



## Módulo Didáctico Automatizado

Bruce Soto Hernández, Marisol Alejandre Flores, Jesús Claudio Sánchez Nájera, Edgar Roque Ríos Cruz, Humberto Eulogio Montes Santa Cruz

CECyT No. 2 “Miguel Bernard” del Instituto Politécnico Nacional

### ARTICLE INFO

**Received:** 22 July 2020

**Accepted:** 10 August 2020

**Available on-line:** 30 November 2020

**Keywords:** modules, didactic, teaching.

**E-mail addresses:**

[brucee\\_79@hotmail.com](mailto:brucee_79@hotmail.com)

[maf1180@hotmail.com](mailto:maf1180@hotmail.com)

[je\\_ss\\_anna@hotmail.com](mailto:je_ss_anna@hotmail.com)

[edgroq07@gmail.com](mailto:edgroq07@gmail.com)

[hmontes@ipn.mx](mailto:hmontes@ipn.mx)

ISSN 2007-9847

© 2020 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

This project emphasizes the automation of machines by means of control devices such as PLCs (Programmable Logic Controller), through which a system or processes can be operated with minimal human intervention. Today most industrial companies have high automation technology used in whole or in part in their manufacturing processes. In the present work, the design, assembly and construction of an automated didactic module that will be integrated by 1200 Siemens PLC, a 24VDC power supply, an HMI screen (TP177B PN / DP-6), signal lamps, relay relays are proposed. control, sensors, timer, limit switches and terminals. This module will support the students to have a better performance in the development of the practices and allow them to develop in a work environment belonging to their area. As a result, an automated didactic module was obtained that is integrated by a Siemens 1200 PLC with a human machine interface (HMI) and input and output devices, developing professional skills in the students such as the installation of automated systems, PLC programming, resolution of case problems.

En este proyecto se hace énfasis en la automatización de máquinas por medio de dispositivos de control como lo es de los PLC (Controlador Lógico Programable), mediante los cuales se puede operar un sistema o procesos con la mínima intervención del ser humano. En la actualidad la mayoría de las empresas industriales poseen una alta tecnología de automatización utilizada en su totalidad o en parte de sus procesos de fabricación. En el presente trabajo se plantea el diseño, ensamblaje y construcción de un módulo didáctico automatizado que estará integrado por PLC 1200 Siemens, una fuente de alimentación de 24VCD, una pantalla HMI (TP177B PN/DP-6), lámparas de señalización, relevadores de control, sensores, temporizador, interruptores de límite y bornes. Este módulo apoyara a que los alumnos tengan un mejor desempeño en el desarrollo de las prácticas y les permita un desenvolvimiento en un ambiente laboral perteneciente a su área. Como resultado se obtuvo un Módulo didáctico automatizado que está integrado por un PLC 1200 marca siemens con una interfaz hombre maquina (HMI) y dispositivos de entrada y salida, desarrollando competencias profesionales en los alumnos como la Instalación de sistemas automatizados, programación del PLC, resolución de problemas de caso

## I. INTRODUCCIÓN

En este proyecto se presenta un módulo didáctico automatizado para el desarrollo de las competencias profesionales y facilitar el aprendizaje de los alumnos, comenzando por el estudio del software (TIA PORTAL V13) que apoya en la programación del PLC S7 1200 para el desarrollo de las prácticas. Estableciendo una comunicación de tipo Ethernet con la HMI (TP177B PN/DP-6) que permitirá la supervisión y monitoreo de sistemas automatizados propuestos en las prácticas.

Para el desarrollo de este proyecto se tomó en cuenta la problemática de que los alumnos no logran desarrollar al máximo las habilidades que competen para las prácticas que se proponen.


## II. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto ayudará a reforzar el conocimiento y el desarrollo de habilidades y destrezas de los estudiantes a nivel medio superior, por medio del uso y la programación del PLC, de manera que al tener los componentes en un mismo modulo integrando elementos utilizados en la industria como lo es una pantalla HMI será más sencillo la adquisición de conocimientos y el fortalecimiento del aprendizaje de los alumnos en la carrera de Técnico en Máquinas con Sistemas Automatizados o una similar. Porque los alumnos desarrollarán habilidades y destrezas que son necesarias para el ámbito industrial, por lo que, las prácticas que se desarrollan dentro de los laboratorios serán concluidas en tiempo y forma logrando mejores resultados en el aprendizaje.






## III. MATERIALES


La siguiente tabla muestra las características técnicas de cada uno de los materiales que integran el módulo, así como una imagen ilustrativa de los mismos.

**TABLA I.** Componentes a utilizar para la construcción los Módulos Automatizados.

Componente	Especificaciones técnicas	Imagen
HMI (TP177B PN/DP-6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simatic Hmi Touch Screen Basic 256 Colores.</li> <li>• Compatibilidad Con La Familia De Simatic Plc Siemens S7-300 Pn/Dp, S7-400 Pn/Dp, S7-1200 Pn Y S7-1500 Pn.</li> <li>• Cuenta con: 1 Puerto Profinet Pn - Rj45, 1 Puerto Mpi - Profibus Dp, 1 Puerto - Usb, 1 Slot Tarjeta-Sd.</li> <li>• Software De Programación: Wincc-Flexible Compact, Wincc-Flexible Estándar, Wincc-Flexible Advanced, Wincc-Comfort, Wincc-Advanced, Wincc-Professional (Tia Portal).</li> </ul>	

Fuente de Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo:svg-1/230vac-24vdc-5a</li> <li>• Marca: Festo</li> <li>• Entrada: 127-230 VAC</li> <li>• Salida: 24vdc-5a</li> </ul>	
Indicador Luminoso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámpara piloto led 22mm</li> <li>• Voltaje de alimentación: 120 VCA / 24 VCA Y 220 VCA</li> </ul>	
Riel DIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simétrico de 35 mm x 15 mm</li> </ul>	
Bornes tipo banana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro interior: 0.4cm</li> <li>• Diámetro: 1cm</li> <li>• Largo: 1.5cm</li> </ul>	
PLC siemens S7-1200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Firmware: V4.02.01</li> <li>• Voltaje de operación: 24 VDC. 1.5 AMPS.</li> <li>• Entradas digitales: DI 14 x 24 VDC. 6 mA.</li> <li>• Entradas analógicas: AI 2 x 10 BIT. 0-10 VDC.</li> <li>• Salidas digitales: DQ 10 x 24. 0.5 A.</li> <li>• Comunicación Profinet RJ45.</li> <li>• Software: TIA PORTAL V13 y SUPERIORES.</li> </ul>	
Botón pulsador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin Enclavamiento</li> <li>• Voltaje del piloto: 12 / 24 / 110 / 220 (A seleccionar)</li> <li>• Tipo de piloto: LED</li> <li>• Capacidad del contacto: 660V / 10A</li> <li>• Contactos compatibles: XB2</li> <li>• Material: Metal + plástico</li> <li>• Cantidad de terminales: 2</li> <li>• Diámetro de corte en panel:</li> </ul>	

	22mm	
Base de relevador de control	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Base redonda</li> <li>● 8 pines</li> <li>● Adaptable a corriente alterna y directa</li> <li>● Montable en riel DIN</li> </ul>	
Relevador de control 24v corriente directa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 8 pines</li> <li>● 24 VDC/VCA</li> <li>● 10 a 250 VAC</li> </ul>	
Relevador de control 120 VCA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 8 pines</li> <li>● De montaje superficial Bobina</li> <li>● Voltaje de operación: Hasta 127 Volts C.A.</li> <li>● 2 Contactos NA/NC</li> <li>● 250Vca / 10Amps</li> <li>● Encapsulado de acrílico</li> </ul>	
3 metros cable eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calibre #16 tipo THW</li> </ul>	
Temporizador	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tamaño: 48 x 48 mm</li> <li>● Tiempo de: .1 seg a 300 Hrs</li> <li>● Salida: 2 Relevador</li> <li>● Alimentación: 24 a 240 VAC</li> <li>● REQUIERE BASE 8 pin</li> </ul>	

Acrílico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Acrílico transparente</li> <li>● Dimensiones: 85X35X10cm</li> </ul>	
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

#### IV. METODOLOGIA

- Investigar funcionamientos básicos de la automatización.
- Realizar los planos del módulo en el software de diseño mecánico SolidWorks.

Implementación, montaje, ensamble y cableado de los elementos de control electromecánico y PLC

- Medir la base de acrílico.
- Medir la designación de los diferentes componentes que se ensamblan dentro del tablero.
- Cortar el largo y el ancho del tablero con respecto a los planos.
- Montar el tablero encima del taladro de columna para que después sea perforado los hoyos en donde irán lámparas luminosas.
- Montar el tablero encima del taladro de columna para que después sea perforado los hoyos en donde irán lámparas incandescentes.
- Montar el tablero encima del taladro de columna para que después sea perforado los hoyos en donde irán los bornes.
- Montar el tablero encima del taladro de columna para que después sea perforado los hoyos en donde estarán los botones pulsadores.
- Montar el tablero encima del taladro de columna para que después sea perforado los hoyos en donde estará el botón de paro.
- Montar el tablero en una mesa fija y con la cortadora, cortar en donde irán ubicados los diferentes componentes del tablero.
- Ensamblar un riel din de 9 cm de largo.
- Ensamblar el PLC en el riel din.
- Ensamblar los indicadores luminosos, los botones pulsadores y los bornes de entradas, salidas y alimentación (los cuales se conectarán al PLC).
- Cortar el cable para realizar las conexiones.
- Con el cable ya cortado realizar las conexiones de los botones pulsadores, los indicadores luminosos de color blanco a la alimentación de la fuente, los 8 bornes y por último a las entradas del PLC siguiendo los diagramas realizados.
- Realizar las conexiones de los indicadores luminosos de color azul a otros 8 bornes y a las salidas del PLC.
- Conectar otros 8 bornes a la alimentación de la fuente a 24v.
- Ensamblar las bases de los relevadores con un riel din.
- Ensamblar las bases en el riel din.

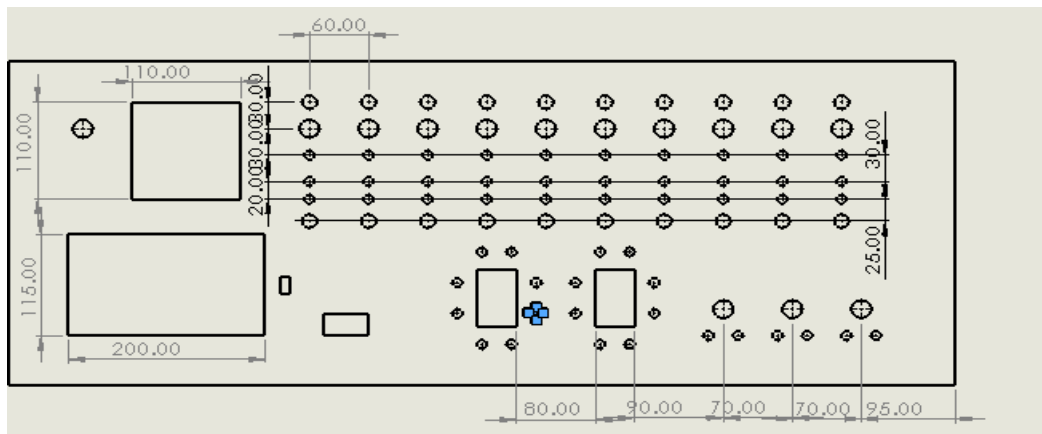
- Conectar el cable a las bases del relevador a cada una de las 8 entradas a los pines.
- Soldar los cables que salen de la base del relevador a los bornes.
- Ensamblar los bornes al tablero.
- Ensamblar las lámparas.
- Conectar el cable a las entradas de las lámparas.
- Soldar los cables que salen de la base del relevador a los bornes.
- Ensamblar los bornes al tablero.
- Ensamblar al display de salida a 5 volts.
- Conectar el cable al display.
- Soldar los cables que salen del display a los bornes.
- Ensamblar los bornes al tablero.
- Realizar las conexiones a la fuente de alimentación.
- Ensamblar un botón de paro al tablero.
- Conectar al botón de paro a la fuente de alimentación.
- Ensamblar el tablero a un gabinete.

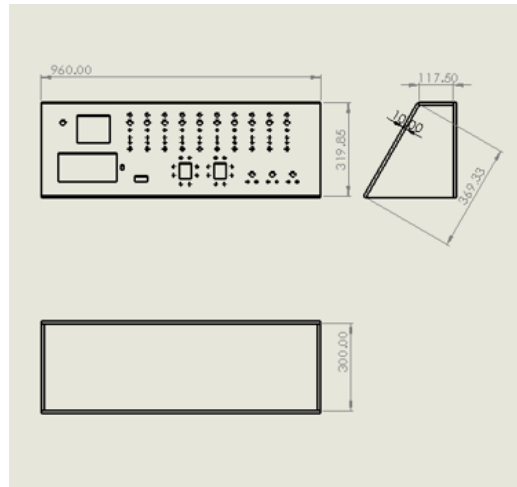
Realizar pruebas de validación.

- Realizar el programa para el PLC según los diagramas elaborados.
- Quemar el programa en el PLC.
- Realizar pruebas sobre el funcionamiento del programa y del módulo

## V. DISEÑO

El módulo didáctico está constituido por una base de acrílico de  $90 \times 36 \text{ cm} \times 10 \text{ mm}$ , con un respaldo de metal que lo sostiene en donde van acomodados los elementos de control, para hacerlos de fácil uso y manipulación al momento de implementar prácticas básicas de operación con controladores lógicos programables.

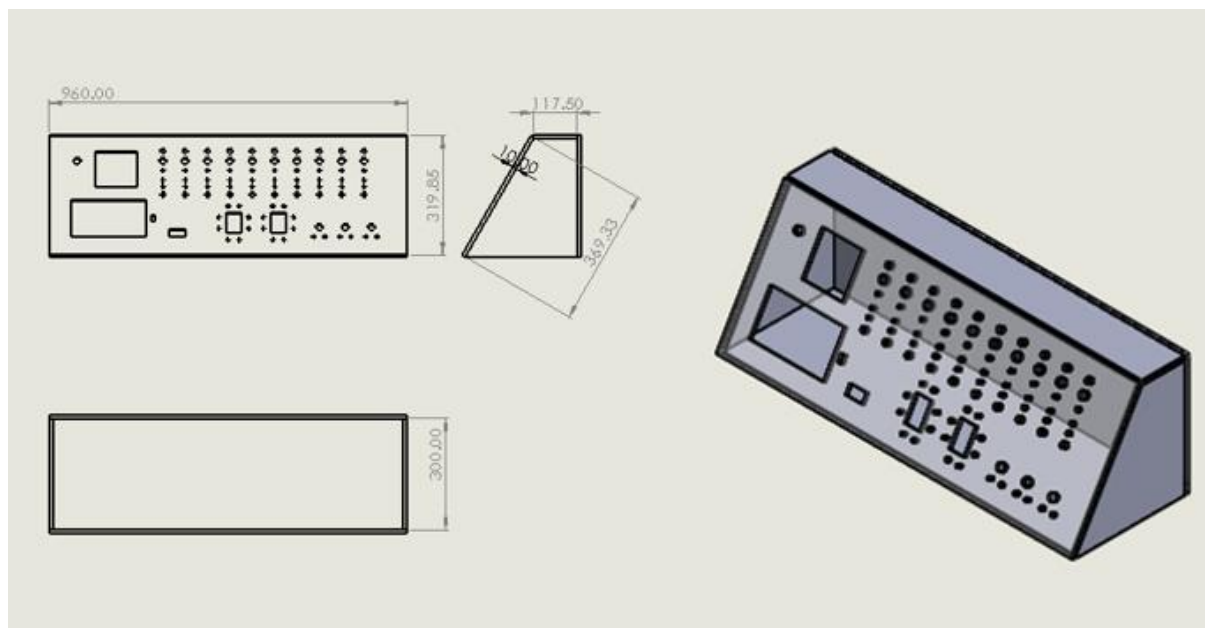




**Figura 1 y 2:** Planos

## VI. COSNTRUCCIÓN Y ENSAMBLE

El tablero se montará en una base de aluminio con las medidas que se presentan a continuación.



**Figura 3:** Vistas y modelo 3D

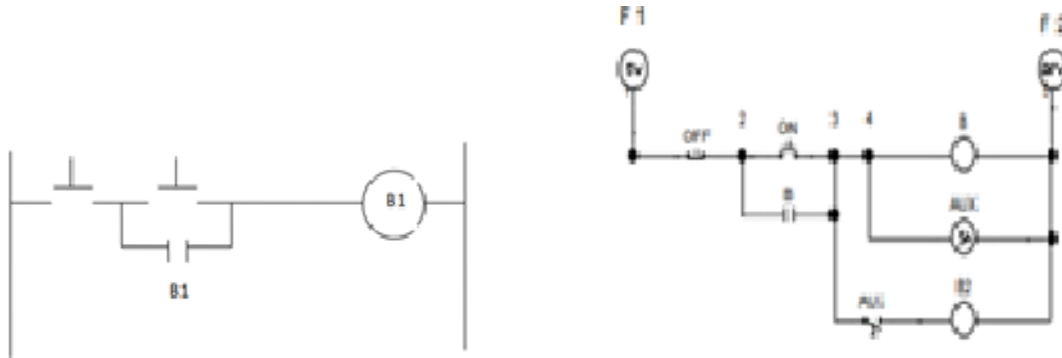
## VII. PROGRAMACIÓN

Hoy en día, para programar PLC, como también otros equipos, se usa una interfaz gráfica de bloques funcionales. Este tipo de programación ha sido diseñado para describir, programar y documentar la secuencia del proceso de control, todo en sencillos pasos.

En este tipo de programación se utilizan símbolos lógicos. Las salidas no se requieren incorporar a una bobina

de salida, porque la salida está asignada en las salidas de los bloques lógicos. Estos diagramas en su mayoría son preferidos por personas acostumbrados a trabajar con circuitos de compuertas lógicas, ya que la simbología utilizada es equivalente.

A continuación, se muestra las imágenes de un diagrama, el cual es el funcionamiento de un arranque y paro de un motor.



Figuras 4 y 5. Diagramas.

## VIII. PRUEBAS FINALES. PRODUCTOS (MÓDULOS DIDÁCTICOS)

Son los métodos por los cuales se pusieron en práctica para poner a prueba el correcto funcionamiento del módulo. Como verificar que la fuente tenga el correcto voltaje en salida, comprobar el funcionamiento del PLC y HMI así como la correcta comunicación entre ellos por medio del cable ethernet, realizar programas y ejecutarlos en el módulo para verificar el funcionamiento completo de este.







Figuras 6, 7 y 8. Pruebas finales y módulo didáctico ensamblado.

## IX. IMPACTO EN LA EDUCACIÓN

El impacto en la educación que tiene el proyecto es con los alumnos y docentes de las carreras de máquinas con sistemas automatizados y aeronáutica, porque ayuda a fortalecer los conocimientos que se proponen en cada competencia particular, con esto se lograría que con las habilidades de los alumnos puedan realizar sus prácticas en tiempo y forma y creando así escenarios similares a un ambiente laboral perteneciente a su área.

### TÉCNICO EN MAQUINAS CON SISTEMAS AUTOMATIZADOS

NIVEL ACÁDEMICO	NÚMERO DE GRUPOS	NÚMERO DE ALUMNOS BENEFICIADOS	NÚMERO DE DOCENTES BENEFICIADOS	TURNOS
QUINTO SEMESTRE	5	200	13	MATUTINO
QUINTO SEMESTRE	3	120	10	VESPERTINO

### TÉCNICO EN AERONÁUTICA

NIVEL ACÁDEMICO	NÚMERO DE GRUPOS	NÚMERO DE ALUMNOS BENEFICIADOS	NÚMERO DE DOCENTES BENEFICIADOS	TURNOS
QUINTO SEMESTRE	2	80	6	MATUTINO
QUINTO SEMESTRE	2	80	6	VESPERTINO
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>480</b>	<b>35</b>	<b>MATUTINO/VESPERTINO</b>

## X. FACTIBILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA

El proyecto es viable ya que se cuenta con los recursos y materiales necesarios para desarrollar el proyecto, porque en el taller existen herramientas como los taladros que con los que se puede apoyar para hacer los barrenos en el acrílico y que permitirá la reducción de errores en la perforación del acrílico, además de instrumentos de medición que logran una reducción de costos en el proceso de ensamble del módulo y que se haga más eficiente la toma de medidas. También se tienen los programas con licencias proporcionadas por la escuela para desarrollar el uso y programación del PLC y la HMI en el módulo didáctico esto contribuirá a una reducción de costos notable. Se cuenta con el personal capacitado para el desarrollo del proyecto ya que esta asesorado por docentes que apoyan al equipo de trabajo para el ensamble del módulo, además de que los alumnos cuentan con los conocimientos necesarios para programar el PLC y realizar las conexiones necesarias para el módulo ya que sus conocimientos fueron adquiridos en los cuatro semestres que se tienen planeados para la carrera.

## XI. CONCLUSIONES

Para concluir, el proyecto cumplió con el objetivo general de Estructurar un módulo didáctico automatizado que fortalece el aprendizaje de los alumnos del nivel medio superior por medio de la simulación y programación del PLC S7 1200, una HMI TP177 PN-DP/6 Siemens, logrando su implementación en las practicas desarrolladas.

De acuerdo con el objetivo general se planteó estructurar el módulo didáctico automatizado y se logró que los alumnos de nivel medio superior de las Carreras de Maquinas con sistemas automatizados y aeronáutica adquirieran los conocimientos y desarrollaran habilidades y destrezas para la simulación y programación del PLC S7 1200 en la realización de prácticas orientadas al entorno laboral.

Cabe mencionar que los objetivos particulares que conllevan a realizar el módulo didáctico automatizado se cumplieron y de esta forma se pudo solucionar la problemática de mejorar el aprendizaje en la automatización con un PLC. Al desarrollar el módulo se encontraron con algunas dificultades como lograr que el módulo tuviera los elementos más frecuentes en las conexiones de las prácticas propuestas y al mismo tiempo no fuera tan pesado para el traslado de este. Para su mejora, se propone agregar elementos básicos de neumática e incluir las entradas analógicas para poder realizar conexiones de circuitos más complejos y de la realización de prácticas más complejas que permitan un mejor entrenamiento en el uso del módulo didáctico.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo. Este trabajo fue realizado con apoyo del proyecto de investigación SIP- 20201103.

## REFERENCIAS

Almeida Reyes, M. A., Benavides, C., & Gabriela, A. (2007). *Diseño y construcción de un módulo automatizado didáctico para el control de arranque e inversión de giro de un motor de inducción trifásico y de un sistema de generación eléctrico monofásico*. (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2007).

Pérez, E. M., Acevedo, J. M., & Silva, C. F. (2009). *Automatas programables y sistemas de automatización/PLC and Automation Systems*. Marcombo.

Teja, S. M. (1996). *Automatización neumática y electroneumática (Vol. 1)*. Marcombo.

Vallejo, H. D., & la Web, E. (2005). *Los controladores lógicos programables*. Fuente: <http://www.todopic.com.ar/utiles/PLC.pdf>. Fecha de consulta, 6(07), 06. [https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores\\_modulares/controlador\\_basico\\_s71200/pages/s7-1200.aspx](https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx).

## GLOSARIO

**Amperaje:** Es la fuerza o la potencia en una corriente eléctrica circulando entre dos puntos, estos son el negativo y el positivo a través de un conductor o cable eléctrico.

- **Barrenado:** Este es un proceso el cual consiste en perforar de forma cilíndrica un material con una herramienta llamada barreno.
- **Cable banana:** Este es un tipo de cable el cual tiene una salida metálica la cual es para conectarse en bornes y por detrás de esta salida tiene una entrada para conectar otro cable de estos.
- **Corriente eléctrica:** Es el flujo neto de carga eléctrica que circula de forma ordenada por un medio material conductor.
  - ❖ **Alterna:** Es una corriente constante, no varía el voltaje, se mantiene con respecto a la dirección y el tiempo.
  - ❖ **Directa:** Es la variación de las cargas eléctricas en dirección y tiempo con cambios periódicos de Voltaje y Corriente.
- **Diagrama:** Es un gráfico que puede ser simple o complejo, con pocos o muchos elementos, que sirve para simplificar la comunicación y la información sobre un proceso o un sistema determinado.
  - ❖ **Diagrama de Control eléctrico:** Este es una representación gráfica de circuitos eléctricos los cuales son utilizados para facilitar la comprensión de estos circuitos. Por lo general este tipo de circuitos controlan a los circuitos de fuerza.
  - ❖ **Diagramas de fuerza:** Estos son una representación gráfica de conexiones de motores, electroválvulas, entre otros. Estos tienen de diferencia que sus conexiones tienen contactos o mecanismos de protección los cuales son controlados por los diagramas de control.
- **Interfaz:** Este es la comunicación que tiene dos circuitos, por lo general uno controla al otro, más sin embargo estos están separados ya que utilizan un voltaje y amperaje diferentes por lo que se puede dañar el equipo. La interfaz se puede realizar con un relevador de control en un circuito el cual con los contactos controlará al otro circuito.
- **Lenguaje LADDER:** Este es un lenguaje de programación el cual se basa en diagramas de control eléctricos, en este se usa principalmente dos símbolos, los cuales representan entradas que son colocados del lado izquierdo o salidas las cuales son colocados de lado derecho. Este lenguaje de programación es utilizado principalmente para la programación de PLC y de PIC.
- **Motor:** Parte de una máquina capaz de transformar algún tipo de energía, en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.
- **Multímetro:** Es un instrumento eléctrico portátil el cual es utilizado para medir directamente magnitudes eléctricas corrientes y potenciales, resistencias, capacidades y entre otras.
- **Paralelo:** Se habla de conexión en paralelo de un circuito recorrido por una corriente eléctrica o por un fluido a presión cuando varios conductores o elementos se hallan unidos paralelamente.
- **Sensor:** Es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia.
- **Serie:** La conexión en serie de un aparato o una conducción es la que se realiza de manera que la corriente o el caudal de un circuito eléctrico, hidráulico o neumático, atraviesen cada uno de los puntos del mismo en su totalidad.

- Tablero didáctico: Son herramientas pedagógicas utilizadas por los docentes el cual facilita la enseñanza y el aprendizaje en cuanto instalaciones eléctricas.
- Temporizador: es un aparato con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de que se ha programado un tiempo.
- Voltaje: Es la energía potencial eléctrica por unidad de carga, medido en julios por culombio.