

Módulo portátil para pruebas de PLC en la Universidad Antonio Nariño Sede Cúcuta

*Autor: Jeisson Oscar Martínez Sanguino
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.
Tecnología en mantenimiento electromecánico industrial
Universidad Antonio Nariño
Cúcuta Norte de Santander
Director
ph.d.ingeniero electrisita antonio gan@uan.edu.co*

RESUMEN: El presente trabajo de grado tiene como objetivo diseñar un módulo didáctico para pruebas de PLC dirigido a los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño. Se basará en el control automatizado moderno de empresas en el sector industrial, en vista de estarse desarrollando la Cuarta Revolución Industrial, época en la que la modernización a nivel empresarial ha minado la rama de factorías. Estará enfocado en el diseño metodológico de Investigación Científica, empleando para ello los métodos inductivo-deductivo, experimental, y el de observación, para lo cual se dividieron en tres etapas: diseño, construcción y puesta en marcha, todo enfocado en la realización y consecución de los objetivos específicos. Los resultados que se esperan alcanzar es la construcción de un equipo en forma de módulo portátil que maneja el lenguaje de programación Ladder, el cual será implementado para que los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, sede Cúcuta puedan emplearlo como herramienta de aprendizaje en la carrera de electromecánica.

Palabras clave: automatización, control lógico programable, Lenguaje Ladder.

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

A partir del siglo XVIII se inicia en Europa un proceso de cambio económico llamado La Revolución Industrial. En pleno siglo XXI se han presentado cambios drásticos en este entorno mundialmente, se está gestando la llamada Cuarta Revolución Industrial, y es que, este hecho podría suponer el fin de la mano de obra humana, y suena

algo exagerado, pero no es así, no en su totalidad, pero si en una parte importante. Se tratan de fábricas inteligentes, máquinas capaces de funcionar automáticamente.

En un sistema automatizado se pretende principalmente aumentar la eficiencia de los procesos en las industrias, incrementando la velocidad, la calidad y la precisión, y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en el personal que labora. Con el avance, prácticamente todas las industrias alrededor del mundo poseen al menos un sistema automático, lo que implica que es un área que se encuentra en contacto permanente con el hombre.

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un módulo didáctico para pruebas de PLC dirigido a los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, que sirva de fomento del aprendizaje en el área de tecnología en mantenimiento electromecánico industrial en los que refleje los conocimientos básicos en esta disciplina, encargada de realizar el diseño, desarrollo, manufactura, montaje y mantenimiento de sistemas y dispositivos electromecánicos, enfocados a maquinaria y equipos de proceso industrial o infraestructura, para todo tipo de empresas industriales, comerciales o de servicios. Ahora bien para ejecutar el proyecto se requiere de fuentes de información, es decir, estudios previos relacionados con el tema a tratar, los cuales aportan una referencia documental,

estratégica y/o metodológica importante para llevarlo a cabo.

A nivel Internacional, Dávila, R., y Pulgar, S., (2018), realizaron un trabajo para la Universidad Privada de Tacna optar al título profesional de ingeniero electrónico, titulado “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento de una red de comunicación industrial mediante controladores lógicos programables (plc’s) y variadores de velocidad, utilizando el estándar Profinet”; implementando una investigación de tipo experimental en el laboratorio de Automatización y Control de la Universidad, con el fin de que los módulos de entrenamientos desarrollados cumplan con los estándares establecidos. Este hecho contribuye al trabajo ya que con el módulo didáctico se pretende ofrecer una herramienta con el objetivo de incrementar el conocimiento en los estudiantes de la carrera de electromecánica mediante el desarrollo de prácticas que reforzarán sus conocimientos teóricos.

A nivel Nacional, Ávila, W., y Rodríguez, J., (2012) presentaron un trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de tecnólogo en electrónica para la Corporación Universitaria Minuto de Dios, en Soacha, denominado “Implementación de un PLC Didáctico para prácticas de Laboratorio”, cuyo objetivo fue integrar los procesos de simulación y programación de un PLC con el montaje físico, las funciones básicas que puede cumplir, con esto se podrá comprender y entender mejor su funcionamiento. La propuesta y desarrollo del PLC didáctico, aporta un aprendizaje importante en la contribución a la formación investigativa de los estudiantes de esta rama y a las instituciones educativas, para que implementen en sus laboratorios de electrónica hardware que simulen el trabajo hecho por un controlador lógico programable que tiene su uso en el control automatizado para la industria, llevando a cabo las prácticas físicas que complementen la teoría.

A nivel Local, Moreno, Becerra y Mondragón, (2012), presentaron un proyecto titulado “Desarrollo e implementación de un módulo didáctico de automatización bajo una red de comunicación industrial Modbus”, cuyo objetivo consistió en el diseño e implementación de un módulo didáctico conformado por una Human Machine Interface (HMI), dos controladores lógicos programables (PLC’s) y un variador de frecuencia

altivar 71 de la Schneider Electric, interconectados bajo un protocolo de comunicación industrial, en este caso MODBUS RTU. El desarrollo de este módulo permitió a los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Electromecánica y afines de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS), contar con equipos de alta gama y afianzar conocimientos en las áreas de comunicación industrial, automatización, supervisión y control.

Todos estos proyectos han servido de referencia y soporte técnico, documental y metodológico en el diseño del módulo didáctico planteado en esta oportunidad que servirá a los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño en el reforzamiento de sus conocimientos y aprendizaje en todo lo que tiene que ver con la automatización industrial y manejo de PLC.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ámbito industrial moderno en los últimos tiempos, posee sofisticados sistemas de control que son importantes en todos los aspectos. El control automático es parte del progreso tecnológico y científico que se ha venido desarrollando como consecuencia de la manipulación del hombre logrando una herramienta a su favor. Dentro de las modernizaciones forman un papel protagónico los Sistemas Automáticos de Control en los que se encuentran procesos industriales y sistemas de producción, controladores que se han vuelto indispensables para la optimización y mejora, sobresaliendo la implementación de algún Controlador Lógico Programable (PLC).

La constante evolución de la industria ha permitido el desarrollo de nuevas técnicas, metodologías y tecnologías para mejorar los procesos de producción. Festo, (2015) expone que “hoy en día se habla ya de una nueva era industrial, a la cual se le ha bautizado como la Industria 4.0” (p.2); los cambios en los escenarios de servicios de producción y la tecnología de automatización generan una influencia enorme y avanza a pasos agigantados tanto en las personas y su formación como en las estructuras y procesos corporativos.

La tecnología programable es la parte de mando, que en la actualidad corresponde a Controladores

Lógicos Programables (PLCs), la cual requiere de una persona con conocimientos para programar y que se comunice con los componentes de la máquina de la manera correcta para que el proceso pueda realizarse con poca interferencia humana. Al emplear la automatización de alguna máquina o proceso, se mejora en gran manera la productividad y calidad de los productos o procedimientos. En los casos en los que la tarea a realizar es riesgosa, la automatización permite que un operario controle y revise las operaciones de manera segura. Además, esta permite que el personal que opera la máquina no necesite muchos conocimientos para su manipulación.

A partir de los años 60, los antiguos sistemas de control basados en circuitos eléctricos, relés, interruptores y otros componentes, han venido siendo sustituidos por PLCs, contando hoy en día con una gran gama de ventajas para la industria en cuanto a ahorro de costos y de tiempo, reduciendo de esta manera el mantenimiento y alargando la vida útil, y, logrando el mejor rendimiento.

Al respecto Mader, (2010) manifiesta que en la actualidad existen diferentes lenguajes que permiten a los programadores de PLC, “expresar y ejecutar la lógica que resuelve una problemática o desarrolle un cálculo matemático correspondiente a una planta o proceso industrial” (p.239). Por otra parte, la evolución de los lenguajes de programación ha sufrido cambios importantes que han permitido desarrollar algunos cada vez más sencillos, lo que genera una ventaja muy importante en la formación de técnicos en el área.

Uno de los más utilizados es el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), muy amigable para los electricistas, debido a su lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado otros lenguajes, este es fácil de interpretar, programar y mantener. Se trata de uno de los lenguajes más utilizados en la industria debido a su simplicidad, soporte y disponibilidad.

El PLC tiene un amplio campo de aplicación, y, en todos ellos se usa principalmente en maniobras de maquinaria, sin embargo, también es útil para abarcar otros procesos y sistemas complejos de la industria. Otro aspecto en su utilización es la conexión a internet, ya que, permite una monitorización del funcionamiento desde cualquier

ordenador en múltiples ubicaciones, tanto dentro de una fábrica como fuera de ella.

Los continuos avances en la industria actual tienen su raíz en aplicaciones de los PLC en todo lo que tiene que ver con la automatización industrial. Por eso, se hace necesario implementar estos dispositivos electrónicos que han sido capaces de revolucionar el mundo y que por su gran acceso, son clave en la modernización de las empresas.

En la Universidad Antonio Nariño Sede Cúcuta Norte de Santander se han desarrollado algunos esfuerzos para mejorar las competencias del estudiante del área de electromecánica. Actualmente se cuenta con herramientas y equipo para realizar las prácticas de laboratorio, sin embargo existe la necesidad de la diversidad sobre todo de las diferentes marcas en cuanto a módulos se refiere, debido a la insuficiencia de estos recursos se intenta en este trabajo proveer de un módulo PLC portátil que sirva de herramienta práctica a los alumnos de esta casa de estudio.

Todos los aspectos mencionados sirven de fundamento para tomar en cuenta en los trabajos, que como futuros Tecnólogos en el área, se debe tener en cuenta la capacidad para efectuar un sistema adecuado que permita resolver problemas específicos. Es por esto que se toma como base el diseño de un módulo didáctico para pruebas de PLC dirigido a los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño de Cúcuta Norte de Santander, para aprender cómo establecer comunicación, programar y transferir proyectos a un PLC como adquisición de conocimientos básicos y entender el funcionamiento de este tipo de controladores en el aprendizaje de los mismos.

La realización de este trabajo arroja la siguiente formulación:

¿Es posible desarrollar un modelo didáctico con PLC para comprobar la facilidad en el diseño de la automatización de procesos industriales?

III. JUSTIFICACIÓN

La propuesta y desarrollo del módulo didáctico presenta dos aristas importantes, “es relevante y pertinente”; se hace relevante en la industria específicamente en la automatización,

cuyo fin es controlar las líneas de montaje en fábricas llevando el manejo de éstas y sus procesos, para lo cual se hace indispensable que integre elementos como sensores y conectores de entrada y salida, control de temperatura, vibración, entre otros, que se requieren para que genere resultados exitosos a nivel general de empresas.

Actualmente no solamente a nivel de macro empresas dedican capital a la automatización de sus funciones sino también se observa en las más pequeñas, debido a que poseen ciertas características favorables dentro de las cuales se encuentran la facilidad de operar por el personal obrero y de mantenimiento, es decir, no requiere de mucha capacitación para el desarrollo de procesos. Por otra parte la vida útil es duradera y un punto de tomar en cuenta es que se puede ir adaptando a los cambios que requiera la maquinaria, esto significa, reprogramación en menor tiempo y menores costos y gastos en las actividades.

La realización de este proyecto es adecuado ya que contribuye a manifestar las ventajas tan grandes que posee el contar con los conocimientos en la implementación de este tipo de automatización para los estudiantes de la UAN; a) Maniobras de maquinaria, procesado de gravas, cementos y arenas; para la madera y los muebles, del plástico., de ensamblaje, de transferencia, b) Maniobra de instalaciones, de seguridad, de calefacción y aire acondicionado, de plantas para el embotellado, de transporte y almacenaje, para tratamientos térmicos, de la industria de la automoción, empresas azucareras, del automóvil, c) Aplicaciones en cadenas de montaje para soldaduras, cabinas de pintura; en oleoductos, refinados, tratamientos de aguas blancas y negras, d) Uso de equipos herramientas como tornos, troqueles, fresadoras, fabricación de neumáticos.

Por otro lado interviene en el control de procesos de refrigeración, calderas, plantas petroquímicas y químicas, pesaje, dosificación, mezcla, y muchos otros sectores industriales como producción de energía, turbinas, centrales eléctricas, transporte de combustibles energía solar, de tráfico, ferrocarriles, semáforos y Domótica, temperatura, sistemas de seguridad e iluminación, es decir, en todos los aspectos de la industria moderna.

De aquí que se refleja la imperante necesidad de este tipo de dispositivos que ofrecen tecnología en las múltiples tareas humanas empleando para ello un Control lógico Programable PLC programado para operar con gran potencia las distintas maniobras que en materia de maquinaria e industria se refiere, ya que genera el aspecto de

carácter pertinente, pues, son clave en la modernización, sustituyendo maquinaria obsoleta diseñada de forma arcaica, se puede afirmar que es la revolución en maquinaria automatizada a nivel industrial.

Otro aspecto de gran pertinencia es en el área académica, ya que la formación como tecnólogos en electromecánica supone el enriquecimiento de conocimientos, que ayuda a promover el desarrollo de habilidades y estrategias de innovación y tecnología de punta llevando a la práctica lo adquirido en esta carrera y colocando a prueba la puesta en marcha.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un módulo portátil para pruebas de PLC en la Universidad Antonio Nariño sede Cúcuta.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Diseñar un módulo portátil para pruebas de PLC en la Universidad Antonio Nariño sede Cúcuta.
- b. Proyectar un módulo portátil para pruebas de PLC en la Universidad Antonio Nariño sede Cúcuta.
- c. Montar y puesta en funcionamiento de un módulo portátil para pruebas de PLC en la Universidad Antonio Nariño sede Cúcuta.

C. ALCANCES

El proyecto tendrá un alcance técnico ya que consistirá en diseñar un Módulo didáctico que permitirá estudiar y comprender la conceptualización básica en la utilización de los PLC y sus aplicaciones prácticas en el mundo industrial moderno. Proporcionará los elementos necesarios para el aprendizaje y la experimentación en la programación básica de este tipo de dispositivos. Brindará la posibilidad de conocer,

aprender y capacitarse en los distintos dispositivos que intervienen en el proceso de control y automatización industrial.

V. METODOLOGIA

La metodología que se aplicará es la investigación científica ya que permite obtener los conocimientos en este caso, sobre la automatización y control de procesos industriales, promoviendo la actividad creativa y experimental a través de diversas etapas, para el diseño, construcción y puesta en marcha de un módulo didáctico para pruebas de PLC. Mediante los objetivos específicos planteados se va a poder lograr el desarrollo del proyecto.

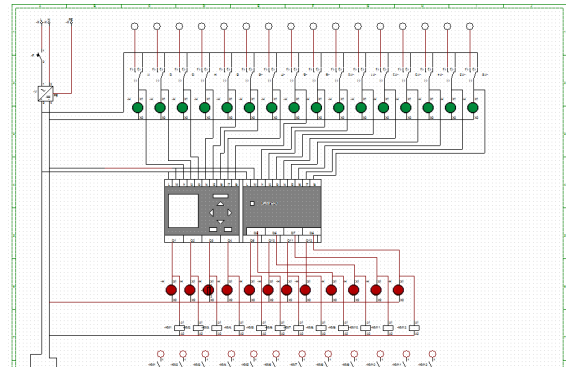
Para el diseño del módulo y selección de los componentes a utilizarse se aplicarán los métodos inductivo-deductivo, experimental, y el de observación. a) Inductivo deductivo: se empleará para tener la certeza que el módulo con controladores lógicos programables con Lenguaje LADDER, cumpla con todos los requerimientos del proyecto. b) Observación: implementando los conocimientos, práctica y utilización de los diferentes equipos para el diseño del módulo didáctico, y así poder construirlo con sus diferentes componentes., y c) Experimental: permitirá llevar a cabo, desarrollar y probar el módulo con PLC.

Estos métodos se desarrollan de acuerdo a los objetivos como se explicó anteriormente en tres etapas:

Diseño:

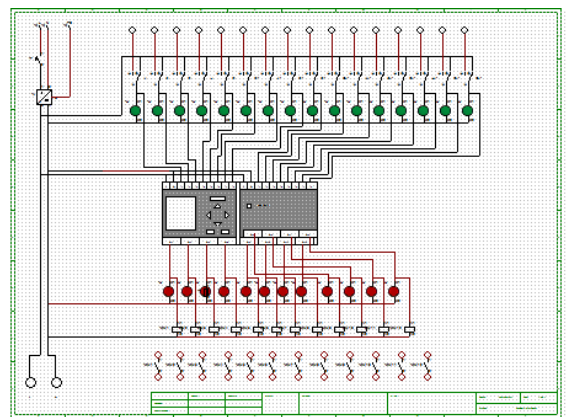
En esta etapa se determinan los componentes básicos, selección de materiales y equipo necesario a emplear, tomando en cuenta las especificaciones técnicas que requiere el módulo didáctico a diseñar, circuitos y planos.

Figura 1. Módulo 1



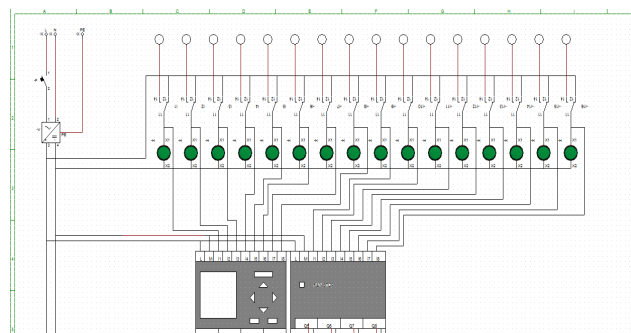
Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 1.1. Módulo 1



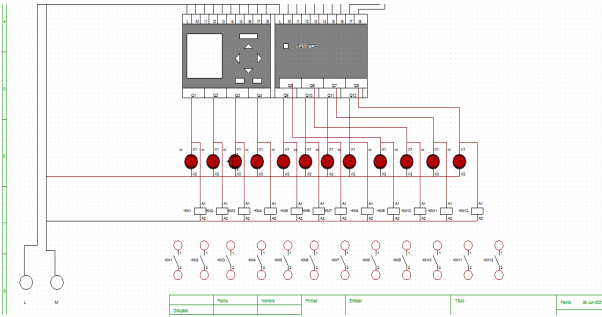
Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 1.2. Módulo



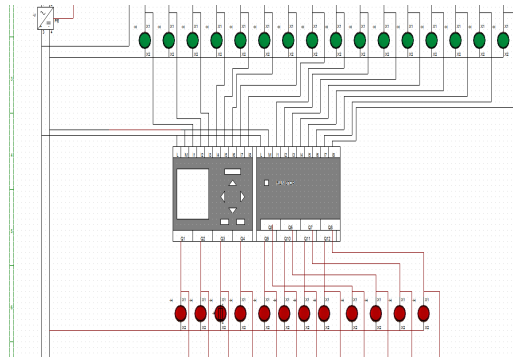
Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 1.3. Módulo



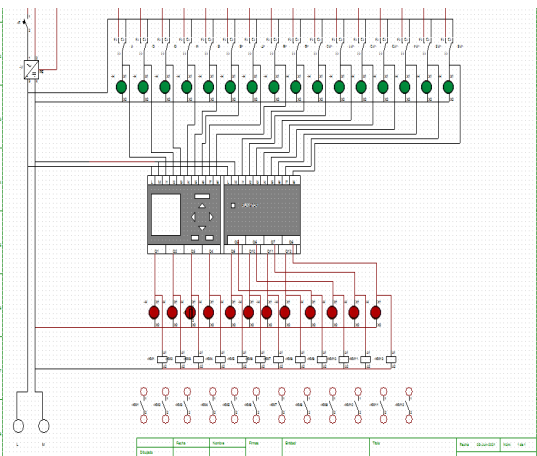
Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 1.4. Módulo



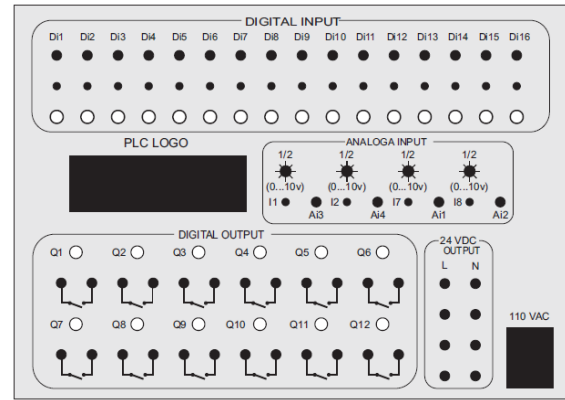
Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 1.5. Módulo



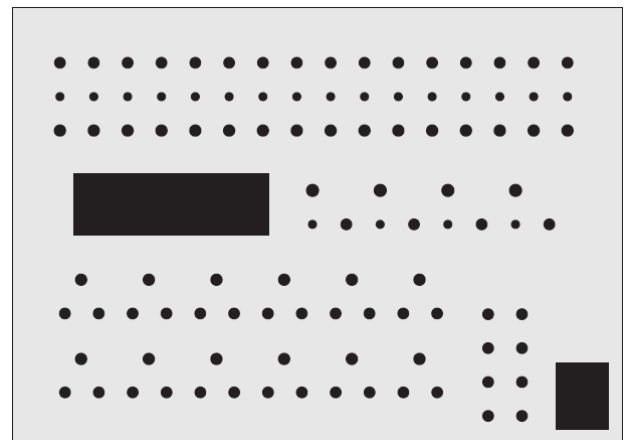
Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 1.6. Módulo 1



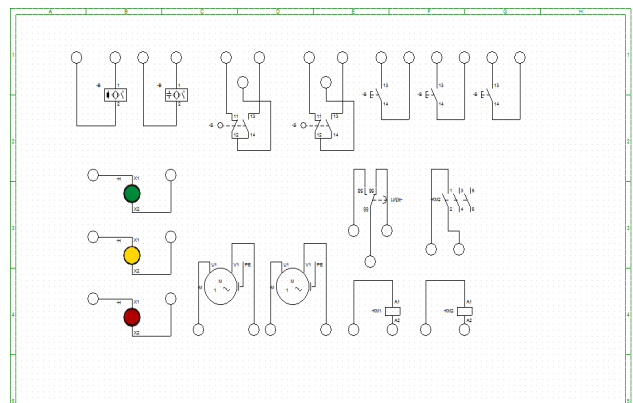
Fuente: Autoría Propia. Software CORE

Figura 1.6. Módulo 1



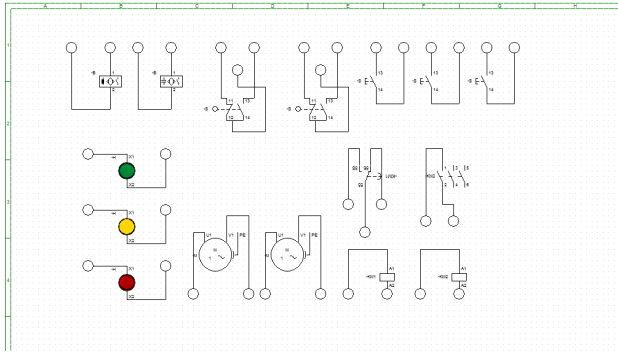
Fuente: Autoría Propia. Software CORE

Figura 2. Módulo 2



Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

Figura 2.1. Módulo 2



Fuente: Autoría Propia. Software CADE SIMU

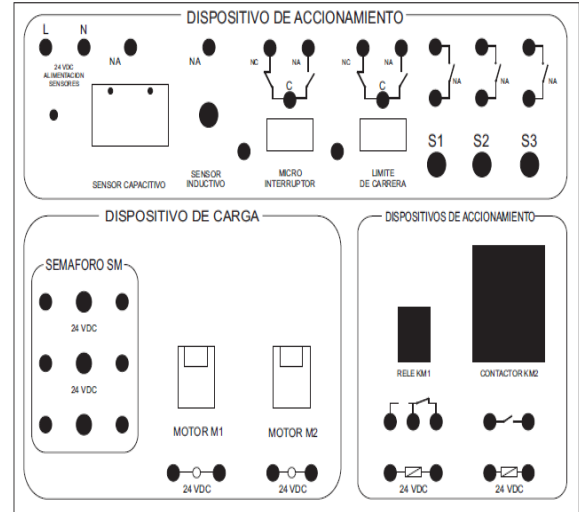
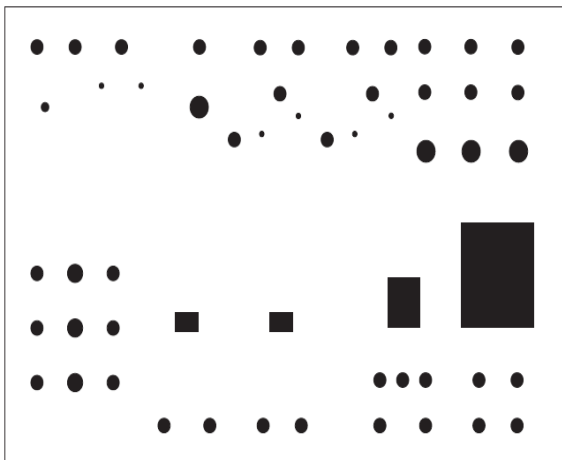


Figura 2.2. Módulo 2



Fuente: Autoría Propia. Software CORE

Figura 2.3. Módulo 2

Fuente: Autoría Propia. Software CORE

Construcción:

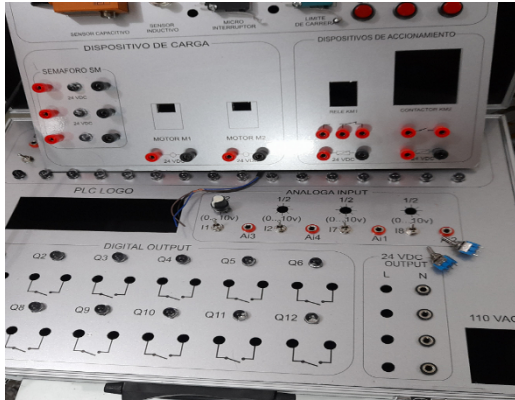
Corresponde al montaje, programación y ensamblaje del módulo recurriendo a la aplicación del lenguaje LADDER en el PLC para ser ejecutado.

Figura 3. Ensamblaje en acrílico



Fuente: Autoría Propia

Figura 3.1. Ensamblaje en acrílico



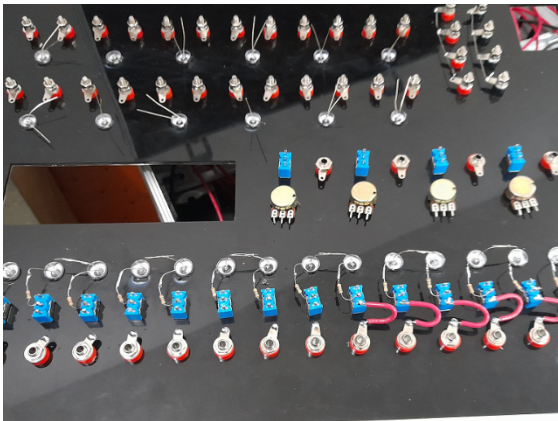
Fuente: Autoría Propia

Figura 4.1. Montaje de Swiches y Led



Fuentes: Autoria Propia

Figura 4. Montaje de Swiches y Led



Fuentes: Autoria Propia

Puesta en Marcha:

Aquí se desarrollará el proceso de simulación del módulo didáctico, llevando a cabo las respectivas pruebas, corrigiendo las posibles fallas y rectificando con exactitud el óptimo funcionamiento del equipo, promoviendo de esta manera el aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander.

Figura 4. Montaje de Swiches y Led

Figura 5. Simulación

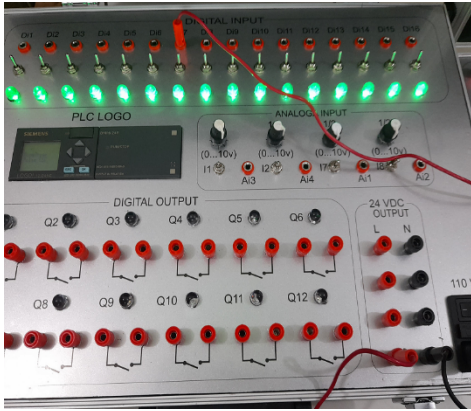


Fuentes: Autoria propia



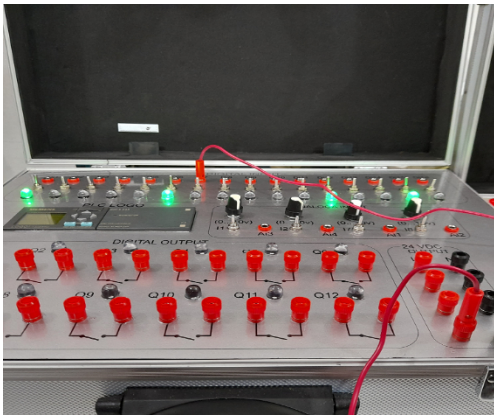
Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.1. Simulación



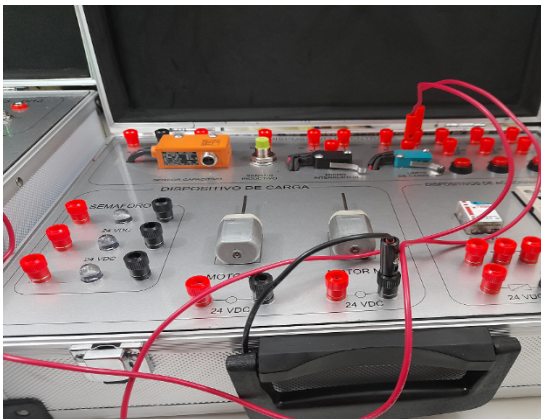
Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.2. Simulación



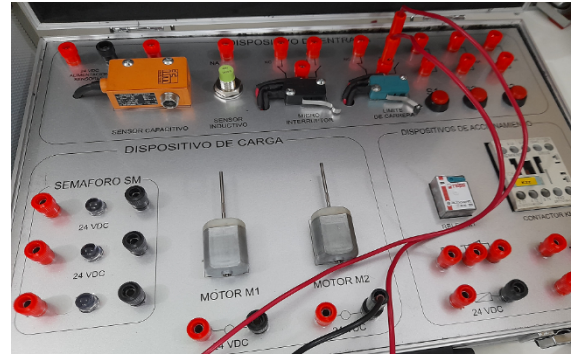
Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.3. Simulación



Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.4. Simulación



Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.5. Simulación



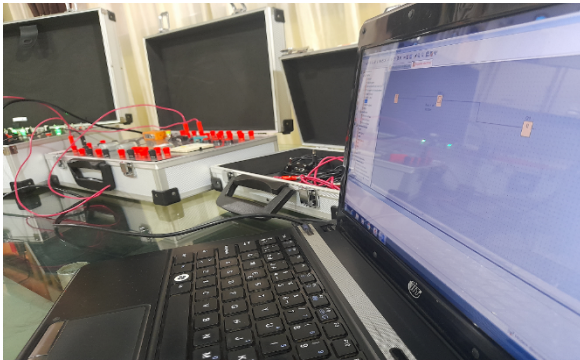
Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.6. Simulación



Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.7. Simulación



Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.8. Simulación



Fuentes: Autoria Propia

Figura 5.9. Simulación



Fuentes: Autoria Propia

Normas RETIE

El RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) es un documento técnico-legal para Colombia expedido por el ministerio de Minas y energía.

En él se encuentran los parámetros más importantes que deben ser tenidos en cuenta al momento de diseñar, construir, mantener y modificar una instalación eléctrica en Colombia de la manera más segura posible, si bien este RETIE no se trata de una guía de diseño eléctrico ya que esta labor debe ser llevada a cabo por personal competente que ponga en práctica los cálculos e ingeniería necesaria según lo establecido en el, es importante tener en cuenta que este es de “OBLIGATORIO” cumplimiento en este país.

El documento consta de 211 páginas en las cuales se dividen los 39 Artículos asociados con los lineamientos más importantes sobre la seguridad y buenas prácticas eléctricas.

Además el Retie hace obligatorio los primeros siete capítulos de la Norma Eléctrica colombiana NTC2050 (También conocidas como Normas del RETIE), mediante el Artículo 27.1 «Aplicación de normas técnicas», el cual dice:

«Debido a que el contenido de la NTC 2050 Primera Actualización (Código Eléctrico

Colombiano), del 25 de noviembre de 1998, basada en la norma técnica NFPA 70 versión 1996, encaja dentro del enfoque que debe tener un reglamento técnico y considerando que tiene plena aplicación en las instalaciones para la utilización de la energía eléctrica, incluyendo las de edificaciones utilizadas por empresas prestadoras del servicio de electricidad, se declaran de obligatorio cumplimiento los primeros siete capítulos con las tablas relacionadas (publicados en el Diario Oficial No 45.592 del 27 de junio de 2004) incluidas las tablas del capítulo 9 de NTC 2050 y la introducción en los aspectos que no contradigan el presente reglamento.»Este reglamento busca garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y uso final de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

VI. RESULTADOS ESPERADOS

PRODUCTO ESPERADO:

Figura 6. MÓDULO PORTÁTIL PARA PRUEBAS PLC



Fuente: Autoría Propia

Figura 6.1. Cajas contentivas del Módulo y guarda cables.



Fuente: Autoría Propia

Consta de:

2 Módulos y 1 Guarda Cables

- **MODULO PRINCIPAL** (PLC, Entradas y Salidas)
- Módulo para conexión de sensores, micro switch pulsadores, en entradas y salidas: contactores, relé, 2 motores, 3 bombillos para función de un semáforo.
- 1 Guarda cables del modulo

A. UBICACIÓN DENTRO DE LAS LÍNEAS DE TRABAJO DEL PROGRAMA

Proyecto realizado bajo los lineamientos establecidos en la Carrera de Electromecánica enmarcado en la Línea de Investigación AUTOMATIZACIÓN.

B. USUARIOS DIRECTOS Y FORMAS DE UTILIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Los usuarios inmediatos de los resultados del proyecto serán los estudiantes de la Universidad Antonio Nariño de la ciudad de Cúcuta Norte de

Santander, y las acciones concretas a través de las cuales serán utilizados están enmarcadas dentro de la normativa de la UAN, ya que el equipo se donará a las instalaciones de la Universidad.

VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MES/SEMANAS															
	MAYO					JUNIO				JULIO				AGOSTO		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Determinar los componentes básicos necesarios para el funcionamiento de un módulo didáctico PLC.	X	X	X	X												
Seleccionar los materiales para la construcción del módulo didáctico de PLC.					X	X	X									
Realizar el montaje del módulo didáctico de PLC.								X	X	X						
Programar el PLC bajo el lenguaje Ladder.											X	X				
Desarrollar el proceso de simulación del módulo didáctico de PLC.													X	X		
Exposición y defensa.															X	X

VIII. PRESUPUESTO

MATERIA PRIMA E INSUMOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR \$
1 PLC con entradas y salidas análogas	500.000,00
1 ESCLAVO de entradas y salidas digitales	300.000,00
CABLE (1 rollo N° 18)	45.000,00
1 FUENTE DE PODER de 24 Volt. Corriente continua	90.000,00
15 SWICHES	44.000,00
2 Bolsas de AMARRES	14.000,00
CAJAS PARA MÓDULO	60.000,00
2 Bolsas de TERMINALES (1 en u y 1 de punta)	10.000,00
MARQUILLAS (5 cajas del 0 al 9)	40.000,00
4 POTENCIOMETRO 5K	70.000,00
ACRÍLICO	70.000,00

CONECTORES (50)	50.000,00
CAUTIN Y ESTAÑO	30.000,00
SENSOR CAPACITIVO	80.000,00
SENSOR INDUCTIVO	90.000,00
BREAKER TERMO MAGNETICO	32.000,00
ENCHUFE CON EXTENSIÓN	25.000,00
15 PILOTOS	120.000,00
15 PULSADORES	150.000,00
TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS	1.820.000,00

COSTOS INDIRECTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR \$
COSTOS DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	5.000,00
ACCESO A INTERNET	5.000,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10.000,00

Recurso	Fuente de Financiación		
	Estudiante	Universidad Antonio Nariño*	Entidad Externa
Materia Prima e Insumos	1.820.000,00		
Costos Indirectos	10.000,00		
Valor			
Valor Total	1.830.000,00		

IX. BIBLIOGRAFIA

Ávila, W., y Rodríguez, J., (2012). Implementación de un PLC Didáctico para prácticas de Laboratorio. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de tecnólogo en electrónica para la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Soacha, Colombia.

Corporación Damar. [Pág, Web]. Entrenador de PLC portátil. [Consultado el 10 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.corporaciondamar.com/ing-mecatronica/158-entrenador-de-plc>

- Dávila, R., y Pulgar S, (2018). Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento de una red de comunicación industrial mediante controladores lógicos programables (plc's) y variadores de velocidad, utilizando el estándar Profinet. Trabajo para la Universidad Privada de Tacna optar al título profesional de ingeniero electrónico.
- De Castro R., A. Canchila, F., Y Anaya, A. (2017). Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento de automatización y control utilizando PLC Controllino, programado en lenguaje c, para actividades prácticas en los laboratorios de electrónica de la universidad cooperativa de Colombia sede Santa Marta. Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Ingeniería. Monografía para optar por el título profesional
- Festo Automation S.A.U. (2.015). Tecnología, personas y educación Planificación de la producción desde un punto de vista. Barcelona, España
- Mader, A. (2010). Una clasificación de modelos y aplicaciones de PLC, en Discrete Event Systems, vol. 569, R. Boel y G. Stremersch, Eds. Springer EE. UU.
- Moreno, F, Becerra, J., y Mondragón, J, (2012). Desarrollo e implementación de un módulo didáctico de automatización bajo una red de comunicación industrial Modbus. Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS), Cúcuta, Norte de Santander. Revista Dialnet Año 17, No. 1.
- Siemens, (2004). Esquema de Contactos (Kop) Para S7-300 Y S7-400.