los siguientes pasos:

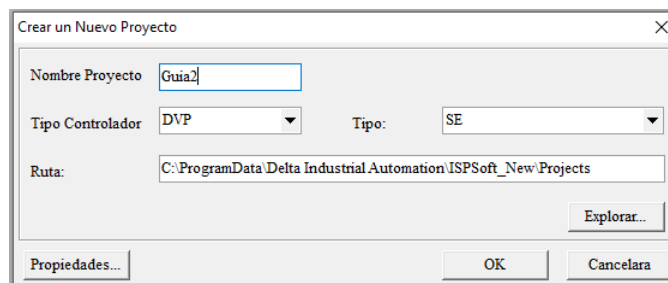
- Conecte el módulo a toma de corriente de 120v.
- Encienda el equipo por medio de el interruptor principal, al hacer esto se encenderá la pantalla HMI y se visualizara en los sensores ya que emiten una luz led color rojo.
- **Pida al instructor que cargue el programa de la guía 2 a la pantalla HMI (Debe cargar el programa denominado “Guia2”), deberá aparecer el siguiente programa: Ver figura 26.**

Figura 26



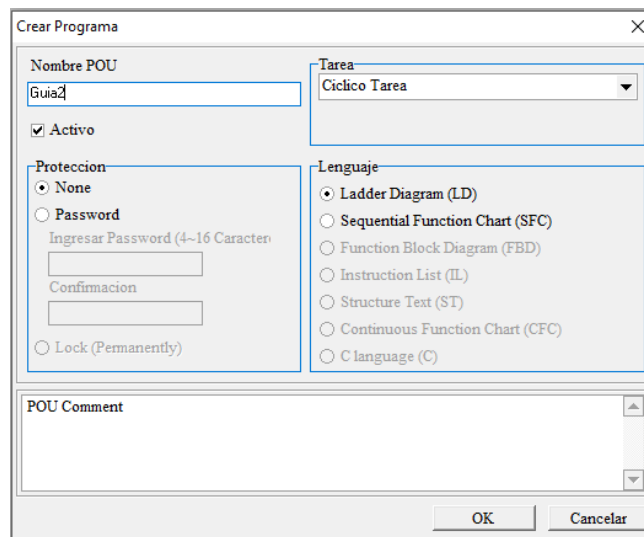
- Abra el programa ISPSOft y COMMGR. (Consulte la guía 1).
- Configure los programas y asigne nombre al proyecto como “Guia2” (Consulte la guía1). Ver figura 27.

Figura 27



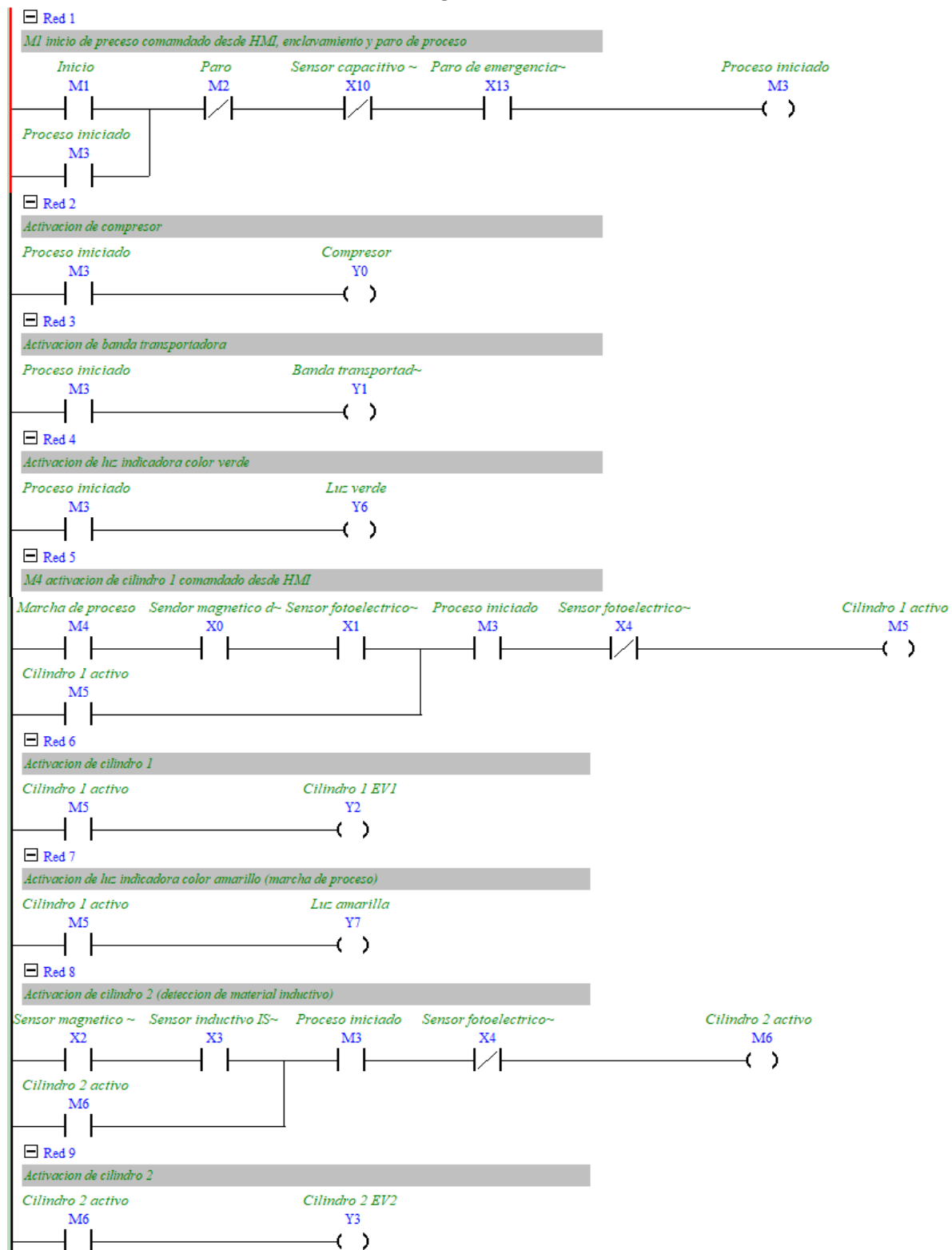
- Cree un nuevo programa con el nombre “Guia2” (Consulte la guía 1)

Figura 28



- Analice y realice el siguiente programa. Ver figura 29.

Figura 29



Se debe seguir las siguientes indicaciones:

- Compile el programa (Consulte la guía 1)
- Revisar que no existan errores en el programa y si existieren solventarlos y volver a compilar.
- Enviar el programa a PLC Delta DVP26SE11T (Consulte la guía 1)
- Guardar el programa en una carpeta denominada “Guía de laboratorio 2 uso de ISPSOft”
- Probar el programa guiándose por el enunciado antes mencionados.
- No introducir las manos u objeto cuando el proceso está en funcionamiento.
- Seguir y cumplir con las normas del laboratorio.

5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

Modifique el programa para que las piezas detectadas sean almacenadas en el depósito de material de color además implemente la señalización de la activación del paro de emergencia mediante la luz indicadora de color rojo consulte las tablas de entradas y salidas de Guía2.

 Universidad Técnica Latinoamericana	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRACTICA N°3
	TEMA: Uso de DOPSoft para programación de HMI Delta DOP107-WV.	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA		

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar la programación del control de la HMI presentado en la guía 2, utilizando DOPSoft para demostrar su integración y funcionamiento en conjunto con el PLC.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Profundizar en el programa DOPSoft.
- Entender el desarrollo completo del proceso mostrado en la guía 2.
- Realizar pruebas en módulo después de realizado la programación de PLC y HMI.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

- Computadora con DOPSoft instalado.
- Módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

Concepto de HMI: HMI son las siglas de human-machine-interfaz y se refieren a un panel que permite al usuario comunicarse con una máquina, software o sistema. Técnicamente, se puede referir a cualquier pantalla que se use para interactuar con un equipo, pero se utiliza normalmente para los entornos industriales.

HMI Delta DOP107-WV.

Figura 1



Esta pantalla es utilizada en módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales, la cual se muestra en la figura 1 y ayuda a que el proceso pueda ser más efectivo y controlado gracias a la transmisión de datos que se tienen en tiempo real. El módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales cuenta con HMI Delta de la serie DOP100, específicamente el modelo DOP107-WV, posee las

siguientes características:

- Alimentación eléctrica de 24 VDC.
- Pantalla de 7 pulgadas.
- Dimensiones 196 mm x 136 mm x 39 mm
- Puertos COM y puerto Ethernet integrado.

4.0 PROCEDIMIENTO.

- La presente guía del laboratorio es continuación del proceso realizado en el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales de la guía 2.

Pasos:

- Conecte el módulo a un tomacorriente de 120vac.
- Encienda el equipo por medio de el interruptor principal, al hacer esto se encenderá la pantalla HMI y se visualizara en los sensores ya que emiten una luz (led color rojo).
- Transferir y cargar el programa a PLC realizado en la guía 2. (Si no lo tiene pedir a instructor que lo transfiera).
- Analice el proceso de la guía 2.
- Se pide realizar el programa de control del proceso de la guía 2. Ver figura 2.

Figura 2



- Agregar luz indicadora a pantalla HMI tal como se pide en el proceso (Luz verde para proceso iniciado y luz amarilla que indique activación de cilindro), debe de quedar de la siguiente manera:

Figura 3



Cuando el proceso este activo se visualizarán los botones retraídos y los pilotos activos también cambiar texto a “Guía de laboratorio 3”

- Abrir DOPSoft (Consulte la guia1).
- Abra un nuevo proyecto con el nombre de “Guia3”. (Consulte guia1).

- Configure el software con dirección IP para conexión a Ethernet de PC (consulte la guía 1).
- Realice el programa siguiendo los siguientes pasos a continuación.

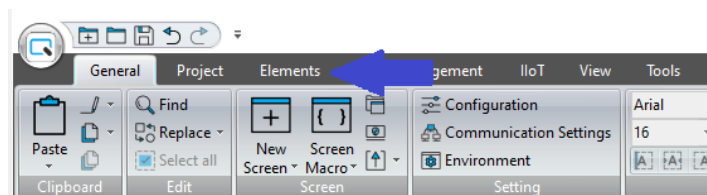
Insertión de elementos de control.

- **Como primer punto insertaremos un botón momentary para control del proceso.**

Insertar botones para control del proceso.

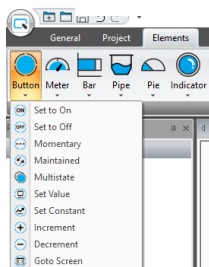
Los elementos que conforman un proyecto tales pulsadores, indicadores, graficas se encuentran ubicados en la parte superior derecha. Ver figura 4.

Figura 4



Para insertar elementos nos vamos a la ventana de elementos, es aquí donde se encuentran todos los tipos de botones que podemos usar para ejecución del proyecto, se pide insertar 3 botones tipo pulsador. Ver figura 5.

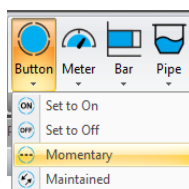
Figura 5



Introducir botón momentary.

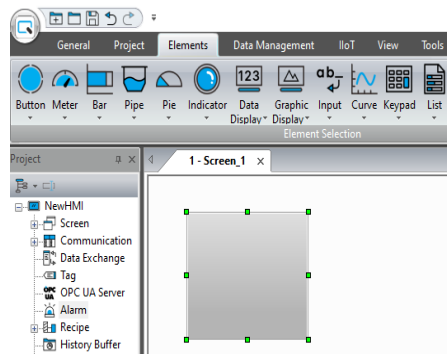
Para la inserción de botón momentary nos vamos a elementos y en la opción Button elegimos la opción Monetary. Ver en la figura 6.

Figura 6



Al seleccionarlo, en la pantalla se realiza un rectángulo para luego cambiar las propiedades de dicho elemento. Ver en la figura 7.

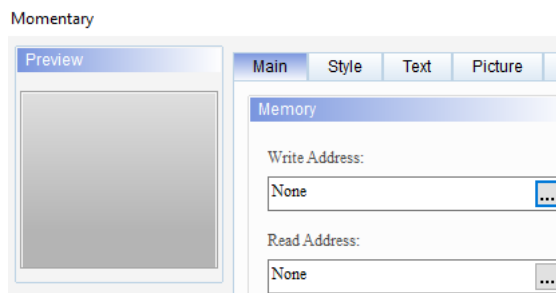
Figura 7



Para realizar los cambios de las características del elemento insertado, damos doble clic y se abrirá una nueva ventana donde se mostrará diferentes herramientas que se pueden utilizar para configurar el elemento a nuestro gusto, entre las principales herramientas se encuentran:

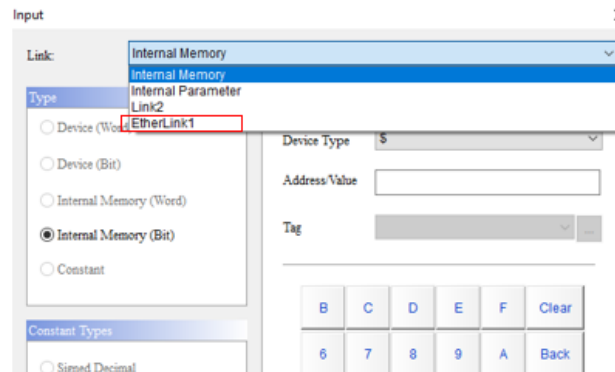
- Dirección del elemento.
- Estilo.
- Texto.
- Figura.

Figura 8

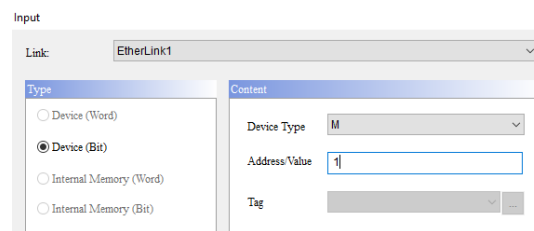


Dirección del elemento.

En esta herramienta direccionamos el elemento acuerdo al tipo de transferencia de datos que se tenga en el Link o enlace por el cual se estará comunicando el equipo, en nuestro caso es por medio de Ethernet como solo se ha configurado una dirección, esta aparece en los link, tal como se muestra en la figura 9.

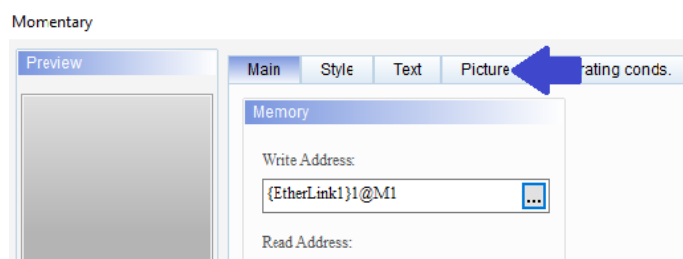
Figura 9

En este caso direccionaremos el botón de enlace a Ethernet conectado a PLC con una Marca 1(M1), esta es la que activara el proceso en el PLC. Ver figura 10.

Figura 10

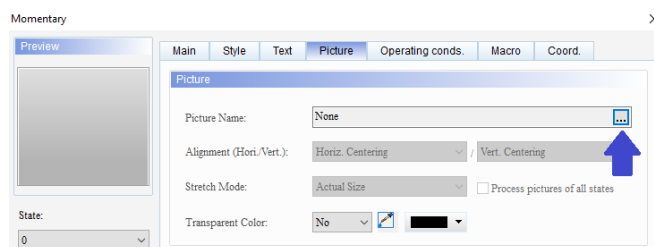
Al seleccionar el tipo de enlace y la dirección guardamos los cambios dando “Enter” para seguir con los demás cambios de dicho elemento.

Para cambio de vista del elemento nos ubicamos y damos clic en la opción Picture. Ver figura 11.

Figura 11

En esta parte se puede cambiar el tipo de figura que se mostrara en la pantalla dando clic en la opción de Picture Name. Ver figura 12.

Figura 12



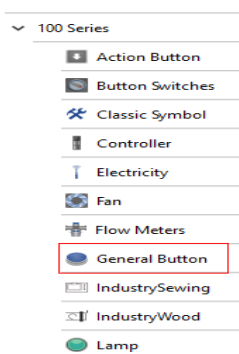
A continuación, se mostrará los diferentes tipos de elementos con los que se cuentan, se seleccionará en el catálogo de 100 Series. Ver figura 13.

Figura 13

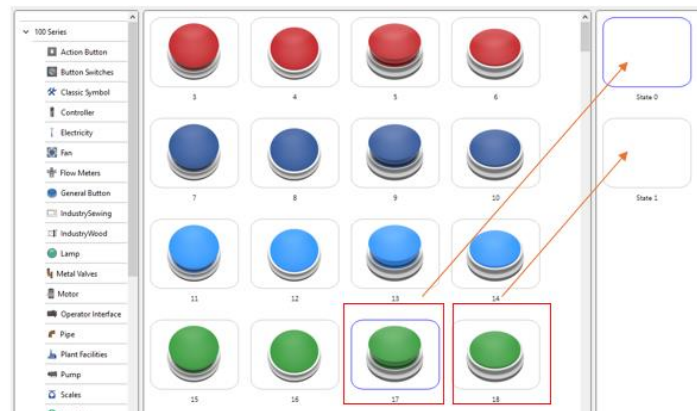


Se desplegará una lista de diferentes elementos, elegimos la opción General Button. Ver figura 14.

Figura 14



Se despliega la ventana que muestra todos los pulsadores de los cuales podemos hacer uso, es necesario optar por dos figuras diferentes de las cuales una es estado cero o apagado y el segundo estado 1 o encendido para esto damos clic sobre la figura a insertar en este caso buscamos un pulsador color verde y arrastramos asta ubicarlo en el lugar asignado, elegimos el numero 17 para que se visualice en estado cero (0) y el numero 18 para estado uno (1). Ver figura 15.

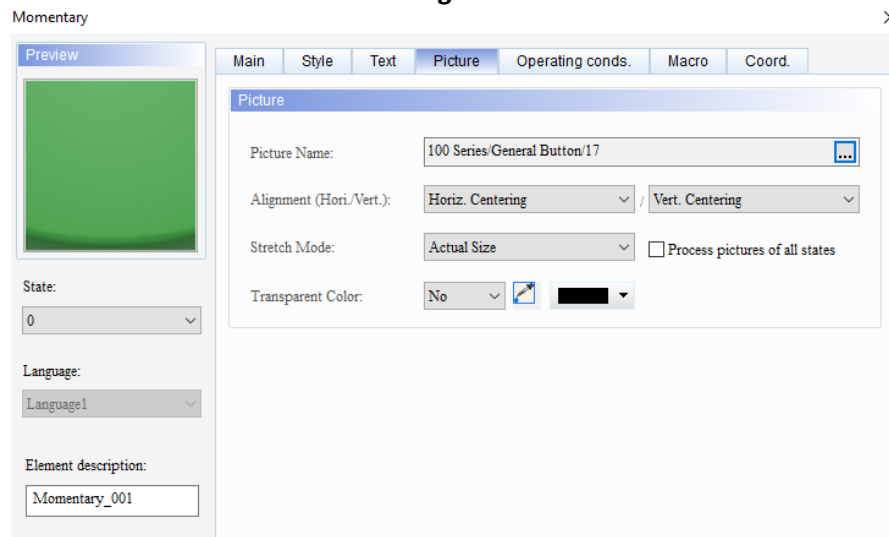
Figura 15

Para guardar cambios dar clic sobre icono mostrado ver figura 16.

Figura 16

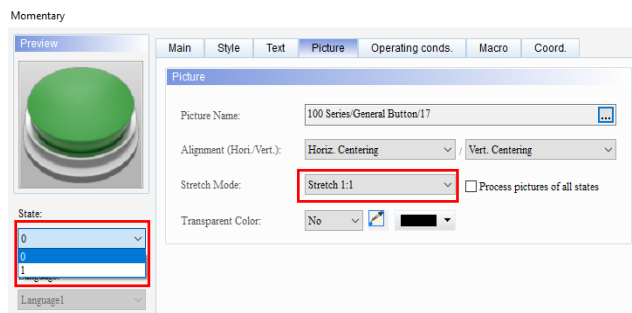
Al dar clic nos lleva nuevamente a pantalla de visualización, pero no se ven los cambios realizados.

Ver figura 17.

Figura 17

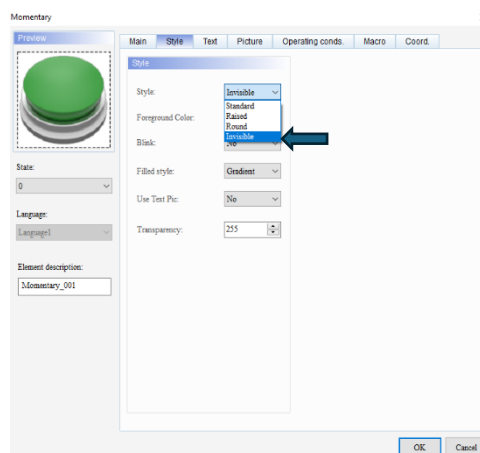
Para ver los cambios, es necesario modificar tamaño de imagen para esto nos vamos a Stretch Mode y elegimos la opción **Stretch 1:1** esto nos ayudara a que la figura tome el tamaño adecuado donde se puede notar con más claridad, esto debe de realizarse en estado 0 y 1 tal como se muestra en la figura18:

Figura 18



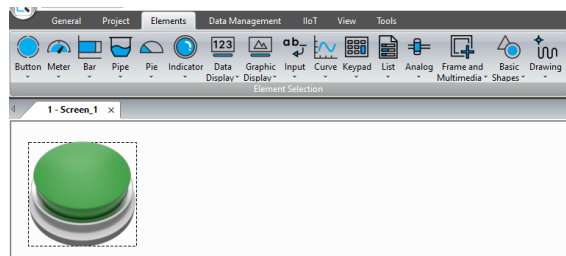
En la opción de Style se cambia el trasfondo de la figura, esto sirve para que solo se muestre la imagen del pulsador, seleccionamos la opción Invisible y automáticamente cambia el fondo de la imagen. Ver figura 19.

Figura 19



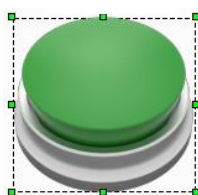
Al finalizar la configuración del pulsador damos clic sobre botón “OK”, quedando de la siguiente manera. Ver figura 20.

Figura 20



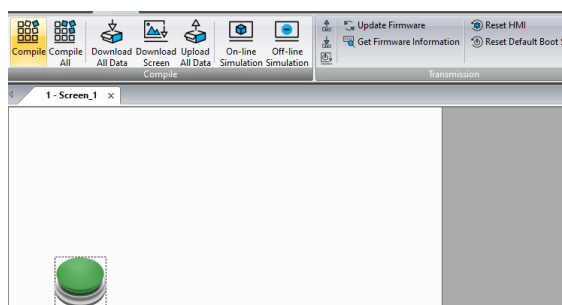
Vemos que el pulsador insertado se visualiza perfectamente, solo nos queda cambiar su tamaño, para esto se da clic sobre figura y aparecerá un contorno alrededor donde podemos cambiarlo al tamaño deseado. Ver figura 21.

Figura 21



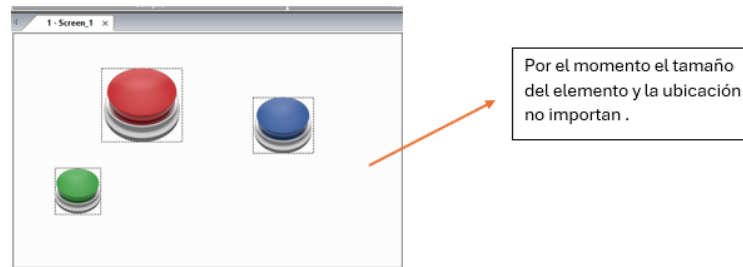
Para cambiarlo de lugar damos clic sobre figura y lo arrastramos hacia dónde queremos que se visualice, en este caso lo pondremos en la parte inferior derecha tal y como se muestra a continuación. Ver figura 22.

Figura 22



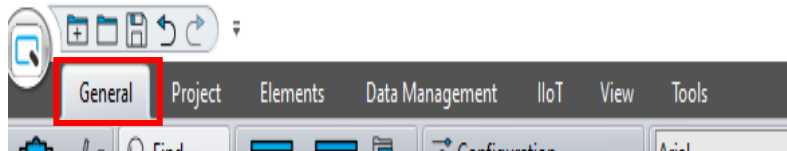
- **Se pide insertar dos botones más para el proceso, repita el procedimiento, y recuerde que necesita insertar un botón rojo con dirección Ethernet M2 y un botón azul con dirección de Ethernet M4.**

Al terminar debe de quedarle parecido a lo mostrado, tres botones de diferentes colores y tamaño. Ver figura 23.

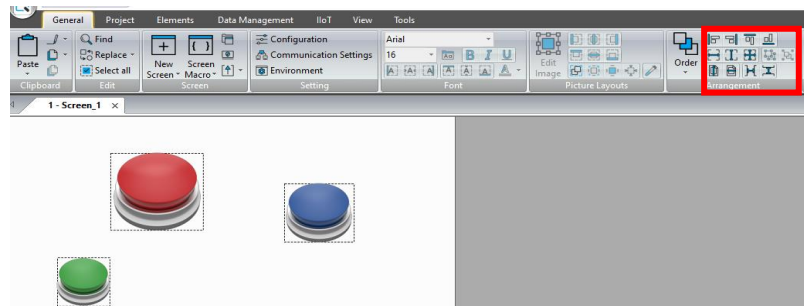
Figura 23

Para ordenar en cuanto a tamaño y posicionamiento se realiza lo siguiente:

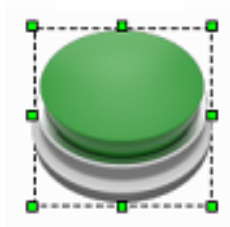
Nos ubicamos en herramienta General. Ver figura 24.

Figura 24

Aparecerán las siguientes herramientas para dar formato a figura. Ver figura 25.

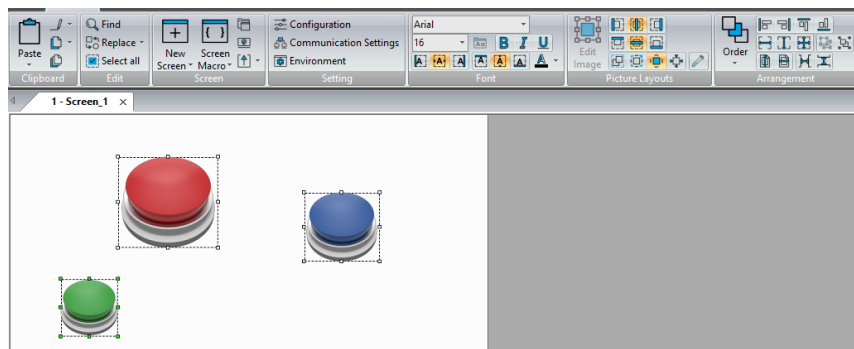
Figura 25

A continuación, buscamos referencia para ajustar el formato de los elementos, el pulsador que necesitamos que se asemeje en cuanto a tamaño y ubicación es el verde damos clic sobre este, aparecerá un contorno a su alrededor tal y como se muestra en figura 26.

Figura 26

Luego de dar clic sobre figura de referencia se presiona tecla Shift y manteniéndolo se da clic a las otras figuras, si se ha realizado bien tiene que aparecer de la siguiente manera. Ver figura 27.

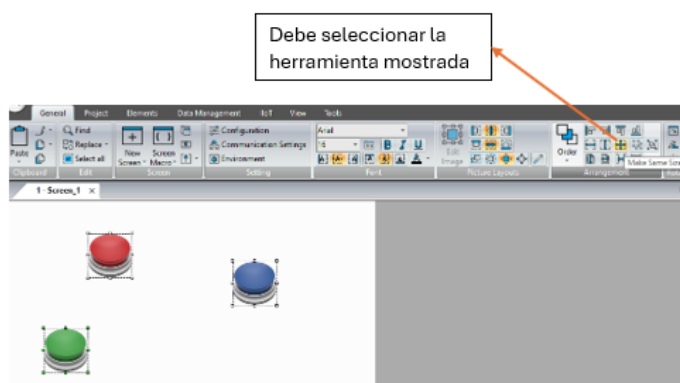
Figura 27



✓ Luego nos vamos a las herramientas para cambiar el tamaño y dirección:

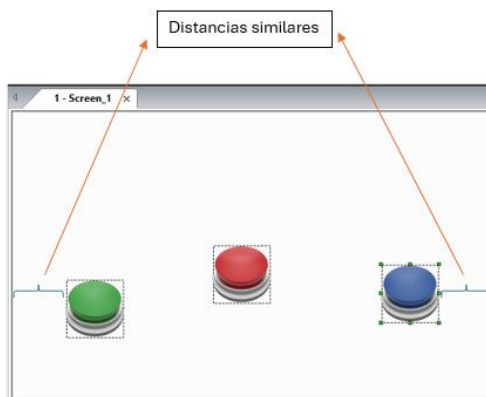
- Primero configuraremos el tamaño de la siguiente manera. Ver figura 28.

Figura 28



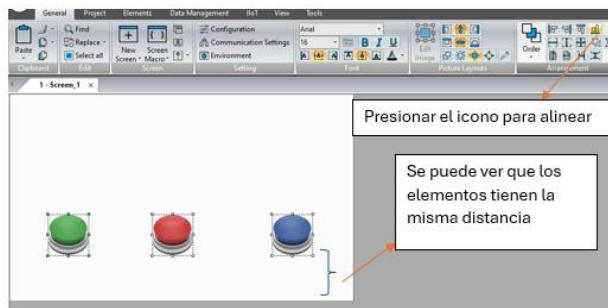
Luego de clic fuera de figura de pulsadores y arrastre los elementos hasta un lugar donde se pueda notar su ubicación real respetando la distancia del primero con el ultimo, tal y como se muestra en la figura 29.

Figura 29



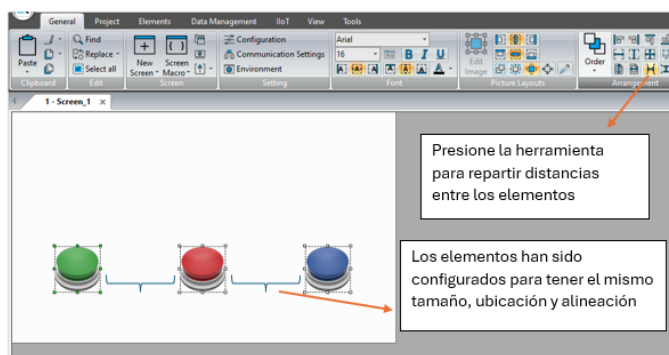
Vuelva a seleccionar pulsador verde (este indica que necesitamos tomar referencia de él, como su ubicación) y presionando tecla Shift dar clic a pulsador rojo y azul, luego presione la siguiente herramienta. Ver figura 30.

Figura 30



Y para terminar presione la herramienta mostrada. Ver figura 31.

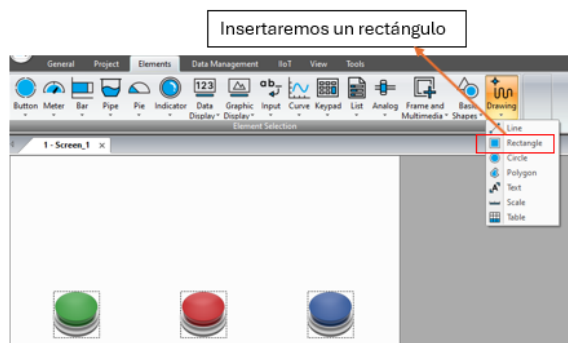
Figura 31



➤ Insertar figuras.

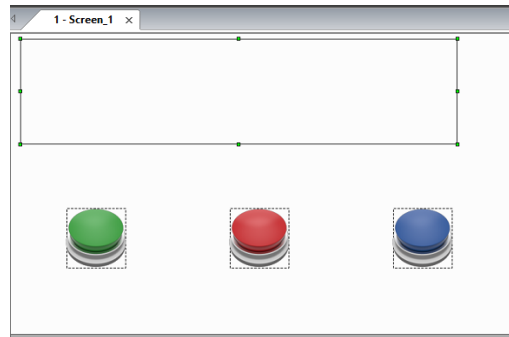
Vamos a herramientas de elementos y elegimos la opción Drawing. Ver figura 32.

Figura 32



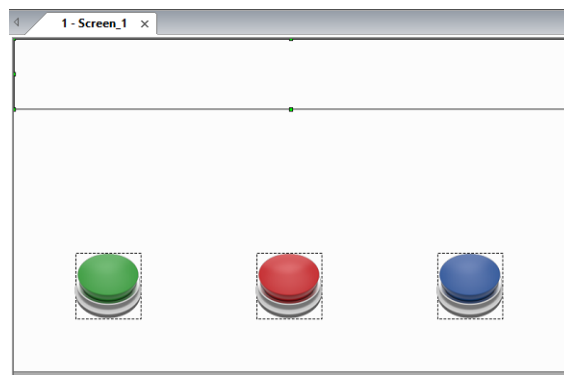
Realizamos un rectángulo que vaya de extremo a extremo de pantalla, cambiando su tamaño y ubicación. Ver figura 33.

Figura 33



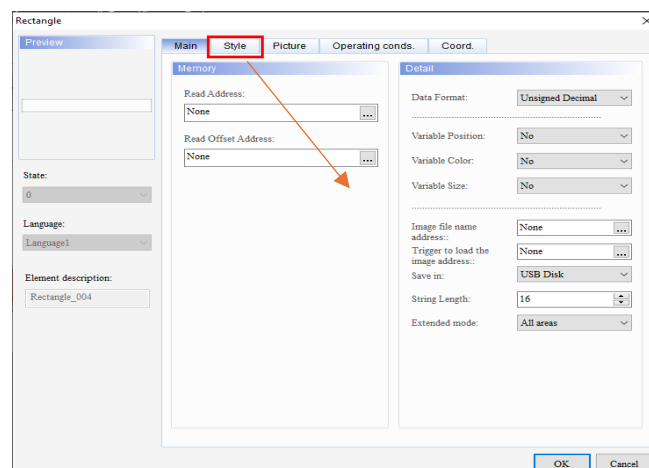
Debe de quedar de la siguiente manera como se muestra en la figura 34.

Figura 34



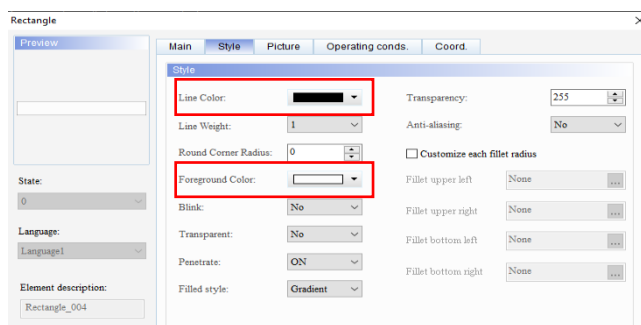
A continuación, damos doble clic sobre rectángulo para cambiar sus propiedades se abrirá una ventana como la siguiente mostrada:

Figura 35



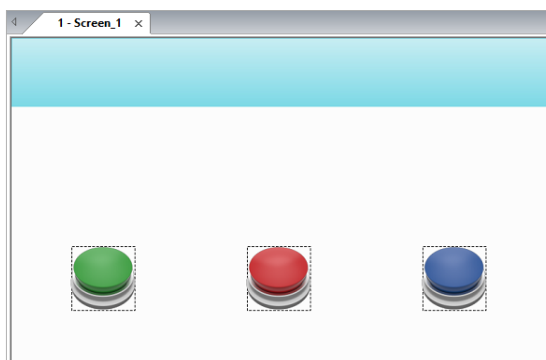
Elegimos el color de línea y de fondo en las siguientes configuraciones. Ver figura 36.

Figura 36



Elegimos el color (para ambos es el mismo) y damos clic en “OK”, quedando de la siguiente manera: ver figura 37.

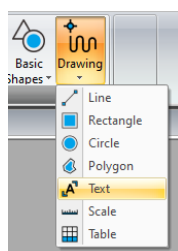
Figura 37



➤ Introducir texto.

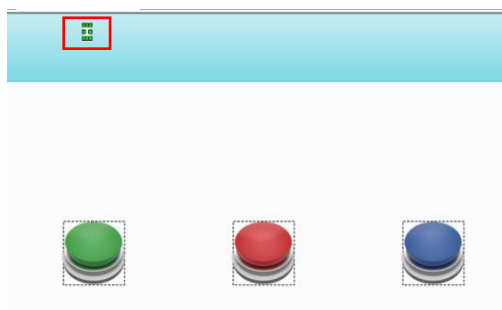
En la herramienta Drawing elegir la opción Text. Ver figura 38.

Figura 38



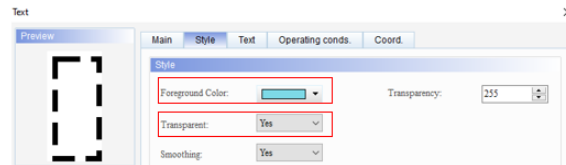
Al insertarlo se creará un rectángulo pequeño donde tenemos que cambiar sus propiedades dando doble clic sobre este. Ver figura 39.

Figura 39



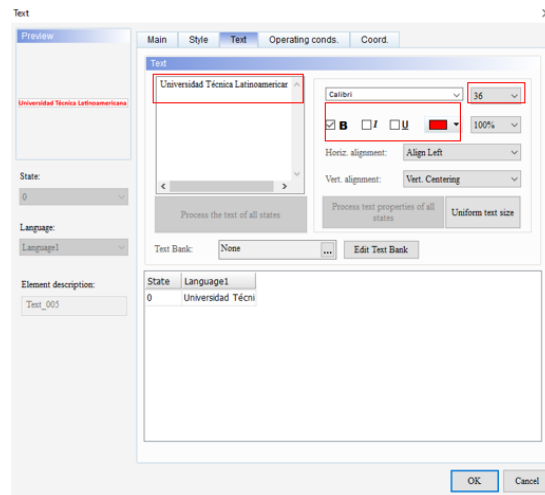
En la configuración nos vamos a Style y cambiamos el color de fondo y en transparencia cambiamos a “Yes”. Ver figura 40.

Figura 40



Seguidamente nos vamos a herramientas de texto allí asignamos lo que se quiere mostrar en la pantalla, cambiando su formato como tipo de letra, tamaño, color. Ver figura 41.

Figura 41



Damos clic en “OK” y se mostrara lo siguiente. Ver figura 42.

Figura 42



Así mismo colocamos los demás textos del programa, recordando que en los restantes no es necesario cambiar color ya que la página es blanca, solo es necesario cambiar la transparencia y el tamaño. Ver figura 43.

Figura 43

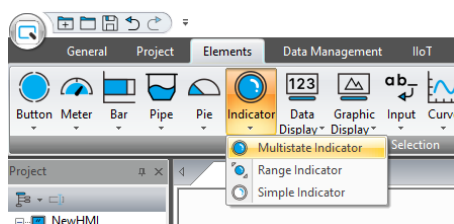


Para este punto ya se ha terminado el programa utilizado en la guía 2, sin embargo, se pide adicionalmente colocar pilotos indicadores verde para inicio de proceso y amarillo para dar aviso que se ha activado pistón, estas deben coincidir con las luces físicas del módulo.

Introducción de indicador color verde.

Para esto nos vamos a elementos y elegimos la herramienta “Indicator” seguidamente de “Multistate Indicator” Ver figura 44.

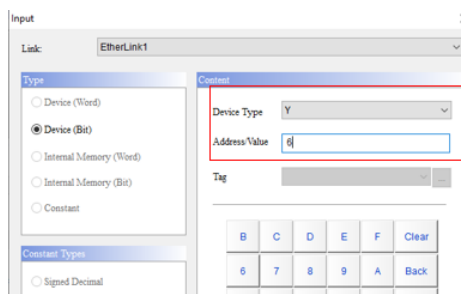
Figura 44



Al elegir esto realizamos mismo procedimiento de inserción de pulsador.

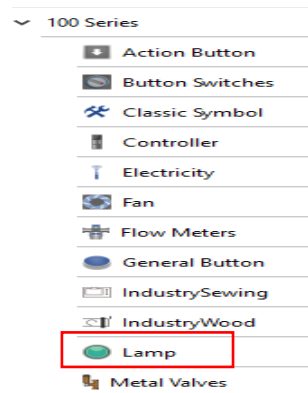
- ✓ Hacer un rectángulo.
- ✓ Ir a propiedades.
- ✓ Direccionar el elemento en este caso cuando el led indicador color verde del módulo se activa lo realiza por medio de Y6. Ver figura 45.

Figura 45



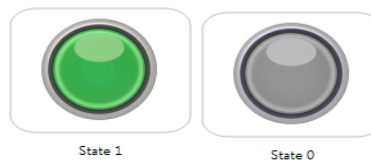
- ✓ Cambiar imagen de indicador para esto valla a Picture y elija el siguiente catálogo. Ver figura 46.

Figura 46



- ✓ Deberá elegir los siguientes. Ver figura 47.

Figura 47



- ✓ Cambiar su tamaño y transparencia.
 - Debe de quedar similar a lo mostrado. Ver figura 48.

Figura 48



- Para insertar el segundo piloto debe de seguir mismo procedimiento a diferencia que cambiará a color amarillo y la dirección de Link Ethernet 1 será Y7.

- Deberá de quedar similar a lo mostrado en la figura 49.

Figura 49



- Una vez terminado el programa cárguelo a HMI del módulo (Consulte la guía 1).
- Cuando se cargue a pantalla deberá aparecer de la siguiente manera. Ver figura 50.

Figura 50



5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

Insertar un nuevo indicador que se active cuando se accione paro de emergencia, este deberá ser de color rojo, realice las configuraciones de manera que se visualice igual a los mostrados en la pantalla, para direccionamiento de elemento analice el programa del PLC realizado en la guía 2, además identifíquelo con texto “Paro de emergencia activo”, una vez terminado cargue el programa a HMI y realice las pruebas correspondientes.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRACTICA N° 4
TEMA: Uso de contadores en PLC y HMI.		
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELÉCTRICA		

1.0 OBJETIVO GENERAL.

Demostrar de manera practica el uso y funcionamiento de contadores en los sistemas automatizados, usando el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales con la integración del PLC DVP26SE11T y HMI DOP107-WV.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Entender la importancia de los contadores en los procesos de automatización.
- Introducir y programar contadores en PLC.
- Introducir y programar contadores en HMI.

2.0 MATERIAL Y EQUIPO.

- Computadora con programas DOPSoft, ISPSoft y COMMGR instalados.
- Módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

3.0 INTRODUCCIÓN TEÓRICA.

Uso de contadores en PLC.

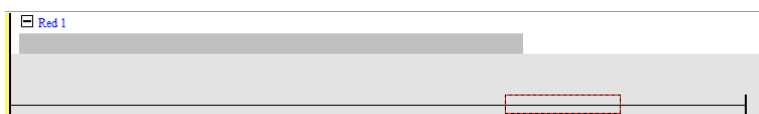
Un contador es una instrucción cuya finalidad es la de incrementar o decrementar en una unidad el valor numérico de una variable con el objetivo de condicionar la activación de una salida física o una condición lógica del programa con dicha variable numérica.

Son ampliamente utilizados en la automatización industrial para contar piezas, controlar secuencias de eventos, realizar tareas de dosificación, entre otras aplicaciones.

Introducción de contadores en ISPSoft

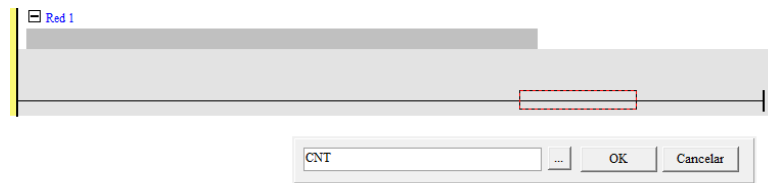
Para introducir contadores, en el escalón o Red del programa aparece el área donde se insertan los elementos ya sea de entrada o de salida. Ver figura 1.

Figura 1



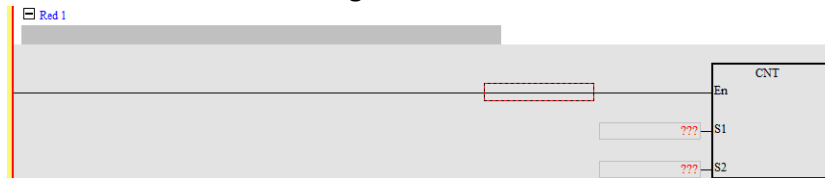
A continuación, se da doble clic sobre este y aparecerá una ventana, donde se escribe CNT y dar clic sobre botón OK. Ver figura 2.

Figura 2



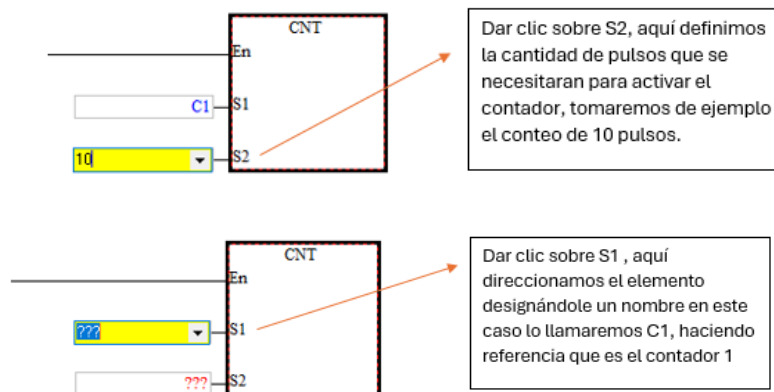
Aparecerá un bloque denominado CNT .Ver figura 3.

Figura 3



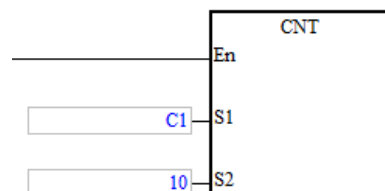
Configuramos el contador de la siguiente manera. Ver figura 4.

Figura 4



Quedando de la siguiente manera. Ver figura 5.

Figura 5



Es así como ya se ha insertado el contador 1 (**C1**) que se activara al recibir 10 pulsos.

Integración de contador a procesos de control.

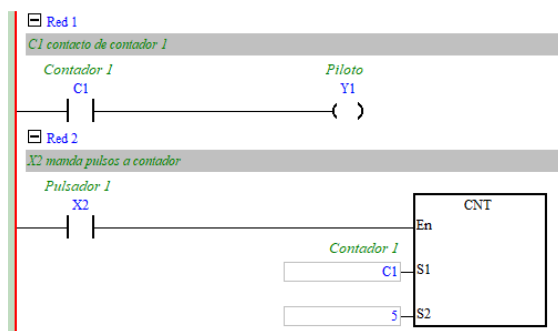
Para integrar los contadores a proceso de control se deben de tener dos aspectos importantes los cuales son:

- Tener un elemento de entrada que comande los pulsos enviados al contador.
- Identificar en que parte del proceso se utilizaran los contactos direccionados del contador, estos pueden ser abiertos o cerrados dependiendo del trabajo a realizar dentro de la programación .

Ejemplo: encender un piloto el cual se active al presionar un pulsador 5 veces y al presionar un segundo pulsador se apague .

Para esto realizamos el programa en ISPSoft. Ver figura 6.

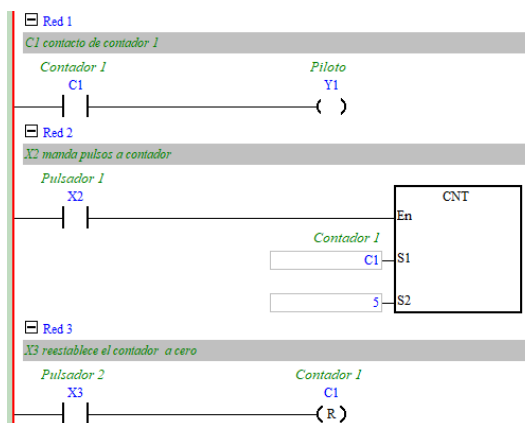
Figura 6



En este ejemplo vemos que el pulsador X2 activa el contador al recibir 5 pulsos, cuando esto ocurre este cierra contacto C1 y activa Y1 .

Esto se mantendrá así hasta que se active el segundo pulsador el cual apaga el piloto y reestablece el contador. Ver figura 7.

Figura 7



NOTA: este proceso de control se realiza de manera física, los pulsadores se conectan a PLC.

Uso de HMI para control del proceso.

La integración de HMI es de mucha ayuda en el control de procesos, ya que podemos integrar elementos que nos ayuden a visualizar su comportamiento en tiempo real.

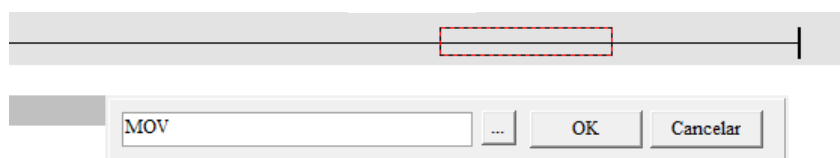
Por ejemplo, para controlar contadores programados en PLC y poder visualizarlos y cambiar su parámetro establecido de activación se realiza mediante el uso de la función “MOVE”, la cual se utiliza para mover datos de una ubicación a otra.

Para insertar esta función damos doble clic en el escalón y escribimos “MOVE”.

Damos clic en botón “OK” y se inserta el bloque MOVE. Ver figura 8.

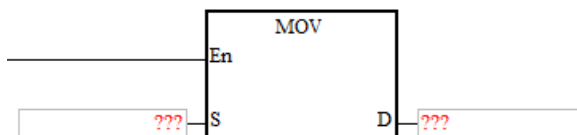
Donde:

Figura 8



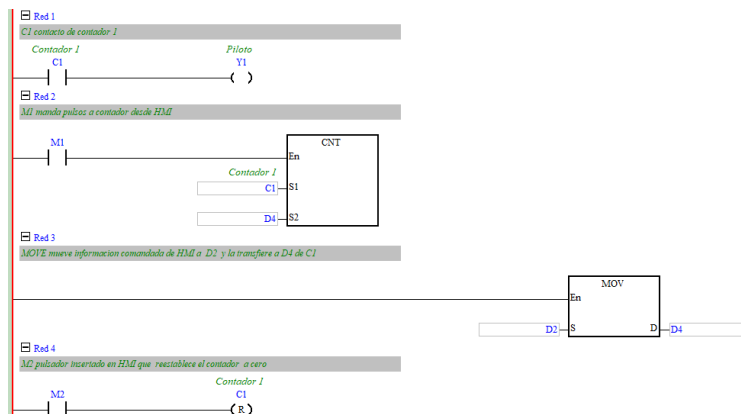
- **S** es la dirección desde donde vamos a controlar la cantidad de pulsos para activación del contador. Ver figura 9.
- **D** es la dirección hacia donde se moverá la información de entrada S. Ver figura 9.

Figura 9



Al realizar el mismo proceso de control mediante la HMI es necesario hacer modificaciones al programa antes elaborado, quedando de la siguiente manera: Ver figura 10.

Figura 10



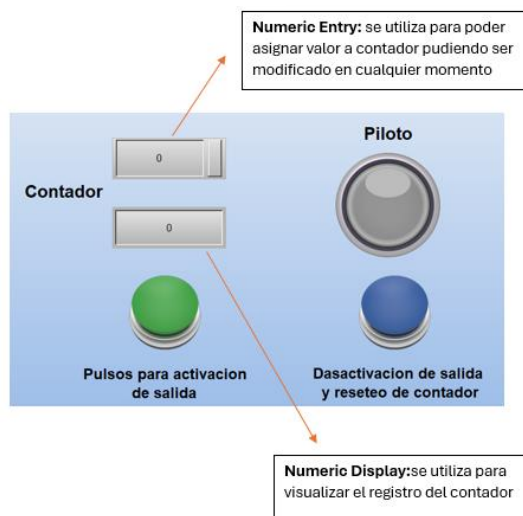
Explicación:

Las entradas de control se cambiaron a **marcas** las cuales están utilizadas como interruptores virtuales siendo M1 el sustituto de X2 que controla los pulsos y M2 el sustituto de X3 que reestablece el contador y desactiva la salida Y1, además se ha programado una función MOVE, este ayudara a programar el número de pulsos que se necesitan para activación de salida, véase que en este proceso se puede cambiar el valor de C1 de manera fácil y rápida a diferencia del primer proceso que sería de realizarlo directamente del programa del PLC.

Visualización de pantalla en HMI.

El siguiente programa muestra la pantalla de control que se tiene del programa. Ver figura 11.

Figura 11



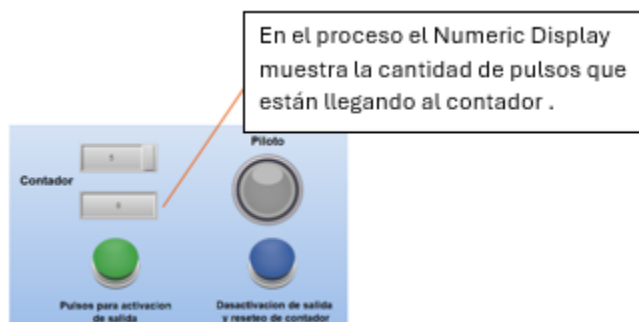
Cuando se quiere poner valor a contador pulsamos el Numeric Entry de la pantalla HMI, aquí aparecerá una ventana donde ponemos el registro que queremos controlar. Ver figura 12.

Figura 12



Se podrá visualizar el valor asignado a contador C1 presionando el botón ENTER. Ver figura 13.

Figura 13



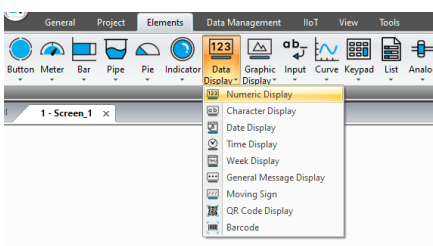
Al presionar el pulsador azul la salida se desactivará y el valor que este en el Numeric Display se reestablecerá a cero, además el Numeric Entry seguirá en el mismo valor puesto que ya es establecido, de esta manera se puede cambiar el número de pulsos que se necesitan para encender el piloto de manera más rápida y fácil.

Insertión de Numeric Display -Numeric Entry.

Numeric Display.

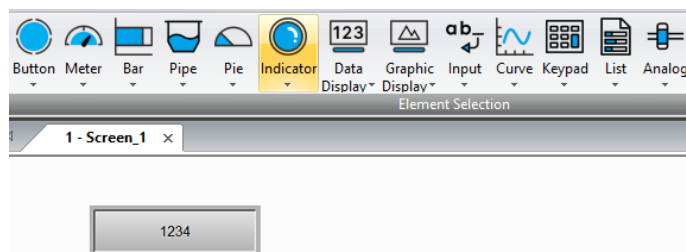
Ir a elementos y en Data Display seleccionar Numeric Display. Ver figura 14.

Figura 14



Quedando de la siguiente manera. Ver figura 15.

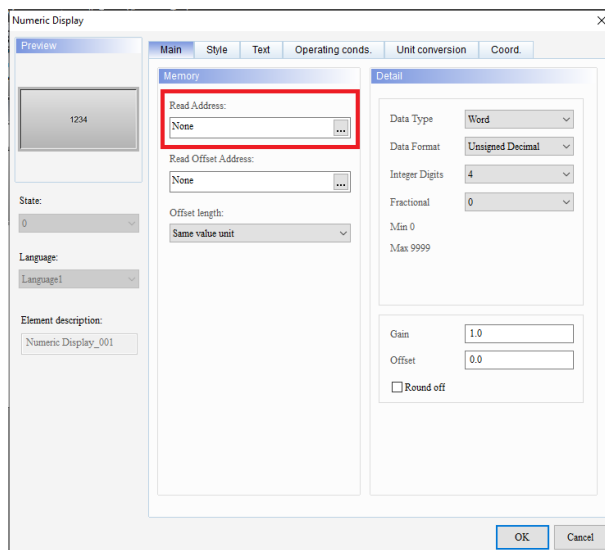
Figura 15



Dar doble clic sobre elemento y en sus propiedades cambiar su dirección.

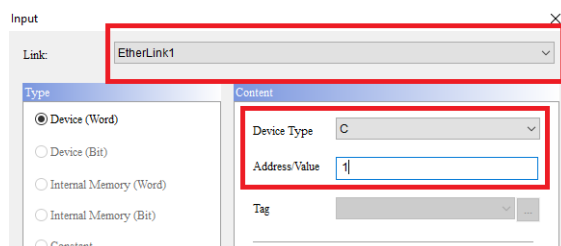
Como es un elemento de lectura vamos a Read Address y cambiamos la dirección de lectura. Ver figura 16.

Figura 16



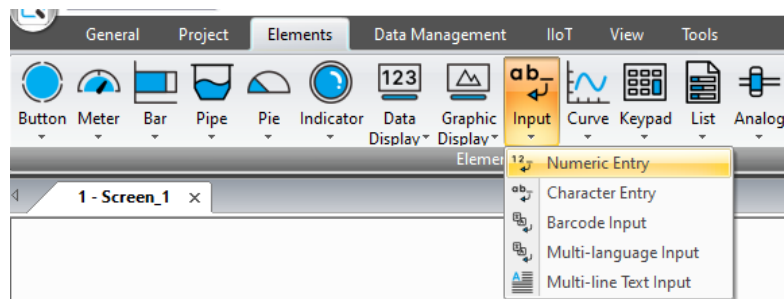
A continuación, escribimos la dirección desde donde se tomarán los datos para lectura siendo en este caso C1 así cuando el valor se cambie en el programa del PLC también se visualizará en este elemento de la pantalla HMI. Ver figura 17.

Figura 17

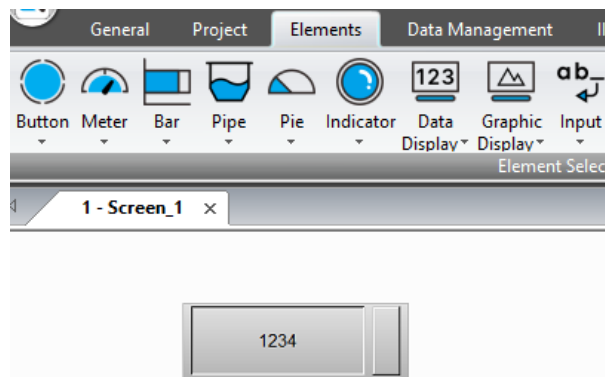


Numeric Entry.

Ir a elementos, luego a Input y elegir Numeric Entry. Ver figura 18.

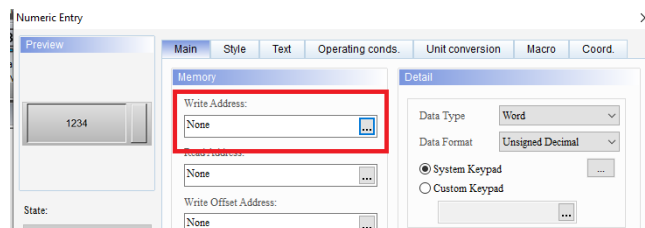
Figura 18

Al insertarlo en la pantalla el elemento queda de la siguiente manera. Ver figura 19.

Figura 19

Dar doble clic sobre elemento y en sus propiedades cambiar su dirección.

Para esto vamos a Write Address y lo direccionamos con el elemento (MOVE) usado en el programa del PLC. Ver figura 20.

Figura 20

Se cambia su dirección a "D2". Ver figura 21.

Figura 21

Input

Link: EtherLink1

Type

- ☒ Device (Word)
- ☐ Device (Bit)
- ☐ Internal Memory (Word)
- ☐ Internal Memory (Bit)
- ☐ Constant

Constant Types

- ☐ Signed Decimal
- ☐ Unsigned Decimal
- ☐ Hexadecimal

Station No.

1 ☒ Default

Content

Device Type: D

Address/Value: 2

Tag:

B	C	D	E	F	Clear
6	7	8	9	A	Back
1	2	3	4	5	Enter
0	:	+	-	/	
.	None				

4.0 PROCEDIMIENTO.

Analice el siguiente proceso de control:

Se necesita realizar el conteo de piezas inductivas y piezas de color negro en el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales, para esto, al iniciar proceso se debe de colocar las piezas en el tubo de distribución, además el cilindro 1 debe estar retraído donde se activa el sensor magnético MS1 este detecta la posición del embolo de dicho pistón, en el control realizado desde la HMI se tienen dos botones uno de color verde el cual es para inicio del proceso y el segundo botón de color rojo el cual lo detiene.

Cuando se presiona botón verde enciende la banda transportadora, compresor y luz de torre de color verde, si el tubo de distribución de piezas está cargado se detectara por medio del sensor fotoeléctrico PE1 el cual acciona el cilindro de mesa deslizante 1 para mandar la pieza hacia la banda transportadora (dicho cilindro se mantendrá activo hasta terminar proceso) donde realiza el conteo del tipo de pieza que se está transportando y que es controlado por medio de un sensor inductivo y un sensor óptico que detecta piezas de color negro, este conteo también puede ser monitoreado desde MHI gracias a unos Numeric Display instalados en el programa .

Al llegar al final de la banda un sensor capacitivo detectará la presencia de la pieza y se accionará el cilindro neumático 4, al pasar por la rampa el sensor fotoeléctrico PE4 mandará una señal que desactivará el cilindro 4 y se iniciará un nuevo ciclo de trabajo automáticamente, además el proceso se detendrá en cualquier momento al accionar el botón STOP de la HMI o el paro de emergencia.

- Se pide realizar el programa en ISPSoft para programación de PLC y en DOPSoft para programación de HMI, estos deben cumplir con los requisitos antes mencionados del proceso explicado.

NOTA: Para mayor facilidad debe consultar la guía 1,2y3 .

Pasos :

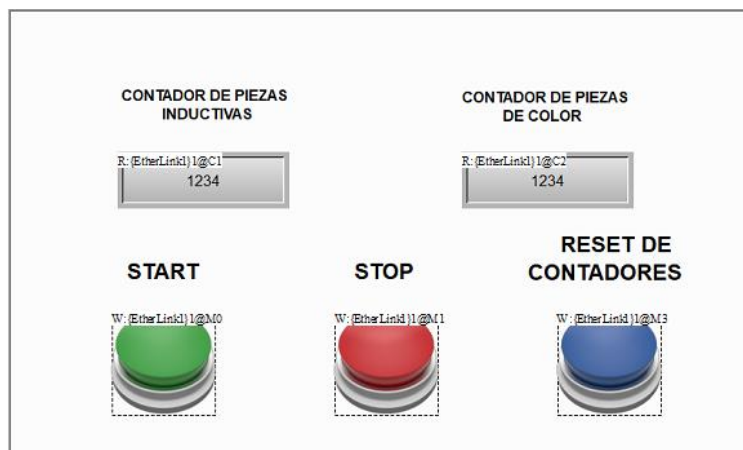
- Conecte el módulo a un tomacorriente de 120vac.
- Encienda el equipo por medio del interruptor principal, al hacer esto se encenderá la pantalla HMI y se visualizara en los sensores ya que emiten una luz (led color rojo).
- Conecte la computadora a cable de Ethernet asignado para comunicación del equipo.
- Abra y configure el programa DOPSoft (consulte la guía 1).
- Cree un nuevo proyecto con el nombre de **Guia4**.
- Realice el programa mostrado. Ver figura 22.

Figura 22



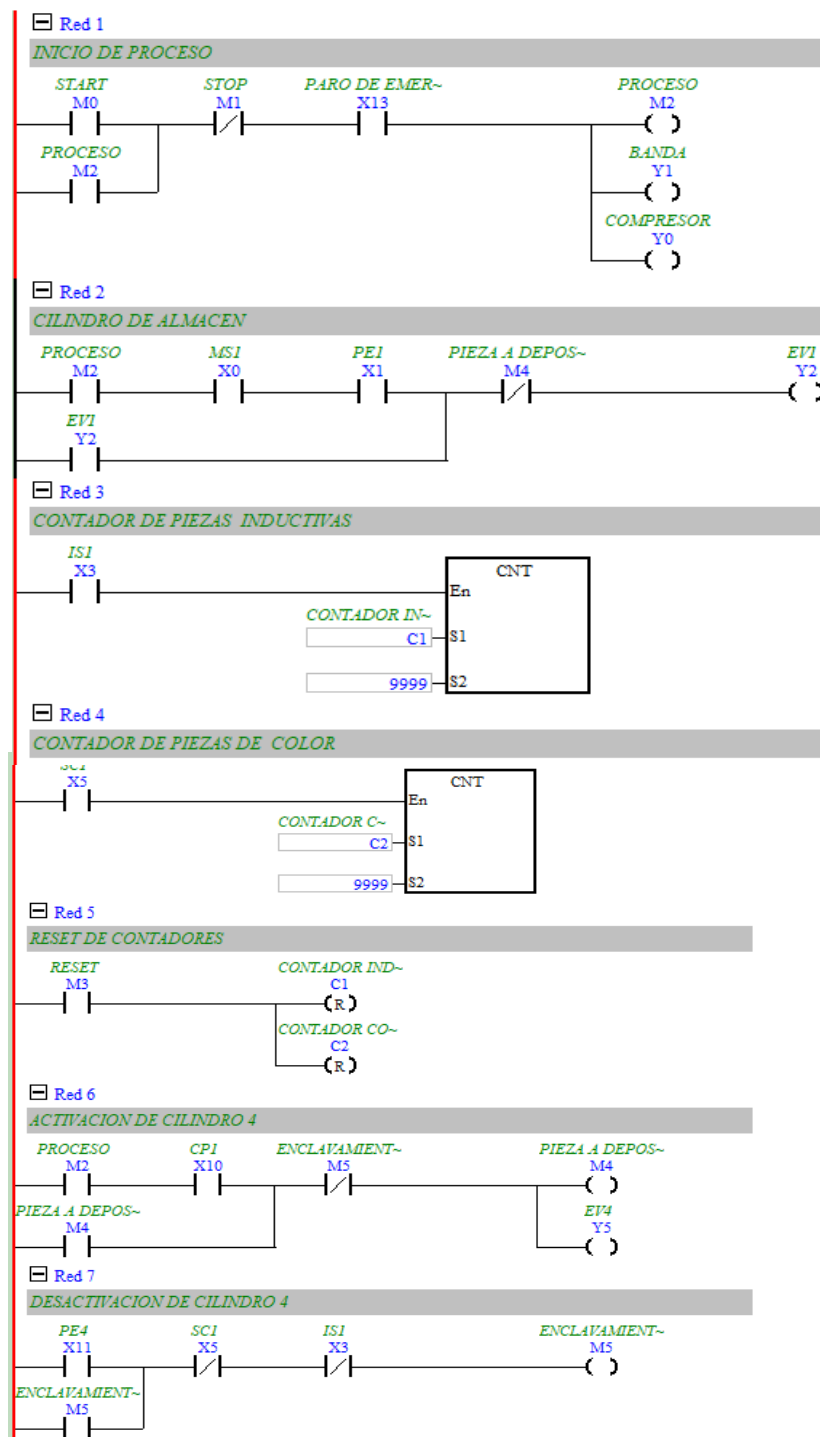
- El programa debe tener las siguientes direcciones en los elementos insertados. Ver figura 23.

Figura 23



- Guarde el archivo y descárguelo a la HMI .
- Realice el programa de control del PLC.
- Abra ISPSOFT, configúrelo y realice un nuevo proyecto con el nombre **Guia4** (puede consultar guía 1).
- Realice el programa en lenguaje Ladder mostrado en la figura 24.

Figura 24



- Compile el programa.
- Guarde el programa como **Guia4**.
- Descargue el programa al PLC.
- Realice las pruebas del proceso.
- No introducir las manos u objeto cuando el proceso está en funcionamiento.
- Seguir y cumplir con las normas del laboratorio.

5.0 PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

Modifique el programa del PLC y HMI he introduzca dos **Numeric Entry** de contador 1 y 2 para cuando uno de estos cuente 5 piezas se detenga el proceso automáticamente.

El programa de la HMI debe quedar de la siguiente manera. Ver figura 25.

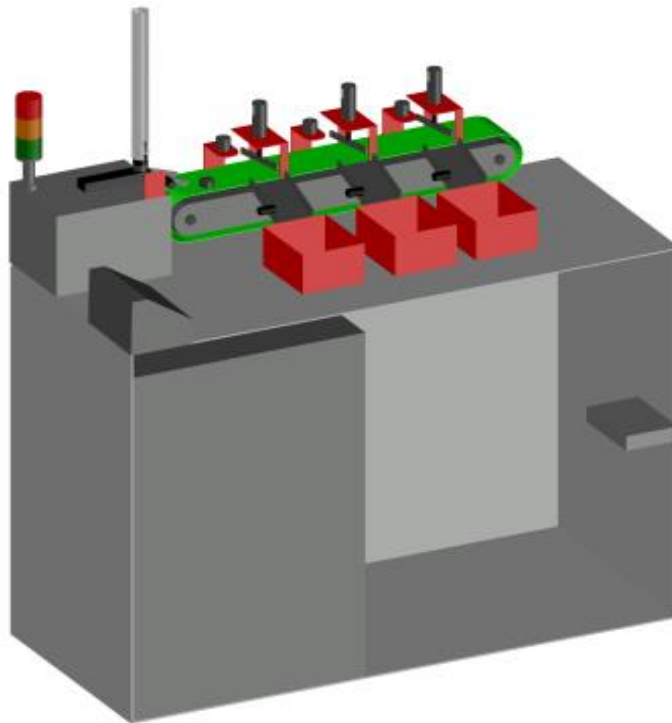
Figura 25



Manual de usuario.

Módulo didáctico para la automatización y clasificación de

materiales.



Módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

Manual de usuario.



PRESENTADO POR:

JESÚS ARMANDO RECINOS MIRANDA.

MARLON LEONEL MÉNDEZ MÉNDEZ.

SERGIO EDENILSON RIVERA RIVAS.

Contenido

I. Seguridad.....	1
Sinopsis.....	1
Notas de Uso y de seguridad del manual.....	1
Indicación de peligro	1
Indicaciones de advertencia.....	2
Indicaciones de precaución.....	2
Señales de prohibición.....	3
Indicaciones de seguridad del equipo.....	3
II. Descripción de modulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales	6
Partes que componen el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.....	6
Lista de componentes de modulo.....	7
Descripción de elementos del módulo.....	8
III. Entradas y salidas de PLC Delta DVP26SE11T.....	10
Hardware de PLC Delta DVP26SE11T.....	11
IV. Ajuste de sensores.....	12
Ajuste de sensor óptico de color LX-101-P.....	12
Ajuste de sensor capacitivo CR30-20P1.....	14
Ajuste de sensor inductivo FE30-20P1.....	15
Ajuste de sensor fotoeléctrico E3Z-R4MP3.....	16
Ajuste de sensor magnético D-M9N	17
V. Uso del programa de HMI Delta DOP 107-WV.....	18
Introducción a programa del proceso.....	18
Uso de la interfaz para ingreso a menú de procesos del módulo.....	19
Proceso secuencial.....	21
Introducción a menú de control de proceso secuencial.....	21
Contadores de proceso secuencial.....	22
Reset de contadores de proceso secuencial.....	22
Visualización de gráficas de proceso secuencial.....	24
Visualización de entradas y salidas de proceso secuencial.....	25
Cambio de proceso secuencial a controlado.....	26
Proceso controlado.....	27
Introducción a menú de control de proceso controlado.....	27

Contadores de proceso controlado.	28
Visualización de gráficas de proceso controlado.	29
Visualización de entradas y salidas de proceso controlado.	30
Cambio de proceso controlado a secuencial.	31
Control manual.	32
Alarmas	35
Alarmas activas.	35
Historial de alarmas.	37
VI. Comunicación de red LAN entre HMI , PLC y PC.	39
Configuración de IP de PC.	39
Configuración de IP de HMI Delta DOP107WW.	45
VII. Diagramas.	53
Diagrama neumático.	53
Diagrama eléctrico.	55

I. Seguridad.

Sinopsis.

En este apartado contiene las indicaciones generales del que se deben cumplir durante el funcionamiento del equipo.

Notas de uso y de seguridad del manual.

Las notas de uso en este manual advierten de situaciones peligrosas.

Las notas de seguridad vienen resaltadas mediante un pictograma, una palabra de aviso y un color de señalización.

Observe las siguientes señales:

Indicación de peligro.



PELIGRO

Las indicaciones de peligro avisan de situaciones con alto riesgo inminente de lesiones.

Las indicaciones de peligro describen:

- El tipo y origen del peligro.
- Las consecuencias de omitir las debidas medidas.
- Las medidas a tomar

Indicaciones de advertencia.**ADVERTENCIA**

Las indicaciones de advertencia avisan de situaciones con riesgos medios de lesiones graves en caso de no evitarse.

Las indicaciones de advertencia describen:

- El tipo y el origen del peligro.
- Las consecuencias de omitir las debidas medidas.
- Las medidas a tomar para evitar el peligro.

Indicaciones de precaución.**PRECAUCION**

Las indicaciones de precaución avisan de situaciones con bajo riesgo de lesiones leves o moderadas en caso de no evitarse.

Las indicaciones de precaución describen:

- El tipo y el origen del peligro.
- Las consecuencias de omitir las debidas medidas.
- Las medidas a tomar para evitar el riesgo.

Señales de prohibición.

	Señal de prohibición general
	No pararse en superficie

Indicaciones de seguridad del equipo.



PELIGRO



Panel eléctrico

Si se tocan elementos conductores de energía eléctrica dentro del panel sin observar las normas de seguridad es posible que se pueda producir lesiones físicas leves o graves.

Dentro del panel eléctrico se encuentran los cables y borneras de alimentación y control del equipo en bajo voltaje.

La apertura del panel eléctrico debe realizarla con el instructor y con el equipo apagado en caso de realizar desconexiones o cambios en el cableado.

A continuación, se describen los datos eléctricos:

Voltaje de red	120VAC
Frecuencia de red	60HZ
Potencia del equipo	1.4KW
Voltaje de control	24VDC



PELIGRO



Sistema de aire comprimido.

Si se pretende realizar una intervención, cambio de componente o manguera

se debe de acatar las medidas de seguridad apagar la fuente principal en este caso el compresor y realizar drenado de aire restante en tubería para quitar la presión neumática en el sistema.

A continuación, se describe los datos del sistema neumático.

Presión de compresor	8 bar máximo
Calidad	Seco libre de aceite
Conexión neumática	Manguera de 10 mm



PRECAUCION



No se debe introducir la mano u objeto en la faja de transmisión del motor hacia la banda en ningún momento.



PRECAUCION



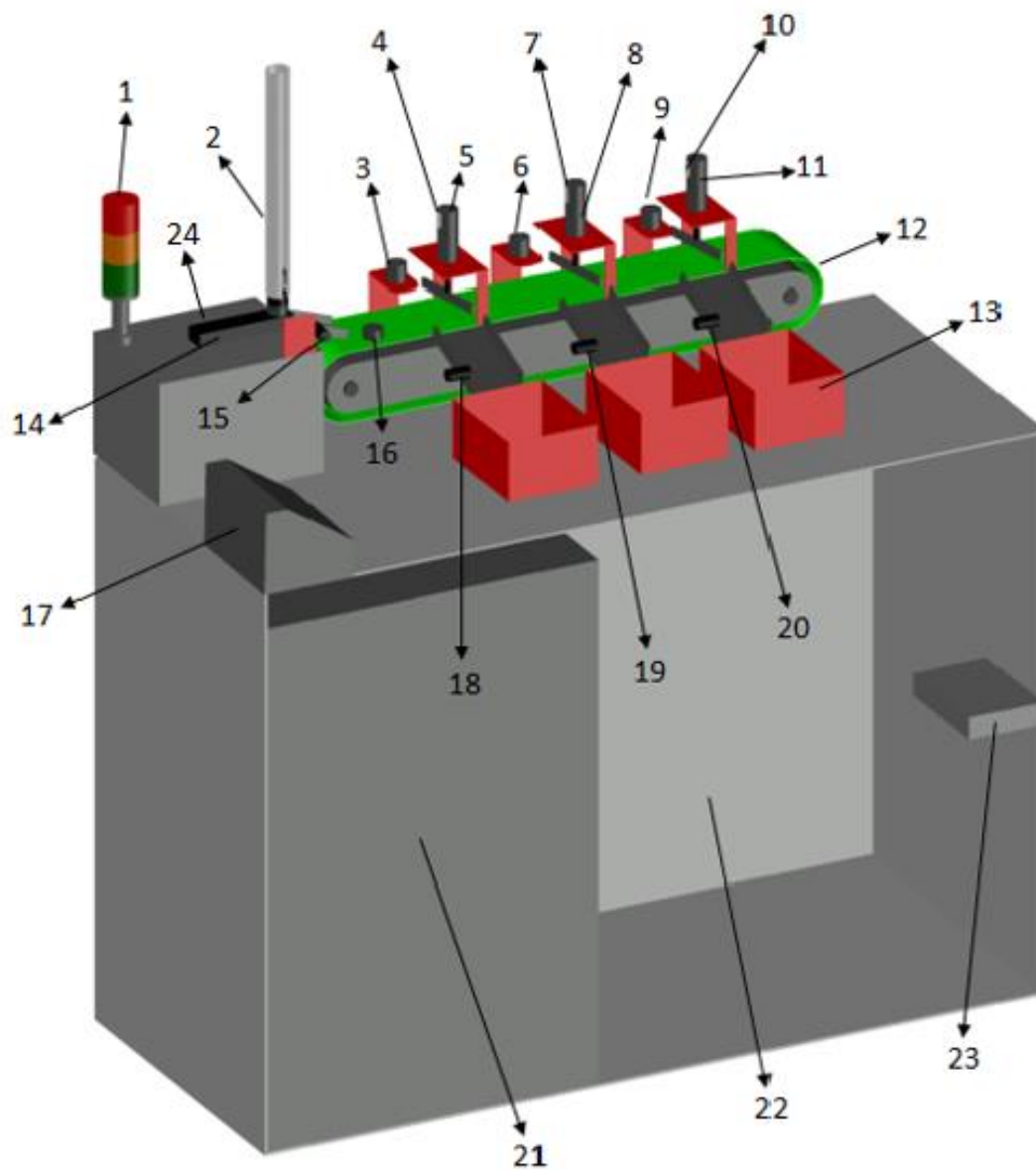
En el equipo existen piezas que están en movimiento tales como los cilindros neumáticos, en especial el cilindro de mesa, este tiene un recorrido considerable, nunca se debe introducir la mano o cualquier objeto dentro del recorrido del pistón.

**ADVERTENCIA**

- Cuando se obstruye el tubo de almacenaje de piezas del proceso, apretar paro de emergencia antes de realizar la maniobra de corrección del proceso .
- Se deberán atender indicaciones que este manual presenta.
- Se debe respetar las normas de seguridad internas del laboratorio.
- Se debe evitar retirar de componentes en movimiento.
- El retiro de mangueras neumáticas se debe realizar con el equipo de alimentación de aire apagado o con válvula de salida de aire cerrada.
- Cada usuario es básicamente responsable de su integridad física.
- El aire comprimido debe de regularse mediante el regulador de flujo del módulo con presión menor a 3 bar, esto con el fin de proteger los componentes neumáticos del sistema.

II. Descripción de módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.

Partes que componen el módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales.



Lista de componentes de módulo.

N.º	Descripción de componente.	Código
1	Torre de luz indicadora.	-
2	Tubo de almacenaje de piezas del proceso.	-
3	Sensor inductivo.	IS1
4	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material inductivo.	MS2
5	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material inductivo.	P2
6	Sensor óptico de color.	SC1
7	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material de color.	MS3
8	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material de color.	P3
9	Sensor capacitivo.	CP1
10	Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material capacitivo.	MS4
11	Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material capacitivo.	P4
12	Banda transportadora.	-
13	Depósitos para almacenaje de piezas de proceso.	-
14	Mesa deslizante de aire de doble acción para distribución de piezas del proceso.	-
15	Sensor fotoeléctrico de almacén	PE1
16	Pieza de proceso.	-
17	Base para ubicación de pantalla HMI Delta.	-
18	Sensor fotoeléctrico para almacén de material inductivo.	PE2
19	Sensor fotoeléctrico para almacén de material de color.	PE3
20	Sensor fotoeléctrico para almacén de material capacitivo.	PE4

21	Panel de control eléctrico.	-
22	Área de compresor.	-
23	Base para ubicación de electroválvulas.	-
24	Sensor magnético de posicionamiento de mesa deslizante para distribución de piezas del proceso.	MS1

Descripción de elementos del módulo.

Torre indicadora de luz: utilizada para señalización de proceso como paro, alerta o proceso en marcha, está conectada a 24 VDC.

Tubo de almacenaje de piezas de proceso: parte del módulo que ayuda a poder distribuir las diferentes piezas que serán enviadas a la banda transportadora, entre estas piezas de color negro, piezas inductivas y piezas capacitivas.

Sensor inductivo: sensor utilizado para distribución de piezas que poseen parte metálica como hierro, acero u otro tipo de material ferroso, es un sensor PNP conectado a 24 VDC con salida NO.

Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material inductivo: sensor PNP conectado a 24 VDC y salida NO, utilizada para detección de posicionamiento de vástago de cilindro neumático.

Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material inductivo: cilindro de doble efecto controlado por electroválvula 5/2 conectado a 24 VDC (EV2).

Sensor óptico de color: sensor utilizado para detección de piezas de un mismo contraste, configurado para detección de piezas de color negro, sensor PNP conectado a 24 VDC con salida NO.

Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material de color:

sensor PNP conectado a 24 VDC y salida NO, utilizada para detección de posicionamiento de vástago de cilindro neumático.

Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material de color: cilindro de doble efecto controlado por electroválvula 5/2 conectado a 24 VDC (EV3).

Sensor capacitivo: sensor utilizado para detección de piezas de diferentes tipos de materiales, sensor tipo PNP conectado a 24 VDC con salida NO.

Sensor magnético de posicionamiento de cilindro para distribución de material capacitivo: sensor PNP conectado a 24 VDC y salida NO utilizada para detección de posicionamiento de vástago de cilindro neumático.

Cilindro neumático de doble efecto para distribución de material capacitivo: cilindro de doble efecto controlado por electroválvula 5/2 conectado a 24 VDC (EV4).

Banda transportadora: banda utilizada para distribución de las diferentes piezas del proceso, conectada a motor de 12 VDC.

Depósitos para almacenaje de piezas de proceso: recipientes de plástico utilizados para almacenaje de las diferentes piezas del proceso.

Mesa deslizante de aire de doble acción para distribución de piezas del proceso: cilindro neumático tipo mesa controlado por electroválvula 5/2 conectado a 24 VDC (EV 1).

Sensor fotoeléctrico de almacén: sensor utilizado para detección de piezas en tubo de almacenaje, sensor tipo PNP conectado a 24 VDC con contacto NO.

Pieza de proceso: pieza realizada con material de nylon blanco y modificada para diferentes procesos.

Base para ubicación de pantalla HMI Delta: base realizada con lamina de metal donde está instalada pantalla HMI Delta de 7 pulgadas modelo DOP-107WV con entrada de alimentación de 24VDC.

Sensor fotoeléctrico para almacén de material inductivo: sensor utilizado para detección de pieza al final de proceso de selección, sensor tipo PNP conectado a 24 VDC con contacto NO.

Sensor fotoeléctrico para almacén de material de color: sensor utilizado para detección de pieza al final de proceso de selección, sensor tipo PNP conectado a 24 VDC con contacto NO.

Sensor fotoeléctrico para almacén de material capacitivo: sensor utilizado para detección de pieza al final de proceso de selección, sensor tipo PNP conectado a 24 VDC con contacto NO.

Panel de control eléctrico: gabinete eléctrico utilizado para control de proceso del módulo.

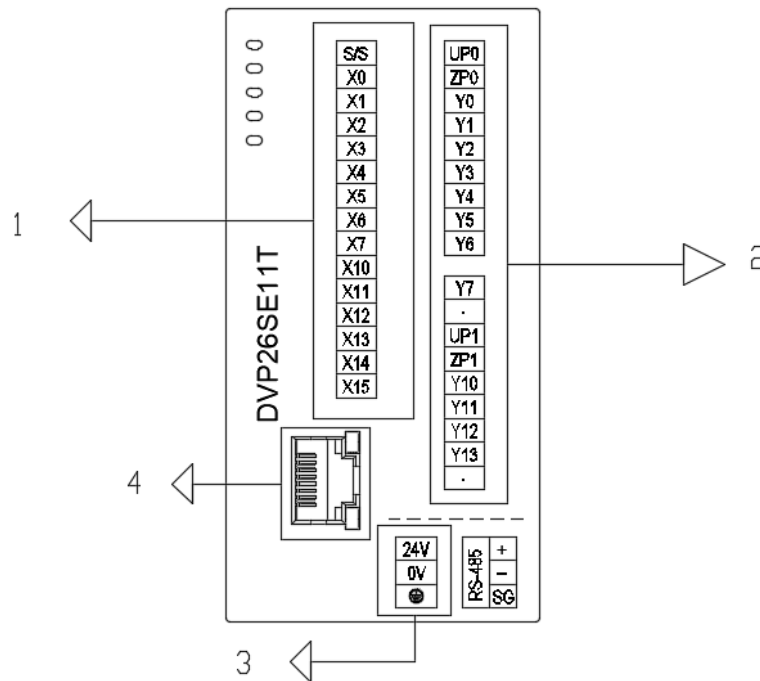
Área de compresor: área asignada para compresor INGCO libre de aceite conectado a 120 VAC y tanque de 50 L con presión máxima de 8 Bar; compresor utilizado para alimentación de sistema neumático.

Base para ubicación de electroválvulas: base realizada con lamina de hierro donde están ubicadas las electroválvulas para control de cilindros neumáticos y unidad de mantenimiento de compresor.

Sensor magnético de posicionamiento de mesa deslizante para distribución de piezas del proceso: sensor a dos hilos conectado a 24 VDC con contacto NO.

III. Entradas y salidas de PLC Delta DVP26SE11T.

Hardware de PLC Delta DVP26SE11T.



No	Descripción
1	Entradas de PLC
2	Salidas de PLC
3	Alimentación PLC 24 VDC
4	Ethernet

Descripción de entradas de PLC.

Entradas de PLC	
Entrada	Descripción
X0	Sensor magnético de cilindro de almacén -MS1
X1	Sensor fotoeléctrico almacén-PE1
X2	Sensor magnético de material inductivo-MS2
X3	Sensor inductivo-IS1
X4	Sensor fotoeléctrico de material inductivo-PE2

X5	Sensor de color -SC1
X6	Sensor fotoeléctrico de material color-PE3
X7	Sensor magnético de material de color -MS3
X10	Sensor capacitivo-CP1
X11	Sensor fotoeléctrico de material capacitivo-PE4
X12	Sensor magnético de cilindro de material de capacitivo-MS4
X13	Paro de emergencia
X14	Reserva
X15	Reserva

Descripción de salidas de PLC.

Salida de PLC	
Salida.	Descripción.
Y0	Compresor
Y1	Banda transportadora
Y2	Electroválvula de cilindro de almacén
Y3	Electroválvula de cilindro de material inductivo
Y4	Electroválvula de cilindro de material de color
Y5	Electroválvula de cilindro de material capacitivo
Y6	Indicador verde
Y7	Indicador amarillo
Y10	Indicador rojo
Y11	Reserva
Y12	Reserva
Y13	Reserva

IV. Ajuste de sensores.

Ajuste de sensor óptico de color LX-101-P.

Este sensor es utilizado para detectar piezas con contraste color negro.



Para realizar ajuste se deben de seguir los siguientes pasos:

- Alinear la fuente de luz con el color de detección y presionar la tecla Set.



- Retirar de la fuente de luz y pulsar la tecla Set.



- Presionar tecla Mode, esto para ajustar el tipo de activación, busque modo LON esto para activar un contacto NO del sensor.

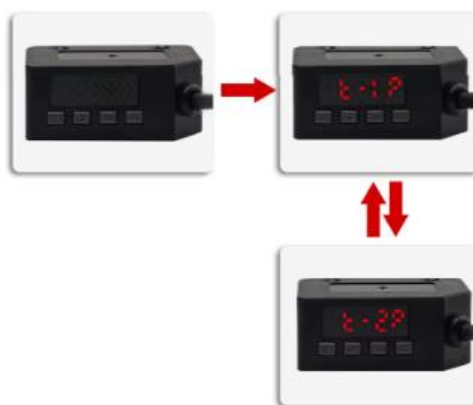
- Para ajuste de intensidad de luz, se debe de presionar botón “Mode” durante 3 segundos, en el menú aparecerá la opción R-H/R-L, se debe seleccionar la opción R-H.

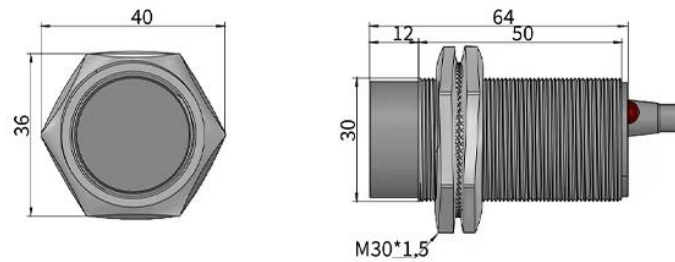


Para detección de un objeto, después de seleccionar el modo de detección, presionar la tecla Mode, a continuación, aparecen dos opciones 1P y 2P, se debe seleccionar la opción 1P esto para que sensor detecte un solo tono de color.

Ajuste de sensor capacitivo CR30-20P1.

Este sensor es utilizado para detección de cualquier tipo de material, su distancia de detección es de 10 mm.





Para realizar ajuste del sensor insertar pieza de material a detectar y situarlo bajo base de sensor, ajustar la rosca hasta que el sensor detecte la pieza, se mostrara luz indicadora color rojo, esta indica que el ajuste se ha hecho de la manera correcta.



Ajuste de sensor inductivo FE30-20P1.

Sensor utilizado para detección de piezas del proceso que contengan parte de material ferroso su distancia de detección va desde los 20 mm.

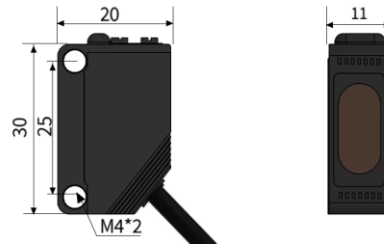


Para realizar ajuste de sensor, insertar pieza de material, esta debe de tener material inductivo o ferroso para poder ser detectada, situarlo bajo base de sensor, ajustar la rosca hasta que el sensor detecte la pieza, se mostrara luz indicadora color verde que indica que la pieza ha sido detectada.



Ajuste de sensor fotoeléctrico E3Z-R4MP3.

Sensor fotoeléctrico con distancia de detección desde 10 a 30 cm.



Para realizar ajuste se debe colocar base reflectante frente a sensor, verificar que sensor este bien alineado para evitar inconvenientes en proceso.



Ajuste de sensor magnético D-M9N

Sensor acoplado a cilindro neumático con embolo magnético.



Para realizar ajuste de sensor colocar sensor en cilindro, este debe de estar en la dirección trasera de embolo, ajustar sensor hasta que se muestre led indicador rojo, cuando el pistón este retraído siempre estará activo el sensor.



V. USO DEL PROGRAMA DE HMI DELTA DOP 107-WV

Introducción a programa del proceso.

La integración de la HMI Delta DOP 107-WV es sin duda alguna de gran importancia para hacer más eficiente el proceso de automatización. Su diseño intuitivo facilita el control de los procesos, permitiendo a los usuarios gestionar y supervisar el sistema con facilidad. Gracias a su simplicidad, accesibilidad y excelente visibilidad, esta interfaz permite a los operadores comprender y mantener el control del proceso de manera efectiva.

El programa de control está pensado con el objetivo de mostrar las diferentes interacciones que se pueden tener en un proceso de automatización, a continuación, se muestra una lista de las diferentes herramientas que se tienen en el proceso de control del “Módulo didáctico para la automatización y clasificación de materiales”.

- Diferentes tipos de proceso con el que se puede interactuar con el módulo (Proceso secuencial, proceso controlado y control manual).
- Graficas.
- Contadores.
- Alarmas e historial de alarmas.
- Monitoreo de entradas y salidas de sensores y actuadores.

Uso de la interfaz para ingreso a menú de procesos del módulo.

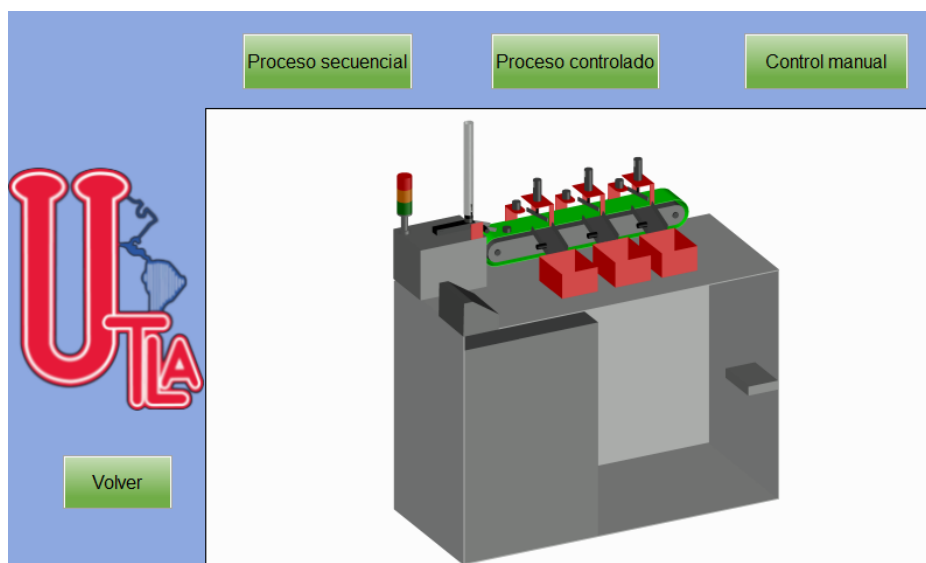
- Al encender el equipo se mostrará la pantalla principal de inicio.



- Al pasar alrededor de 5 segundos, se muestra la pantalla donde se encuentran las generalidades como nombre del proyecto, nombre de las personas responsables de la ejecución de este y entidad educativa en la cual se está desarrollando, para pasar a siguiente pantalla presionar botón menú.



- A continuación, se muestran los diferentes procesos de los cuales dispone dicho módulo, dependerá del usuario que proceso iniciar.

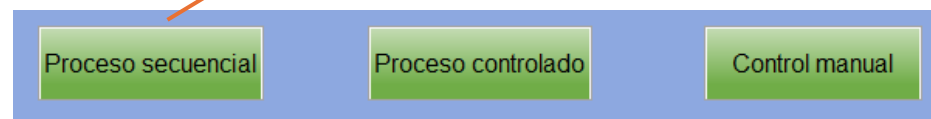


Proceso secuencial.

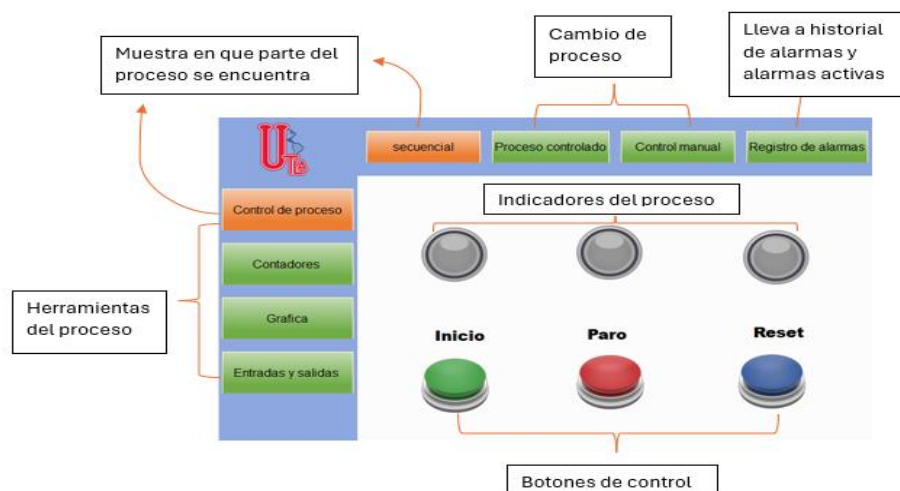
Introducción a menú de control de proceso secuencial.

- Este proceso tiene como objetivo distribuir piezas de diversas características, las cuales son gestionadas por pistones de doble efecto que las asignan a sus respectivos almacenajes. Se caracteriza por llevar a cabo la distribución de las piezas y mantener el control del número de unidades, sin que la cantidad influya directamente en el desarrollo del proceso, para ingresar a este control se realiza lo siguiente:

Presionar botón "Secuencial", este llevara al menú de control de dicho proceso.

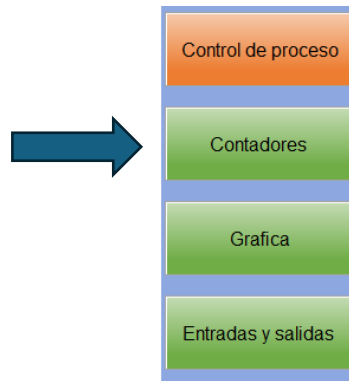


- Este menú cuenta con diferentes herramientas de las cuales se pueden hacer uso a lo largo del proceso, y que ayudan al usuario llevar el control de una manera más eficaz, a continuación, se detalla cada uno de estos.



Contadores de proceso secuencial.

- Para ir a contadores presionar el botón indicado.



- En la pantalla se muestran los diferentes registros de los cuales se tienen en el proceso.

Reset de contadores de proceso secuencial.

Muestra solo alarmas activas

Secuencial Proceso controlado Control manual Alarmas

Control de proceso

Contadores

Gráfica

Entradas y salidas

Producción de piezas de material inductivo

Producción de piezas de material de color

Producción de piezas de material capacitivo

Total de produccion

Reset

Reset

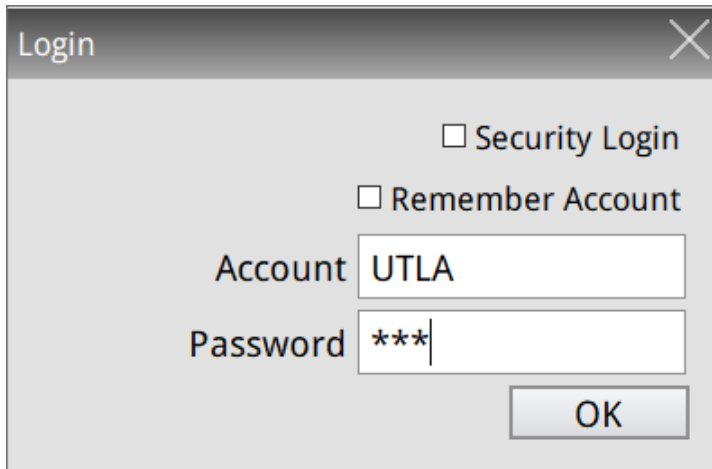
Botón reestablece valores de registro de los diferentes procesos.

Botón reestablece el valor total de registros de las piezas procesadas .

Los contadores del proceso secuencial están configurados para reestablecerlos mediante la introducción de un usuario y contraseña a continuación se muestra esto.

Usuario: **UTLA**

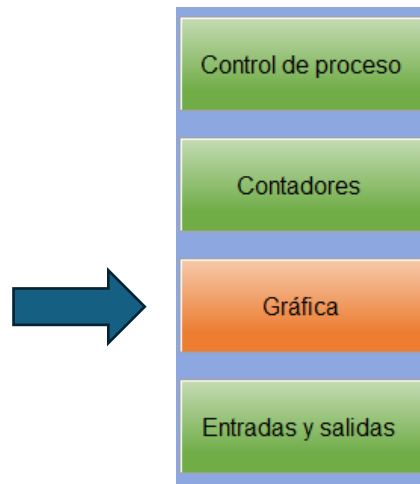
Contraseña: **123**

A screenshot of a 'Login' dialog box. The dialog has a title bar with the word 'Login' and a close button (X). Inside, there are two checkboxes: 'Security Login' and 'Remember Account', both of which are unchecked. Below these, there are two text input fields. The first is labeled 'Account' and contains the text 'UTLA'. The second is labeled 'Password' and contains three asterisks '***'. At the bottom right of the dialog is an 'OK' button.

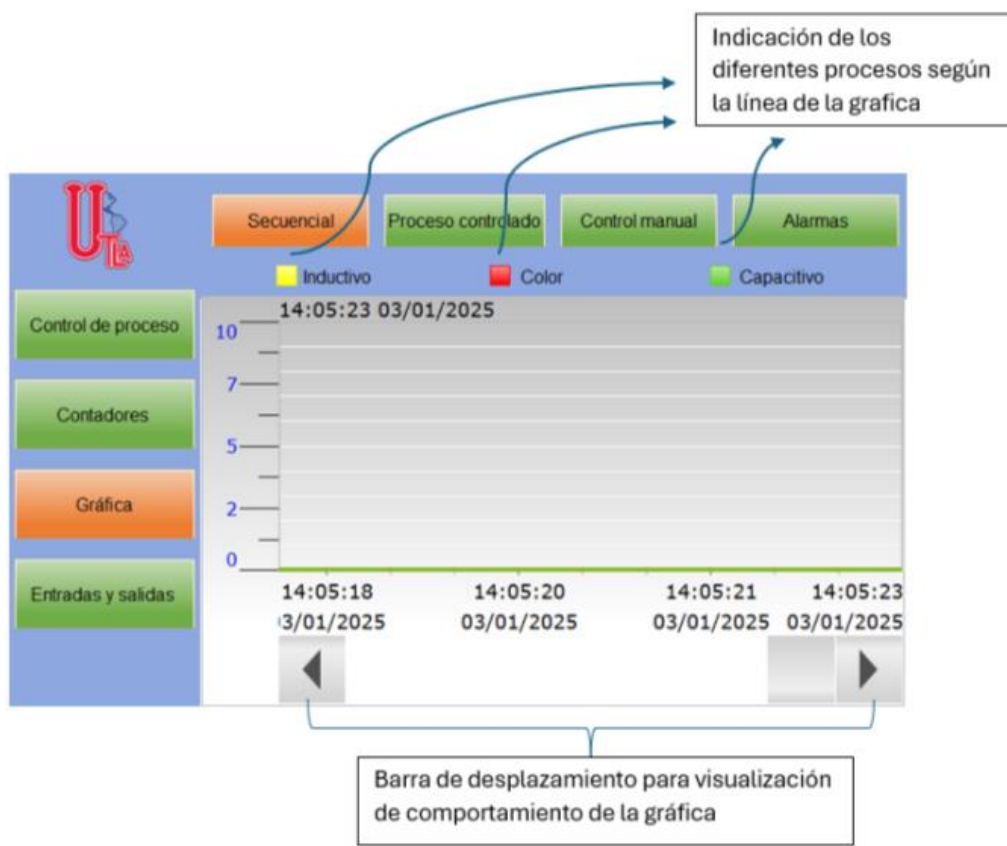
- Al introducir los caracteres se presiona botón “OK” y automáticamente los valores se reestablecen a cero (0).

Visualización de gráficas de proceso secuencial.

- Para visualización de la gráfica que muestra el avance de los diferentes tipos de piezas procesadas se presiona el botón indicado:

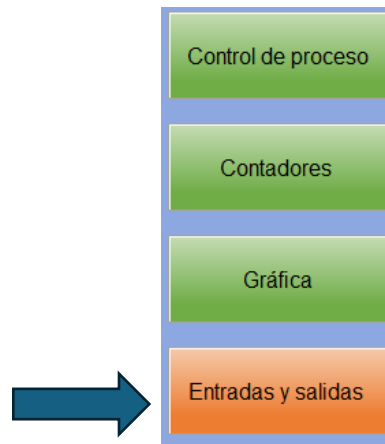


- En esta pantalla se muestra de manera grafica el comportamiento de los tres procesos del módulo de manera independiente.



Visualización de entradas y salidas de proceso secuencial.

- Presionar el botón indicado:



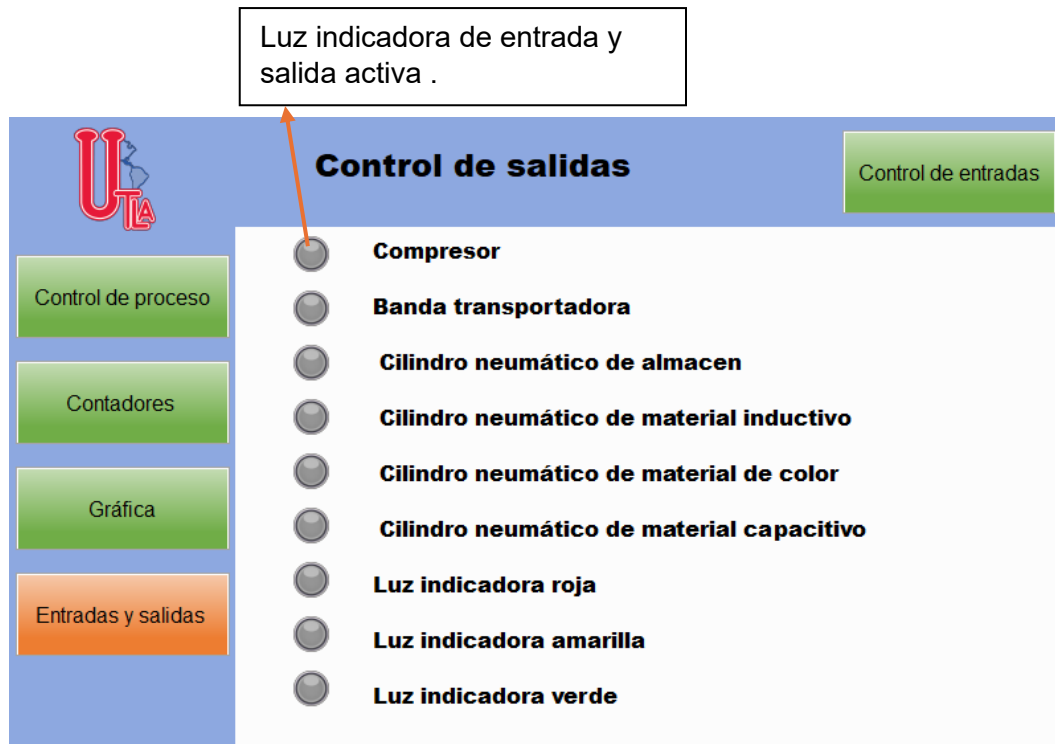
- A continuación, se muestra un listado de las entradas y salidas activas durante el proceso. Cuando una salida o entrada del PLC este en función se verá la luz indicadora color verde.

Control de entradas

Control de salidas

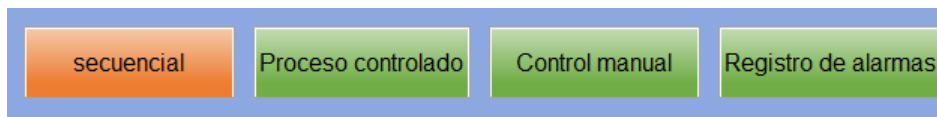
- ☐ Sensor de posicionamiento de cilindro neumático 1
- ☐ Sensor de posicionamiento de cilindro neumático 2
- ☐ Sensor de posicionamiento de cilindro neumático 3
- ☐ Sensor de posicionamiento de cilindro neumático 4
- ☐ Sensor fotoeléctrico de almacén
- ☐ Sensor fotoeléctrico de material inductivo
- ☐ Sensor fotoeléctrico de material de color
- ☐ Sensor fotoeléctrico de material capacitivo
- ☐ Sensor de inductivo
- ☐ Sensor de color
- ☒ Sensor capacitivo

Luz indicadora de entrada y salida activa .

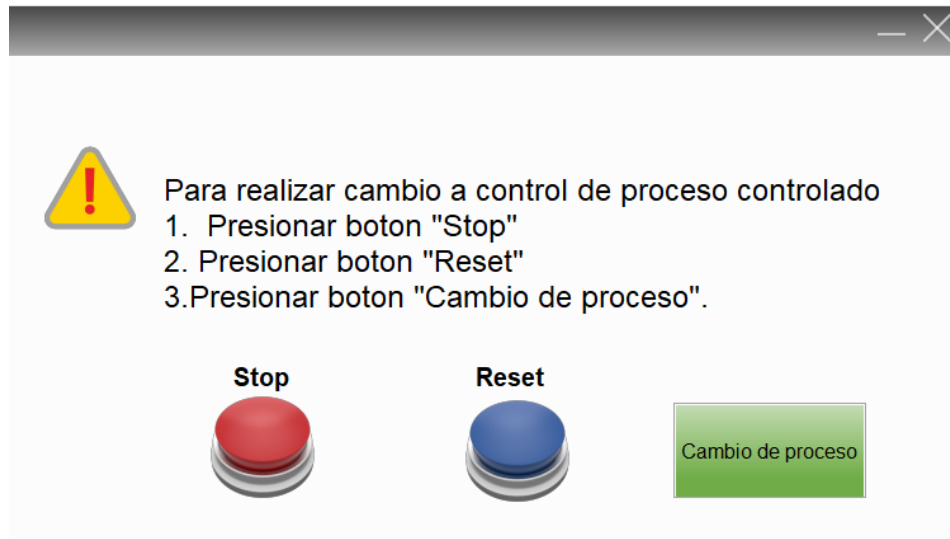


Cambio de proceso secuencial a controlado.

- Presionar el botón indicado:



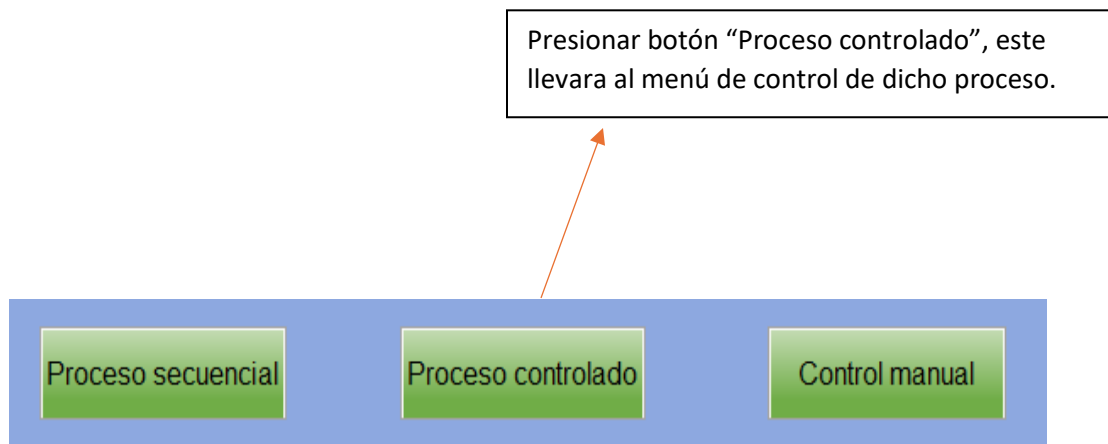
- Para cambiar tipo de proceso seguir indicaciones de pantalla.



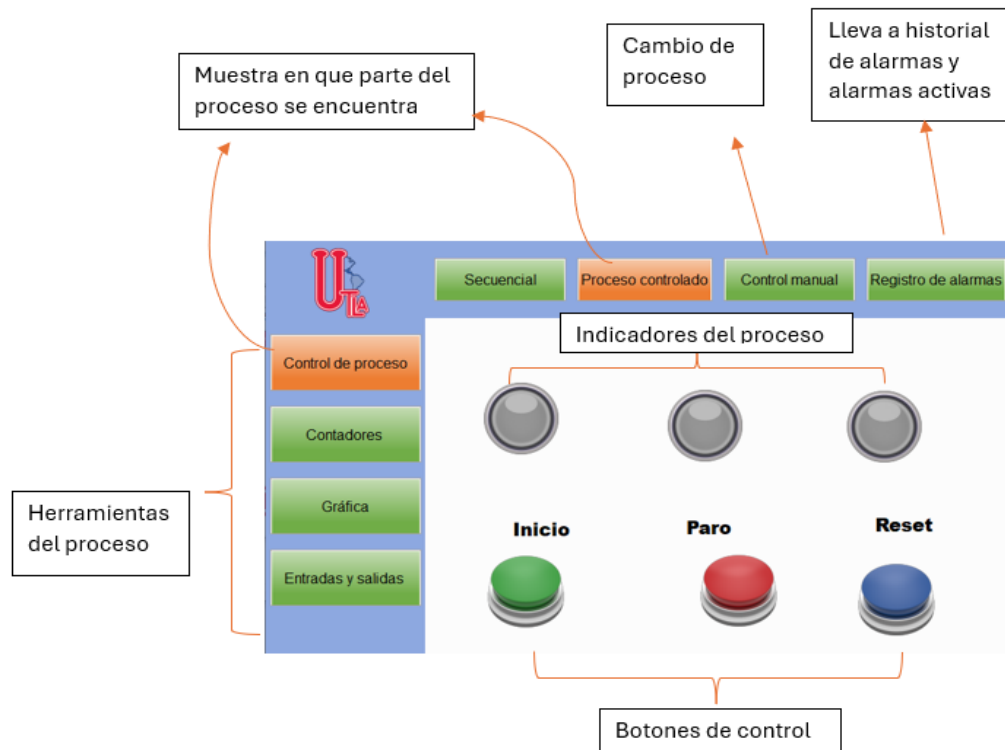
Proceso controlado.

Introducción a menú de control de proceso controlado.

- Este proceso tiene como objetivo distribuir piezas de diversas características, las cuales son gestionadas por pistones de doble efecto que las asignan a sus respectivos almacenajes. Se caracteriza por llevar a cabo la distribución de las piezas y poder administrar la cantidad que se desean del proceso, para ingresar a este control se realiza lo siguiente:

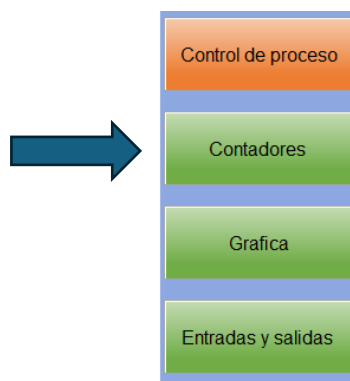


- Este menú cuenta con diferentes herramientas de las cuales se pueden hacer uso a lo largo del proceso, y que ayudan al usuario a llevar el control de una manera más eficaz, a continuación, se detalla cada uno de estas.

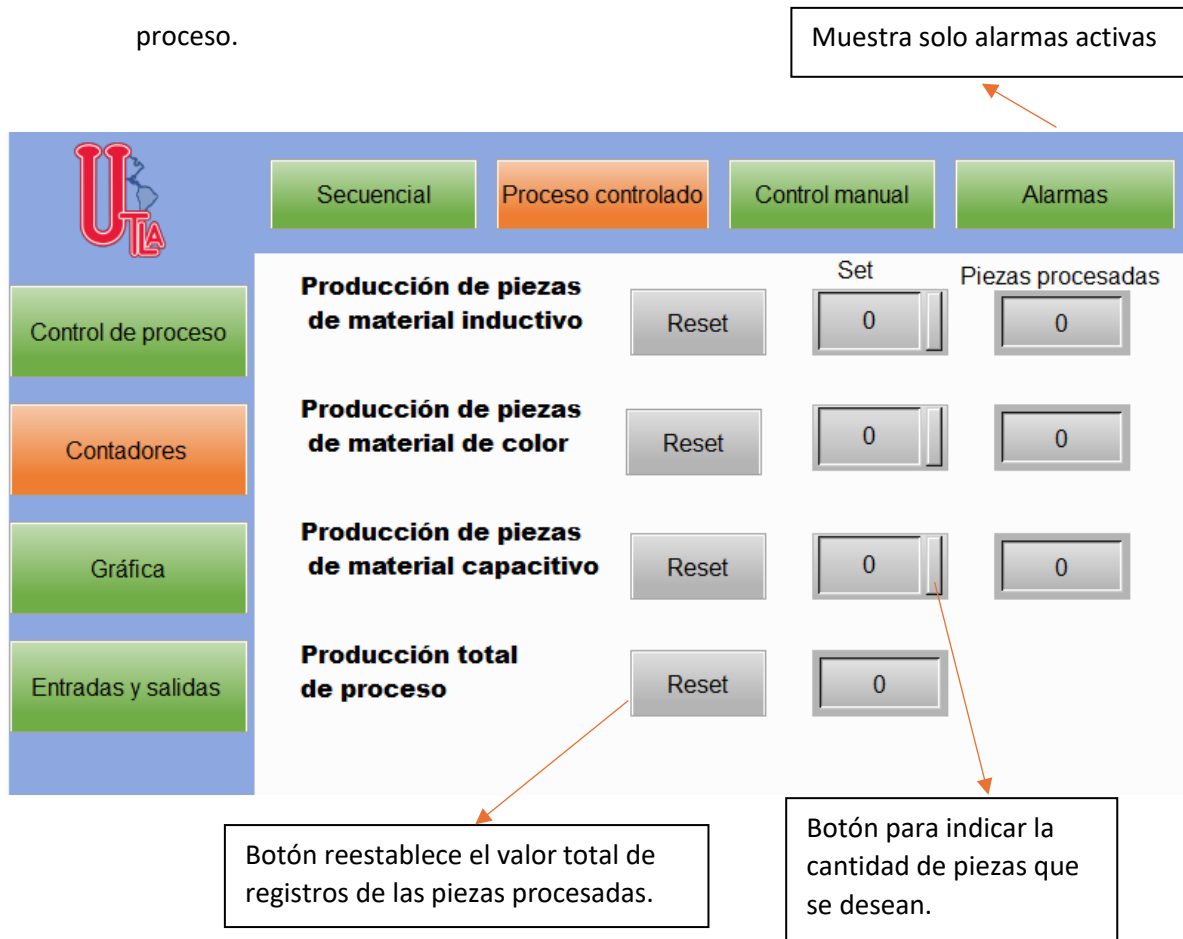


Contadores de proceso controlado.

- Para ir a contadores presionar el botón indicado.



- En la pantalla se muestran los diferentes registros de los cuales se tienen en el proceso.

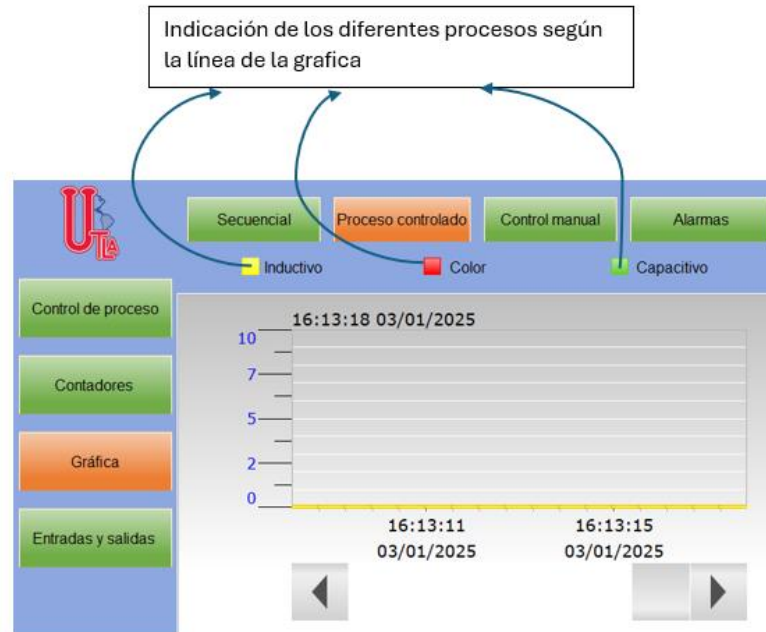


Visualización de gráficas de proceso controlado.

Para visualización de la gráfica que muestra el avance de los diferentes tipos de piezas procesadas se presiona el botón indicado:

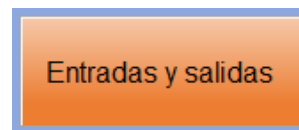


- En esta pantalla se muestra de manera grafica el comportamiento de los tres procesos del módulo de manera independiente.

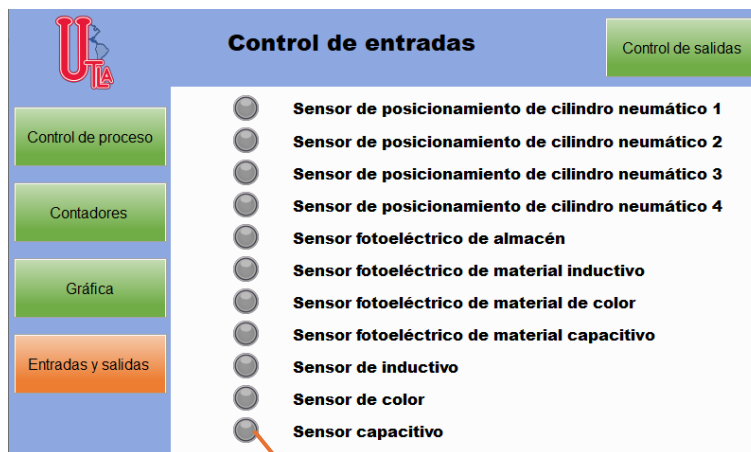


Visualización de entradas y salidas de proceso controlado.

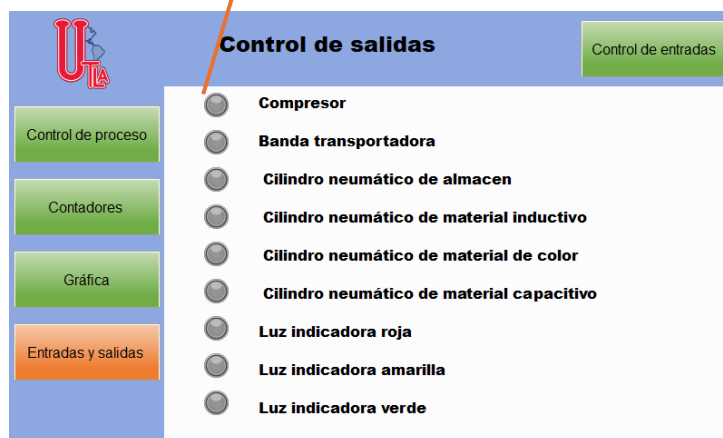
- Presionar el botón indicado:



- A continuación, se muestra un listado de las entradas y salidas activas durante el proceso. Cuando una salida o entrada del PLC este en función se verá la luz indicadora color verde.



Luz indicadora de entrada y salida activa .

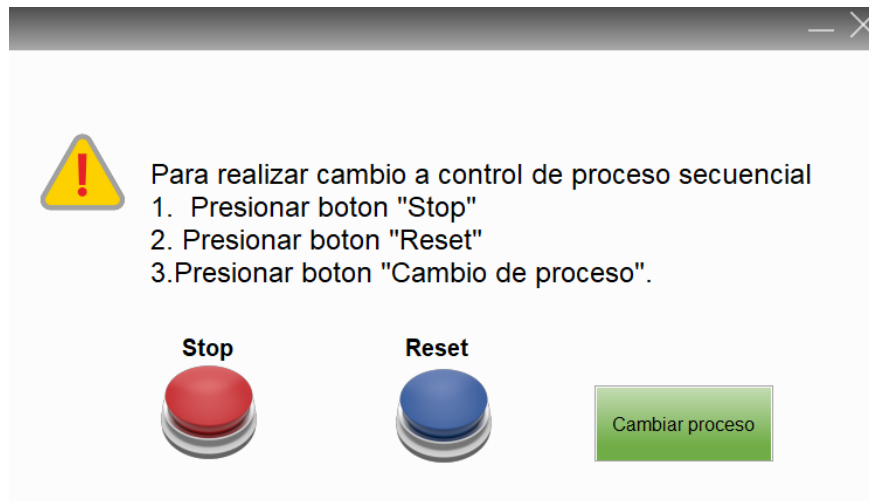


Cambio de proceso controlado a secuencial.

- Presionar el botón indicado:



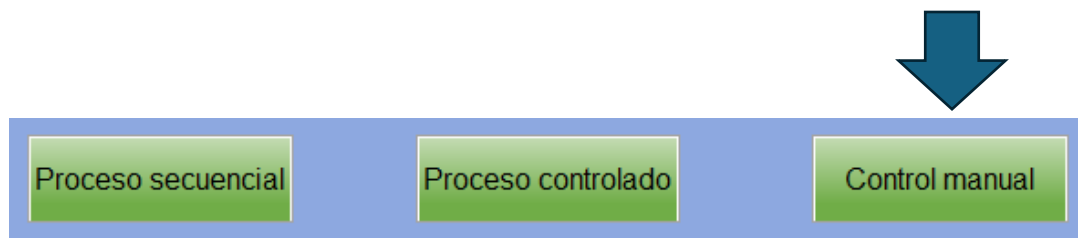
- Para cambiar tipo de proceso seguir indicaciones de pantalla.



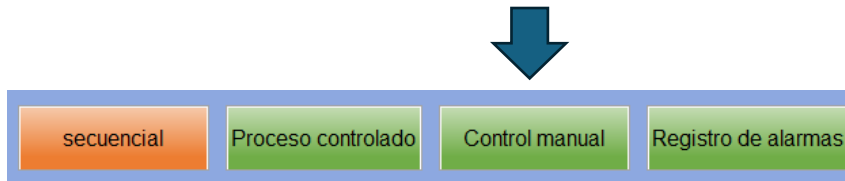
Control manual.

El control manual es utilizado para activar y desactivar los actuadores del sistema como pistones, compresor, banda transportadora y luz indicadora, para ingreso a este control se realiza de la siguiente manera:

- Seleccionar el botón directamente del menú de procesos.



También se puede acceder desde el menú de control de proceso controlado y proceso secuencial.



- Para ingreso este control se realiza mediante la introducción de un usuario y contraseña la cual se muestra a continuación.

Usuario: **UTLA**

Contraseña: **123**

Login

☐ Security Login

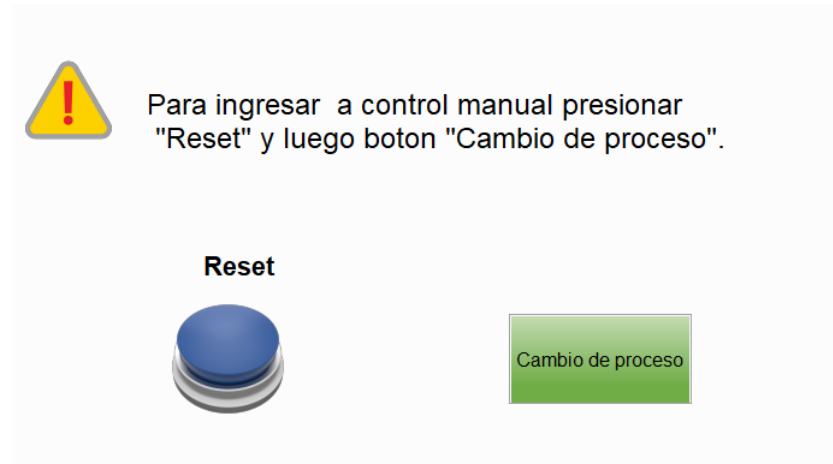
☐ Remember Account

Account UTLA

Password ***

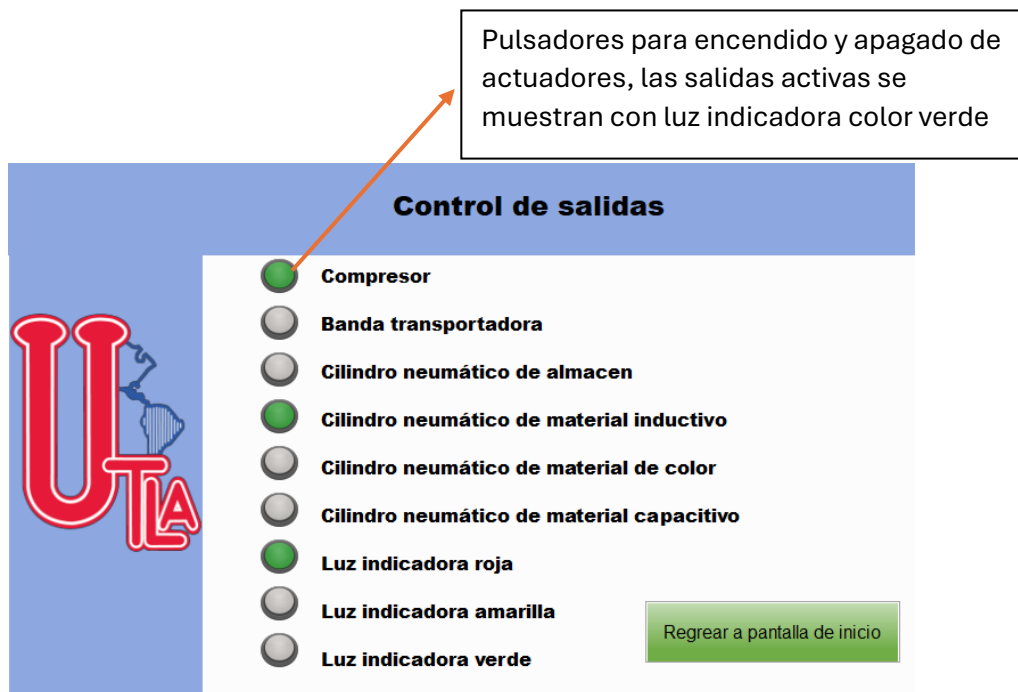
OK

- Al ingresar tanto usuario y contraseña nos muestra una pantalla la que posee indicaciones

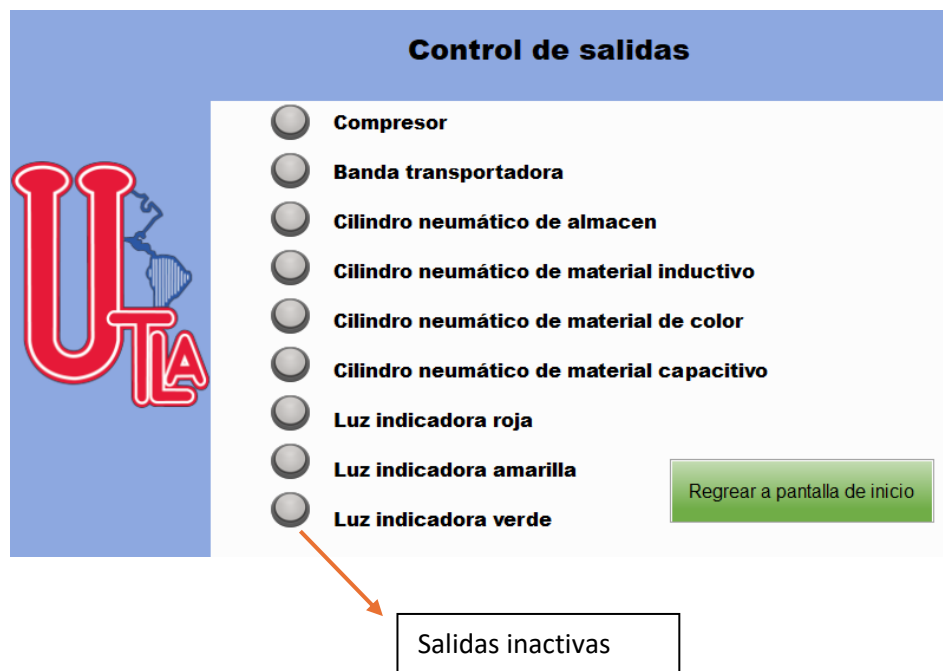


Las cuales se tienen que seguir.

- Finalmente llegamos a la pantalla de control de las salidas del módulo, estas se pueden activar y desactivar de manera independiente.



- Antes de salir de control manual es necesario desactivar todas las salidas que estén activas tal como se muestra a continuación.



Alarmas

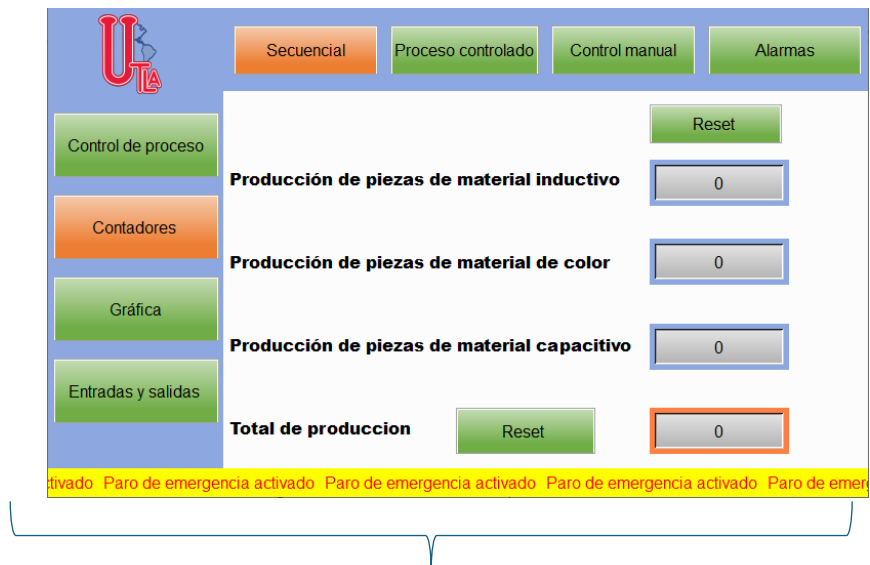
Las alarmas son eventos que suceden en el transcurso del proceso las cuales indican algún aviso o anomalía del sistema, dentro de estas se cuentan con las siguientes:

- **Alarmas activas:** las cuales no desaparecen asta solucionar la falla o reestablecer el evento que la origino.
- **Historial de alarmas:** este es la parte del sistema que guarda información de los eventos sucedidos en el transcurso del proceso además de contar con las alarmas activas.

Alarmas activas.

Cuando se origina una alarma o falla en el transcurso del proceso esta se muestra en la pantalla de la cual se está haciendo uso, no importando en que proceso se encuentre.

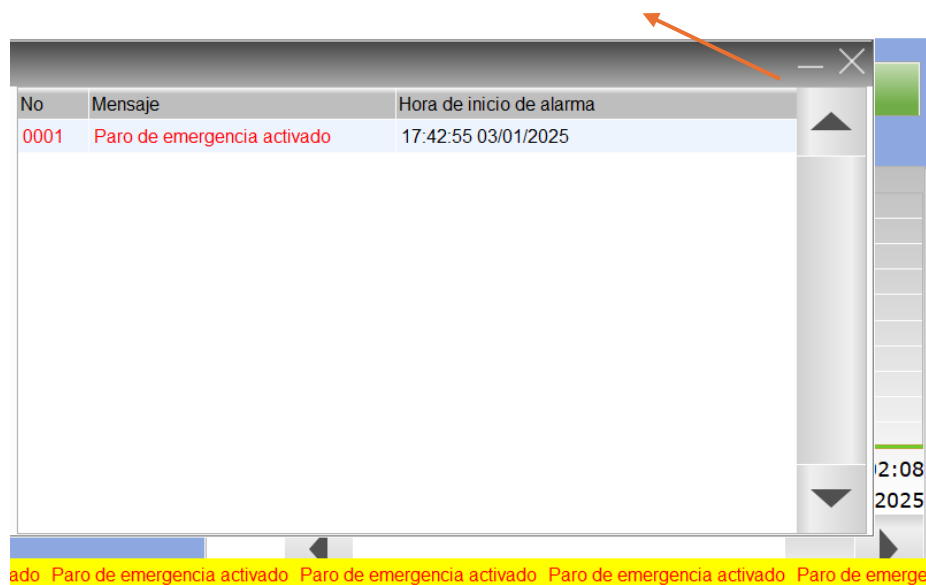
Ejemplo de alarma activa.



Cuando una alarma se encuentre activa se mostrará en la parte inferior de la pantalla mediante una franja amarilla y con el texto que contiene la información de dicha alarma que se mueve de izquierda a derecha

- También se puede visualizar más información de dicha alarma accediendo desde cualquier pantalla del proceso controlado o proceso secuencial tal como se muestra a continuación.

Al presionar el botón “Alarmas” se abrirá una ventana que muestra las alarmas activas del proceso.



- Dicha ventana muestra más información de la alarma activa, como número de alarmas activas, la hora y fecha en que se produjo.



Historial de alarmas

- Para ingresar a historial de alarmas es necesario estar en un proceso seleccionado previamente ya sea proceso secuencial o proceso controlado, ambos llevan al mismo punto siempre que se esté en “Control de proceso”.

Para ingresar a historial de alarmas se presiona el botón "Registro de alarmas"



- A continuación, se muestra la pantalla de alarmas activas.

No	Mensaje	Hora de inicio de alarma
0001	Paro de emergencia activado	17:42:55 03/01/2025

Ver historial de alarmas

Regresar

Paro de emergencia activado Paro de emergencia activado Paro de emergencia activado Paro de emergencia

Al presionar botón seleccionado, lleva al registro de alarmas que se ha tenido en el transcurso del proceso

- En el registro de alarmas se tienen las alarmas activas y solventadas, además de información de estas como la frecuencia en la que ha sucedido, la hora en que ha sucedido el evento y la hora en que fue solventada.

Registro de alarmas	Mensaje	Frecuencia	Inicio	Fin de alarma
	Paro de emergencia activado	1	17:42:25 03/01/2025	17:42:27 03/01
	Paro de emergencia activado	2	17:42:28 03/01/2025	17:42:29 03/01
	Paro de emergencia activado	3	17:42:30 03/01/2025	17:42:31 03/01
	Paro de emergencia activado	4	17:42:32 03/01/2025	17:42:33 03/01
	Paro de emergencia activado	5	17:42:34 03/01/2025	17:42:35 03/01
	Paro de emergencia activado	6	17:42:36 03/01/2025	17:42:37 03/01
	Paro de emergencia activado	7	17:42:38 03/01/2025	17:42:38 03/01
	Paro de emergencia activado	8	17:42:41 03/01/2025	17:42:54 03/01
	Paro de emergencia activado	9	17:42:55 03/01/2025	
Alarma activa				

Alarmas activas

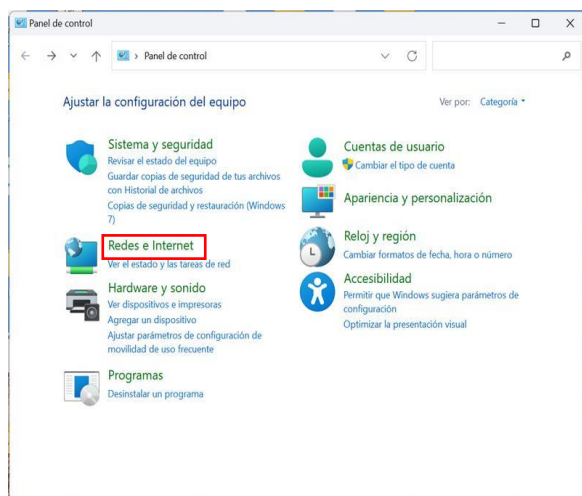
U.T.L.A.

ctivado Paro de emergencia activado Paro de emergencia activado Paro de emergencia activado Paro de eme

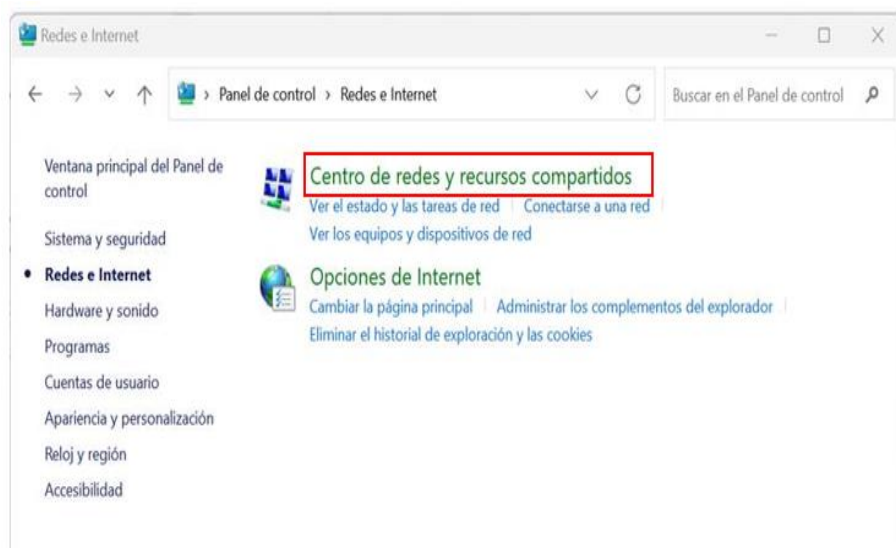
VI. Comunicación de red LAN entre HMI, PLC y PC.

Configuración de IP de PC.

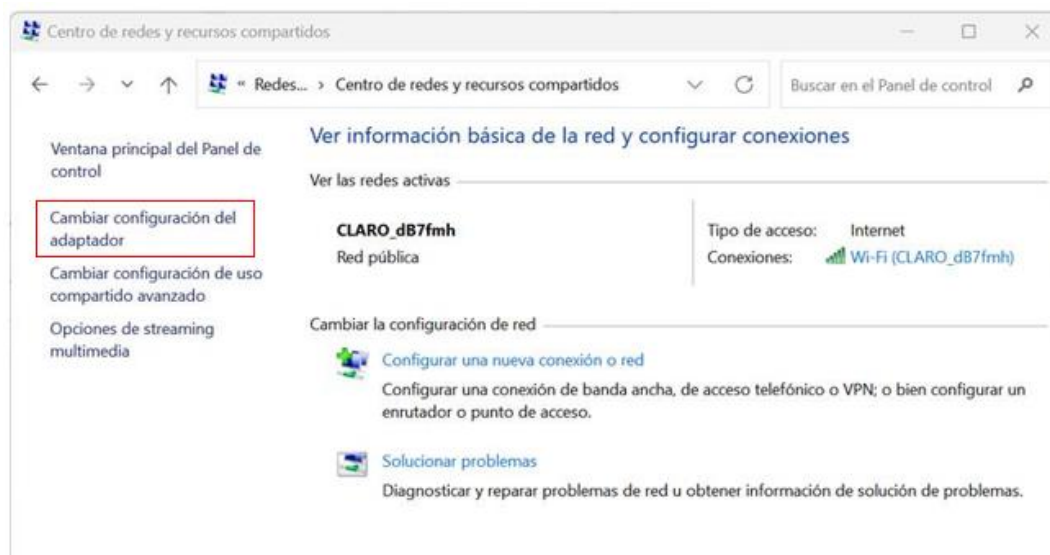
- Acceder a panel de control y a continuación pulse sobre “Redes e Internet”.



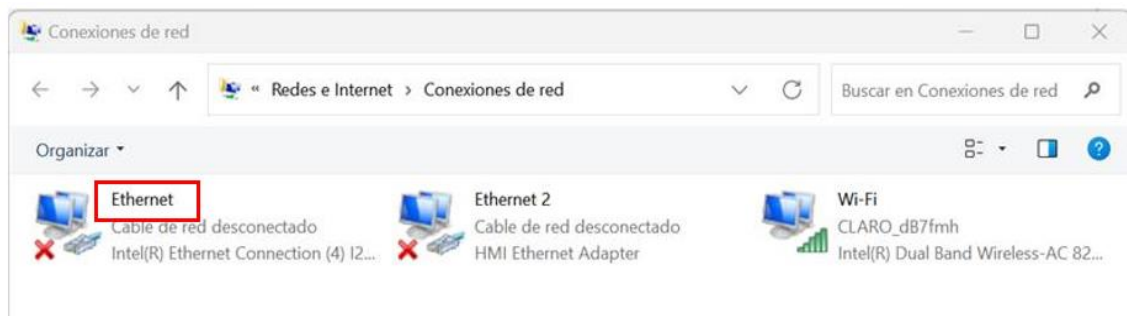
- Seleccionar centro de redes y recursos compartidos.



- Seleccionar la opción “cambiar configuración del adaptador”.



- En la siguiente ventana seleccionar Ethernet con clic izquierdo y seleccionar propiedades.



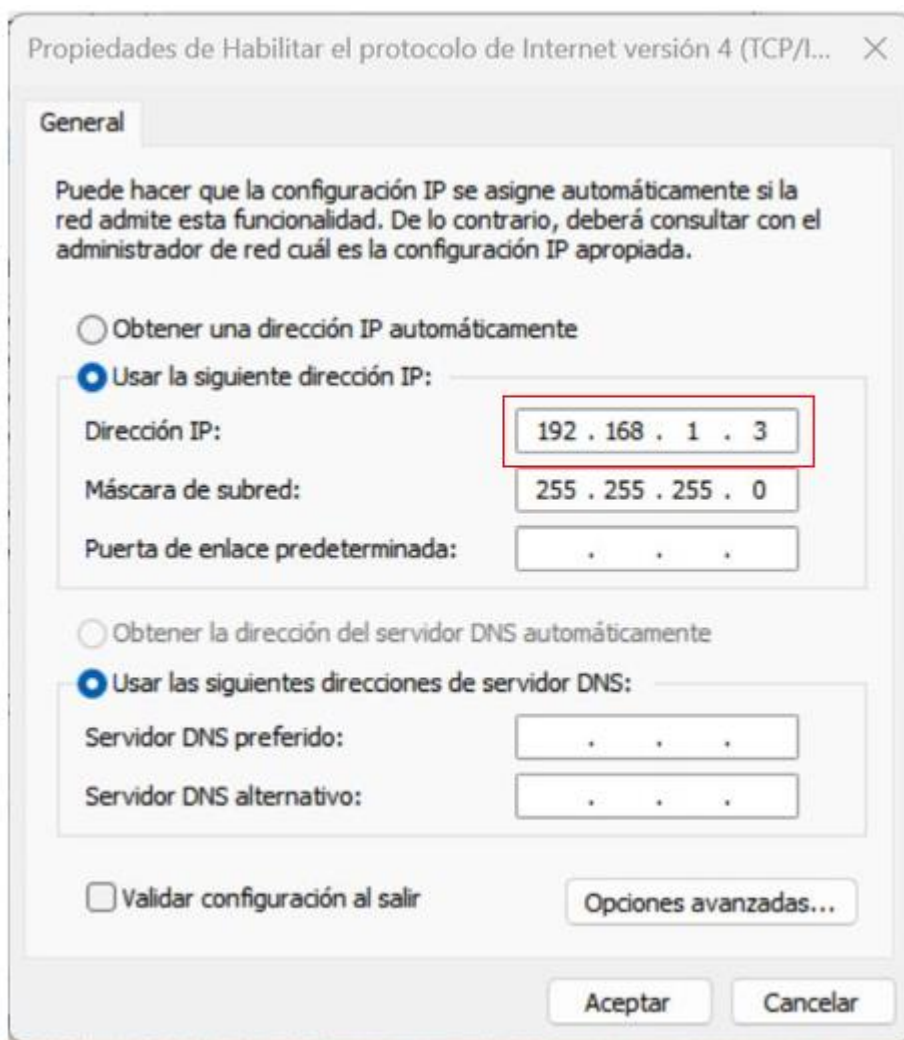
- Seleccionar la siguiente opción dando doble click derecho.



- Configurar la dirección IP.

Nota: la dirección IP debe de asignarse con la siguiente dirección:

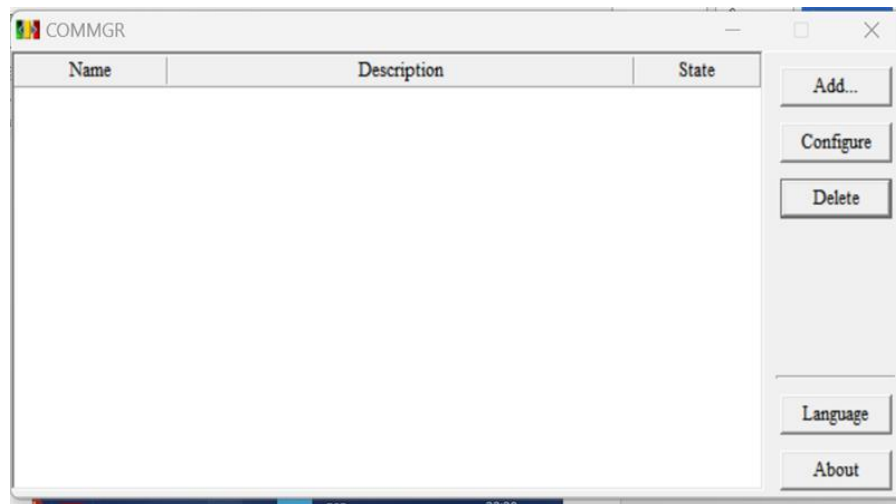
IP: 192.168.1.3



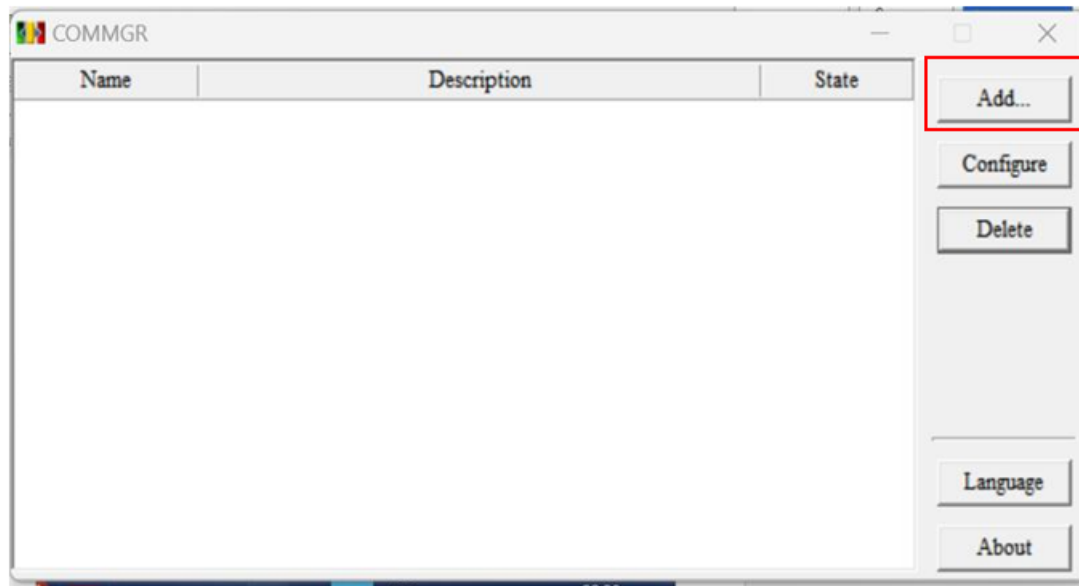
- Dar clic sobre la opción "Aceptar".

Configuración de PLC Delta DVP26SE11T.

- Abrir programa **COMMGR** dando doble clic sobre el icono.



- Seleccionar la opción "Add".
- Configurar "Driver Name y Type".
- Configurar "Driver Name y Type".

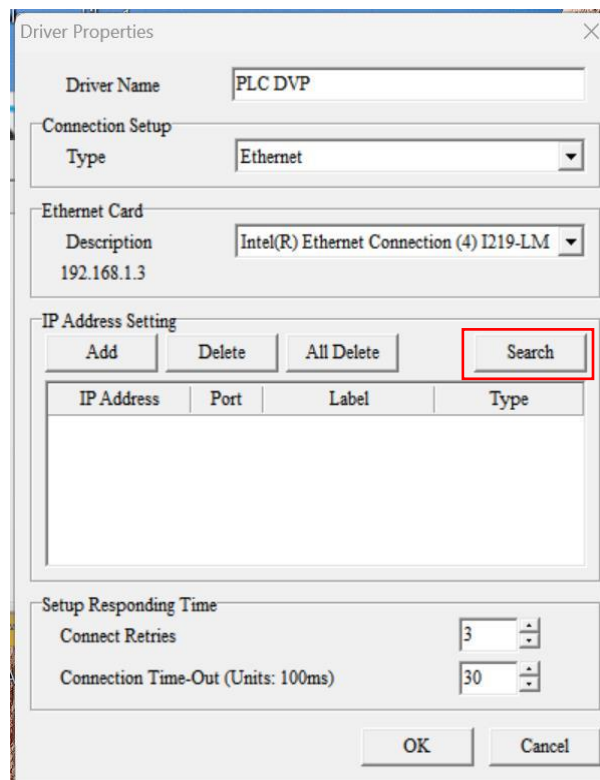


The image shows the 'Driver Properties' dialog box for a serial connection. The 'Driver Name' field is set to 'Driver1'. The 'Connection Setup' section shows 'Type' set to 'RS232/422/485'. The 'Communication Protocol' section has 'Virtual COM Name' unchecked, 'COM Port' set to 'COM3', 'Data Length' set to '7', 'Parity' set to 'e', 'Stop Bits' set to '1', and 'Baud Rate' set to '9600'. The 'Setup Responding Time' section shows 'Connect Retries' set to '3' and 'Connection Time-Out (Units: 100ms)' set to '30'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

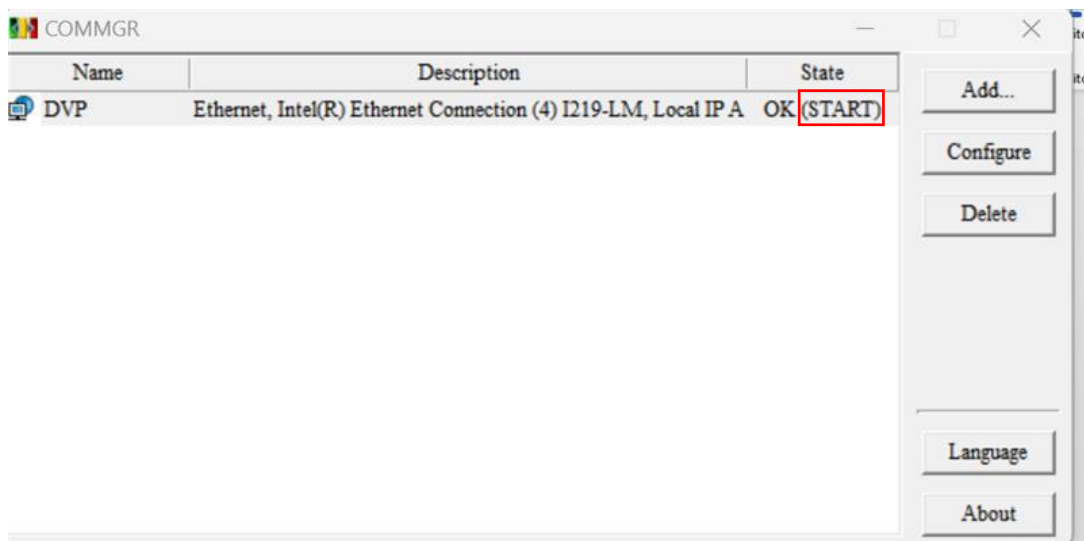
- Asignar nombre a Driver Name, en Type asignar la opción Ethernet, y en Ethernet Card buscar la dirección IP que se ha asignado a PC.

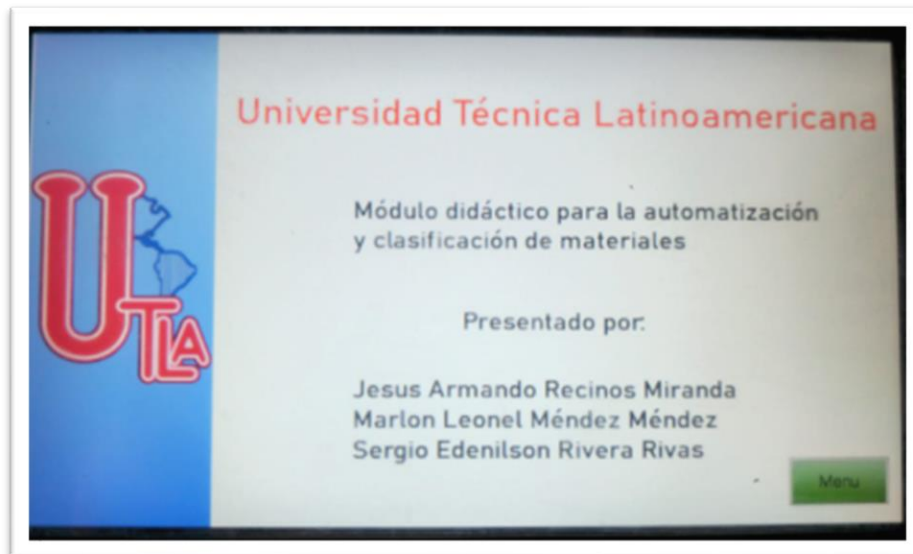
The image shows the 'Driver Properties' dialog box for an Ethernet connection. The 'Driver Name' field is set to 'PLC DVP'. The 'Connection Setup' section shows 'Type' set to 'Ethernet'. The 'Ethernet Card' section shows 'Description' set to '192.168.1.3' and 'Intel(R) Ethernet Connection (4) I219-LM'. The 'IP Address Setting' section has buttons for 'Add', 'Delete', 'All Delete', and 'Search'. Below these buttons is a table with columns 'IP Address', 'Port', 'Label', and 'Type'. The 'Setup Responding Time' section shows 'Connect Retries' set to '3' and 'Connection Time-Out (Units: 100ms)' set to '30'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

- Seleccionar la opción “Search”, tiene que aparecer una dirección IP :**192.168.1.5** la cual es la dirección asignada al PLC. Al seleccionarlo dar clic derecho sobre la opción “OK”.

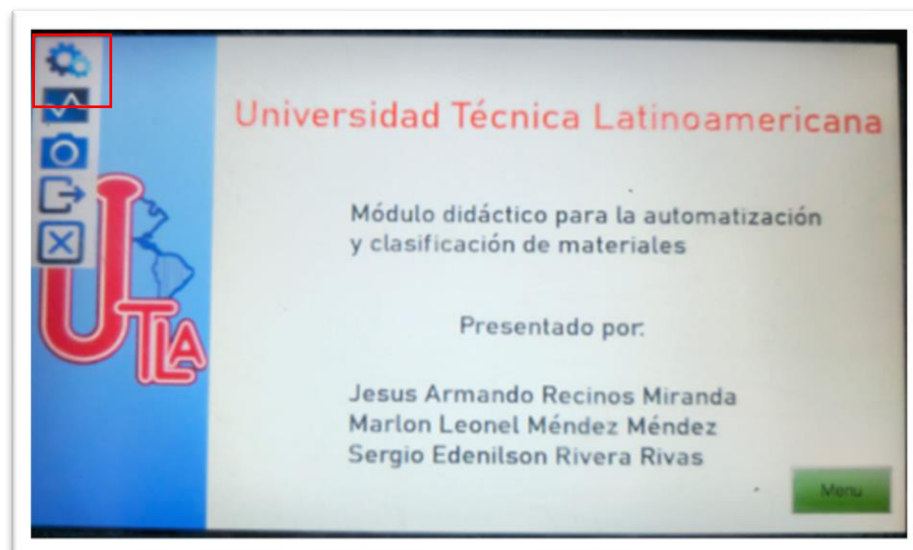


- Verificar que el programa este en “START”

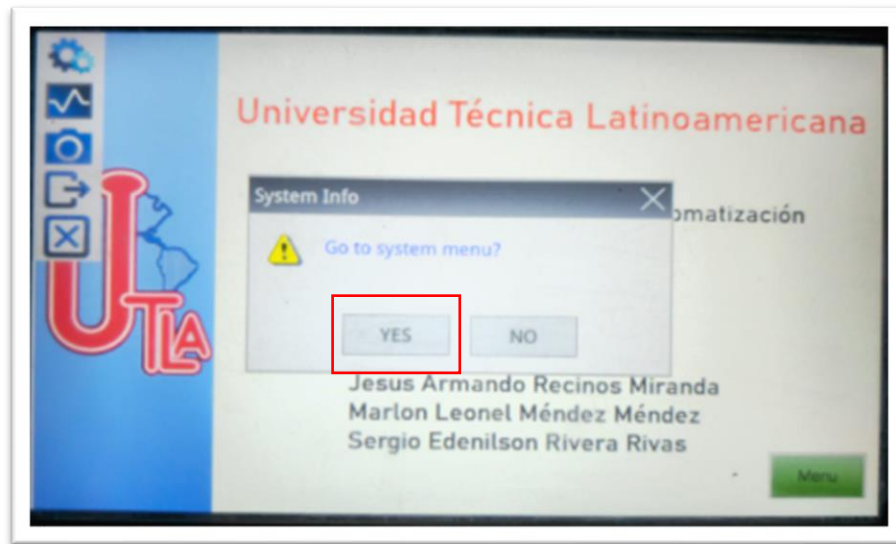




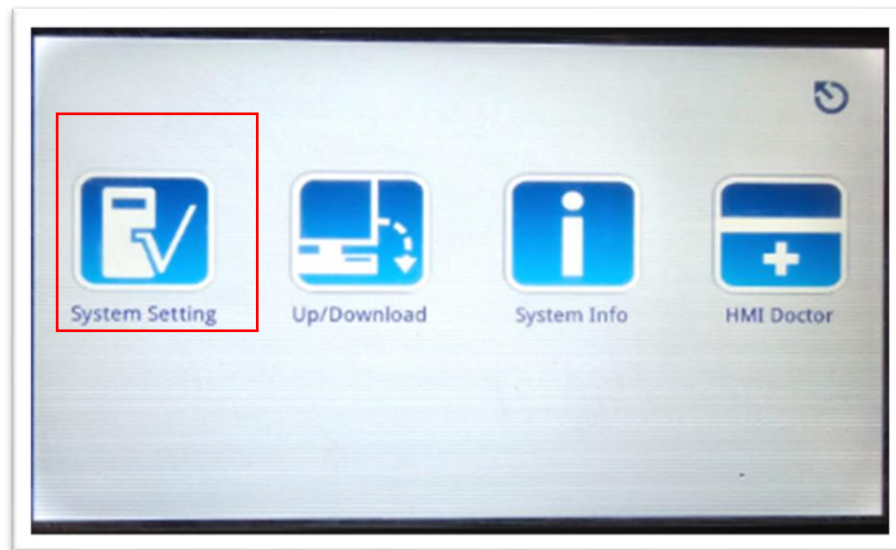
- Aparecerá un cuadro hay que seleccionar el símbolo de configuraciones.



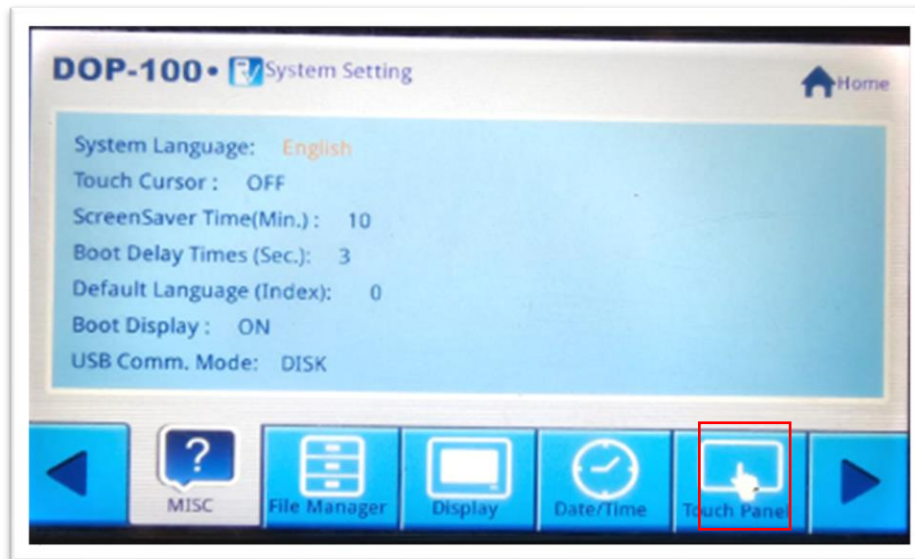
- Aparecerá una ventana donde tiene que seleccionar la opción “Yes” para continuar.



- En la siguiente ventana seleccionar la opción “System Setting”.



- Seleccionar la flecha hacia la derecha para ver más configuraciones.



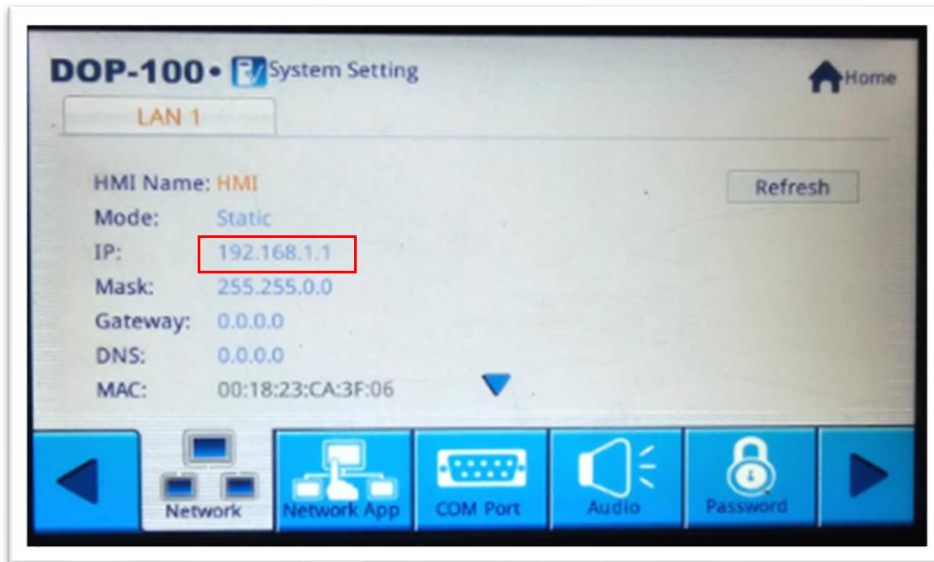
- Para configuración de IP verificar que este activa la opción Static.



- Seleccionar la dirección IP y modificar para que tenga una comunicación correcta con los demás dispositivos.

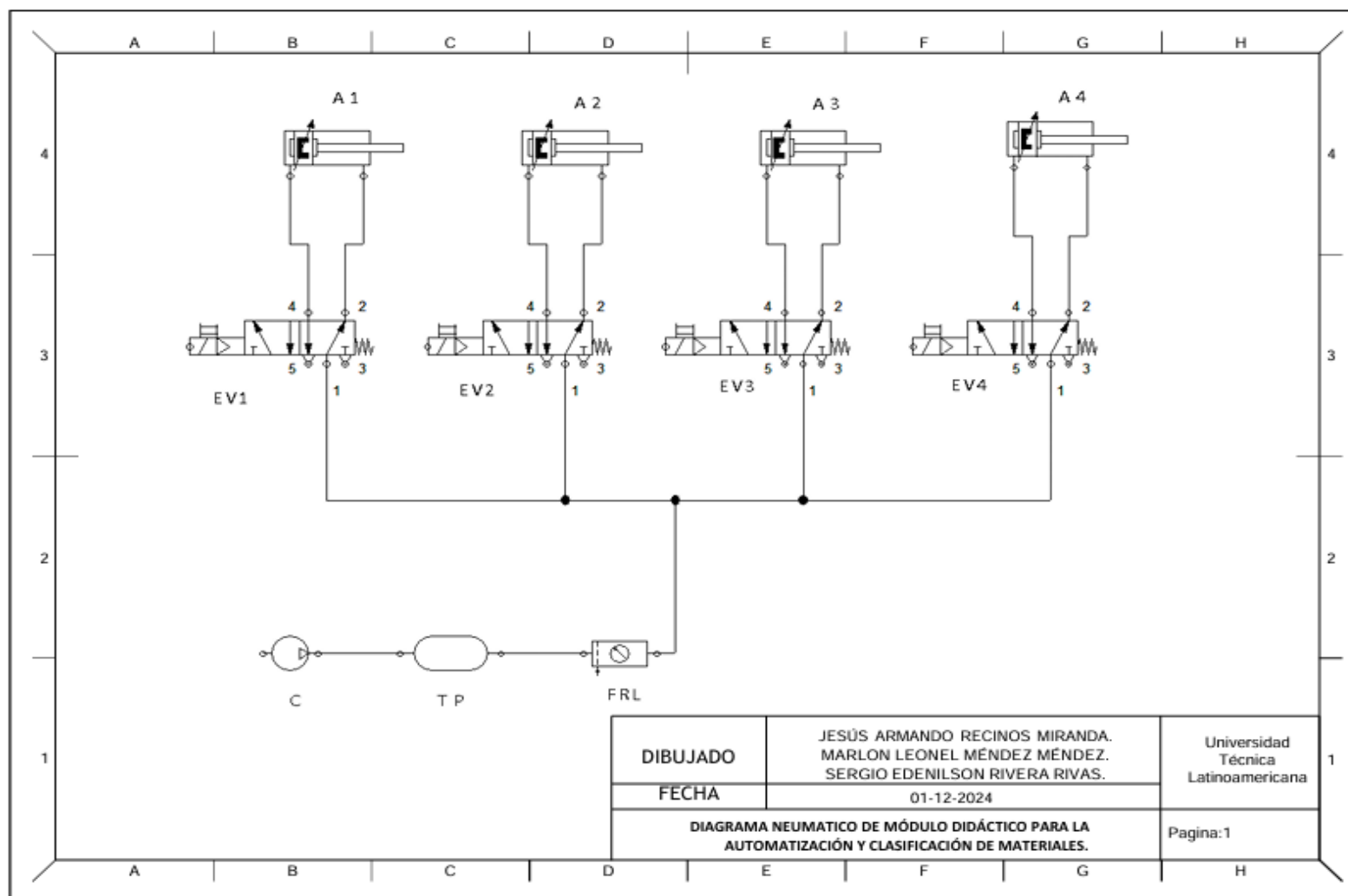
Nota: la dirección IP debe de asignarse con la siguiente dirección:

IP:192.168.1.1



VII. Diagramas.

Diagrama neumático.



DIBUJADO	JESÚS ARMANDO RECINOS MIRANDA. MARLON LEONEL MÉNDEZ MÉNDEZ. SERGIO EDENILSON RIVERA RIVAS.	Universidad Técnica Latinoamericana
FECHA	01-12-2024	
DIAGRAMA NEUMATICO DE MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES.		Página:2

Diagrama eléctrico.

