



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN

*[DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE GABINETE Y ELABORACIÓN DE MANUAL DE
OPERACIÓN Y PRÁCTICAS PARA PANEL VIEW Y PLC ALLEN BRADLEY]*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA:

MARTIN DE JESÚS RAMIREZ SERRANO

ASESOR:

EDGAR ZACARÍAS MORENO

Junio



I. AGRADECIMIENTOS

A mis padres por llevarme siempre de la mano a pesar de las adversidades, siempre apoyándome y depositando toda su confianza en mí, brindándome los recursos necesarios para cumplir mis metas y formando el buen ciudadano que soy.

A mi esposa ya que ha sido mi fortaleza y mi punto de equilibrio, con quien puedo reír y también llorar, quien me mostro que la palabra felicidad contiene un significado muy grande, ella y la familia que formaremos son mi motivo más grande para salir adelante.

A mis hermanas por su apoyo, atención y comprensión.

A mis amigos por tener siempre los consejos necesarios acorde a las problemáticas presentadas.

A mi jefe por brindarme su conocimiento y la oportunidad de laborar y estudiar a lo largo de mi carrera, logrando poner en práctica todo el conocimiento teórico, ya que gracias a el cuento con la experiencia necesaria para enfrentarme al mundo real.

A Juan mi cuñado por ser como un hermano y amigo, aprendiendo de él a salir adelante a pesar de los obstáculos que pone la vida, a que la palabra “rendirse” es meramente para aquellos que no tienen el valor para enfrentarse a la vida, que es importante reconocer en quien puedes confiar y en quien no, a actuar siempre responsable.

A aquellos docentes que desempeñaron con excelencia su labor a lo largo de mi estancia, transmitiéndome su conocimiento y apoyando en las dificultades adquiriendo nuevas habilidades para explicarme todo lo solicitado.

A mis compañeros de clase ya que a pesar de las diferencias y obstáculos aprendí a trabajar en equipo.

II. RESUMEN

En el presente trabajo, se presenta el diseño y construcción de varios gabinetes para dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley, y así mismo se presenta la elaboración de un manual de operación y prácticas, que servirá de apoyo para el uso de estos dispositivos.

Todo lo anterior será desarrollado con la finalidad de facilitar el manejo y operación de los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley, por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, ya que dicha institución cuenta con varios de estos dispositivos que fueron adquiridos recientemente, por lo que surge la necesidad de desarrollar una forma en la que los estudiantes los utilicen de una manera óptima y que a la vez les facilite su uso, por lo que nace la idea de crear un gabinete por cada par de dispositivos, es decir, un gabinete que tenga un PLC y su respectiva Panel View, además de todos los complementos eléctricos – electrónicos necesarios para su buen funcionamiento; mientras que el manual de operación y prácticas servirá de apoyo para que los estudiantes conozcan la forma correcta de operar cada uno de los gabinetes y que además conozcan algunas prácticas que puedan elaborar con estos mismos equipos, para practicar y ahondar en su operación; pero también con la realización de este proyecto se estará asegurando la preservación de todos los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley con los que cuenta el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

III. ÍNDICE

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
1.1 Introducción	9
1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente	11
1.3 Problemas a resolver, priorizándolos	14
1.4 Justificación	15
1.5 Objetivos	16
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	16
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	16
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	17
2.1 Generalidades sobre el PLC	17
2.1.1 <i>Funcionalidades del PLC</i>	17
2.2 Estructura del PLC	19
2.2.1 <i>Estructura interna</i>	19
2.2.2 <i>Estructura externa</i>	23
2.3 Programación del PLC	25
2.3.1 <i>Lenguajes de programación para PLC</i>	25
2.3.2 <i>Lenguajes de programación de tipo gráfico</i>	26
2.3.3 <i>Lenguajes de programación de tipo textual</i>	31
2.4 Panel View	33
2.4.1 <i>Terminales gráficos PanelView 800</i>	33
2.5 Software Connected Components Workbench (CCW)	36
2.5.1 <i>Características del software Connected Components Workbench (CCW)</i>	37
CAPÍTULO 3: DESARROLLO	38
3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	38
3.1.1 <i>Establecimiento de las relaciones empresa – alumno</i>	39
3.1.2 <i>Investigación sobre el funcionamiento de los equipos Panel View y PLC Allen Bradley</i>	39
3.1.3 <i>Diseño preliminar del gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley</i>	40
3.1.4 <i>Adquisición de materiales</i>	44
3.1.5 <i>Construcción del primer gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley</i>	49

3.1.6 Construcción del resto de los gabinetes para Panel View y PLC Allen Bradley	58
3.1.7 Elaboración del manual de operación y prácticas, para Panel View y PLC Allen Bradley	65
3.1.8 Análisis de calidad y pruebas de funcionamiento.....	66
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	67
4.1 Diseño final del gabinete en el software SolidWorks	67
4.2 Construcción final de los gabinetes	68
4.3 Elaboración final del manual de operación y prácticas	69
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....	70
CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	71
CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	73
7.1 Fuentes de información	73
CAPÍTULO 8: ANEXOS.....	75
8.1 Requisición de compra para los gabinetes	75
8.2 Requisición para la compra de los materiales del primer gabinete elaborado.....	76
8.3 Requisiciones para la compra de materiales para el resto de los gabinetes elaborados.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga y ubicación del Laboratorio de Eléctrica - Electrónica.	11
Figura 2. Organigrama del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.....	13
Figura 3. Estructura interna de un PLC.....	20
Figura 4. Diagrama interno de la CPU de un PLC.	21
Figura 5. Estructura externa de un PLC.	24
Figura 6. Elementos de un programa desarrollado en lenguaje SFC.	29
Figura 7. Terminales gráficos PanelView 800 de Allen Bradley.	36
Figura 8. Base profunda del gabinete.	40
Figura 9. Tapa frontal del gabinete.....	41
Figura 10. Boceto de la PanelView 800 HMI Terminal 4" (2711R-T4T B), de Allen Bradley.	42
Figura 11. Boceto del PLC Micro820 (2080-LC20-20QWB), de Allen Bradley.....	42
Figura 12. Boceto de la fuente de alimentación eléctrica Micro800 24V DC Power Supply, de Allen Bradley.	43
Figura 13. Ensamblaje de la parte frontal del gabinete.	43
Figura 14. Ensamblaje de la parte trasera del gabinete.....	44
Figura 15. Vista del tipo de gabinete adquirido.....	45
Figura 16. Señalizaciones, cortes y perforaciones del primer gabinete construido.....	50
Figura 17. Colocación de la Panel View, del PLC y de los conectores banana hembra (jacks banana hembra), en el primer gabinete construido.	51
Figura 18. Proceso de utilización de la prensa dobladora, para la construcción de la base del PLC.....	52
Figura 19. Proceso de utilización de la máquina de soldar de micro alambre, para la construcción de la base del PLC.....	52
Figura 20. Proceso de utilización de la pulidora/cortadora de mano, para la construcción de la base del PLC.....	53
Figura 21. Colocación de los fusibles y de los porta fusibles, en el gabinete.....	54
Figura 22. Colocación de los cables correspondientes en el PLC del gabinete.....	54
Figura 23. Proceso de soldadura de los cables para las entradas del PLC del gabinete.....	55
Figura 24. Proceso de soldadura de los cables para las salidas del PLC del gabinete.....	55
Figura 25. Realización de pruebas para corroborar la continuidad de los cables y acomodo de los cables dentro del gabinete.....	56
Figura 26. Energización del gabinete para corroborar el encendido de la Panel View y el PLC.....	56
Figura 27. Validación del buen funcionamiento del gabinete.	57
Figura 28. Configuración de la Panel View y el PLC, dentro del gabinete.....	57
Figura 29. Ejecución de un programa con su respectivo circuito eléctrico, como parte de una prueba del funcionamiento del gabinete.....	58
Figura 30. Señalizaciones, cortes y perforaciones del resto de los gabinetes.	59
Figura 31. Realización de mediciones en los gabinetes para las ranuras y las perforaciones de la Panel View, el PLC y los conectores banana hembra (jacks banana hembra), respectivamente.	60

Figura 32. Proceso de corte de las ranuras para la Panel View y el PLC, en los gabinetes.....	60
Figura 33. Colocación de las Panel View y los PLCs, en el resto de los gabinetes.	61
Figura 34. Colocación de los conectores banana hembra (jacks banana hembra) en las perforaciones (barrenos) realizadas para ello, en los gabinetes.	61
Figura 35. Elaboración y colocación de las bases para los PLCs, en el resto de los gabinetes.	62
Figura 36. Colocación de los fusibles y de los porta fusibles, en el resto de los gabinetes.	63
Figura 37. Cableado del resto de los gabinetes.	64
Figura 38. Pruebas de funcionamiento del resto de los gabinetes.....	64
Figura 39. Diseño final del gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley, elaborado en el software SolidWorks.	67
Figura 40. Muestra de uno de los gabinetes, totalmente construido y funcional.	68
Figura 41. Requisición para la compra de los gabinetes utilizados en el proyecto.	75
Figura 42. Requisición para la compra de los materiales, para el primer gabinete elaborado en el proyecto.	76
Figura 43. Primera requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.....	77
Figura 44. Segunda requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.....	78
Figura 45. Tercera requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.....	78
Figura 46. Cuarta requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Símbolos de los elementos básicos de un Diagrama de Escalera (LD).....	27
Tabla 2. Formas disponibles para los elementos gráficos más utilizados en el lenguaje de programación FBD.	30
Tabla 3. Características de los terminales gráficos PanelView 800.	35
Tabla 4. Cronograma de actividades.	38
Tabla 5. Costos por los gabinetes adquiridos.	45
Tabla 6. Materiales y costos para el primer gabinete.....	46
Tabla 7. Materiales y costos para los gabinetes restantes.	47

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

PLC son las siglas en inglés de Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), y en la actualidad representa uno de los dispositivos electrónicos programables más utilizados en la industria, los cuales son utilizados para controlar sistemas de producción, de forma automatizada.

El PLC es, por lo tanto, un sistema de control de tipo industrial, que está basado en una computadora, que a su vez usa instrucciones de programación para poder tomar decisiones tanto de encendido como de apagado, para evitar realizar conexiones de lógica alambrada a través de relevadores. Los PLCs realizan tareas de control en procesos industriales secuenciales que están basados en un tiempo real, y tienen terminales de entrada (captadores) a los cuales se les puede conectar pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores, etc.; y terminales de salida (actuadores) a los que se les puede conectar bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, etc., de tal forma que la actuación de estas terminales de salida este en función de las señales de entrada que están activadas en todo momento, según la programación que se está ejecutando en ese instante (Martínez, 2015).

Los PLCs son la evolución del empleo de la tecnología eléctrica en el control de procesos. Por lo tanto, un PLC se puede considerar como un dispositivo electrónico que viene a sustituir todo el conjunto de componentes eléctricos (relevadores, enclavamientos, entre otros), que combinados de forma adecuada implementan la lógica de un circuito de mando (Valdés Fernández, 2012).

El presente proyecto, aborda el diseño y construcción de varios gabinetes para dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley, así como la elaboración de un manual de operación y prácticas para los mismos.

Con la elaboración de este proyecto, se pretende facilitar el manejo de los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley, por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico de

Pabellón de Arteaga, para que su uso sea mucho más sencillo y práctico, así mismo se pretende que el uso de estos dispositivos sea mucho más seguro, ya que al estar dentro de un gabinete acondicionado específicamente para su uso cotidiano, permitirá que estén totalmente protegidos ante cualquier condición provocada por el medio ambiente o por las personas a su alrededor que estén o no utilizándolos; además de que el manual de operación y prácticas les permitirá a los estudiantes conocer la manera adecuada de operar estos dispositivos de una forma segura. Con lo anterior se aseguraría la preservación de todos los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley con los que cuenta la institución.

En términos generales, el presente proyecto servirá de gran apoyo académico para los estudiantes del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, pues les ayudará a complementar sus conocimientos teóricos – prácticos, que llevan dentro del aula, y más allá de ser una ayuda para los estudiantes, también será de gran apoyo para los propios docentes que impartan materias relacionadas a este tema, pues les permitirá complementar sus clases de una manera más sencilla.

1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente

La empresa u organización donde se realizaron las Residencias Profesionales, fue en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga (ITPA), específicamente en el Laboratorio de Eléctrica – Electrónica, que a su vez pertenece al Departamento de Mantenimiento de Equipo. El domicilio del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga es: Carretera a la Estación de Rincón Km 1, C.P. 20670 Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. La principal actividad de esta institución, es brindar un servicio de educación superior de calidad. En la Figura 1 se muestra la vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, así como la respectiva ubicación del Laboratorio de Eléctrica – Electrónica.



Figura 1. Vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga y ubicación del Laboratorio de Eléctrica - Electrónica.

Fuente: Google Earth.

La misión, visión y valores del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, son los siguientes:

- **Misión:** Brindar un servicio de educación superior de calidad comprometido con la generación, difusión y conservación del conocimiento científico, tecnológico y humanista, a través de programas educativos que permitan un desarrollo sustentable, conservando los principios universales en beneficio de la humanidad.
- **Visión:** Ser una institución de educación superior reconocida a nivel nacional e internacional, líder en la formación integral de profesionistas de calidad y excelencia, que promueve el desarrollo armónico del entorno.
- **Valores:** A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas de todo su personal, el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga define los siguientes valores institucionales:
 - **Compromiso:** Lograr propósitos comunes mediante el trabajo responsable y en equipo, mejorando permanentemente el ser, hacer y tener mediante la participación activa y el liderazgo compartido.
 - **Responsabilidad:** Decidir y actuar conforme al análisis previo de las consecuencias inmediatas o mediatas de las acciones.
 - **Respeto:** Actitud personal y colectiva hacia la conservación, mejoramiento y protección de las diversas formas de vida, además de la aceptación de la diversidad propia de la humanidad.
 - **Cooperación:** Facilitar condiciones que allanen el trabajo de los demás, y capacitar a toda la gente para propiciar su desarrollo personal y profesional dentro y fuera de la institución.
 - **Honestidad:** Liderazgo que toma decisiones con base en una información completa, retroalimentando directamente con resultados e impacto mutuo, dando transparencia a cada una de las acciones personales e institucionales.
 - **Equidad:** Crear un ambiente que permita establecer un sistema de reconocimiento al esfuerzo individual y de grupo en la institución.

En la Figura 2, se muestra el organigrama del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga:

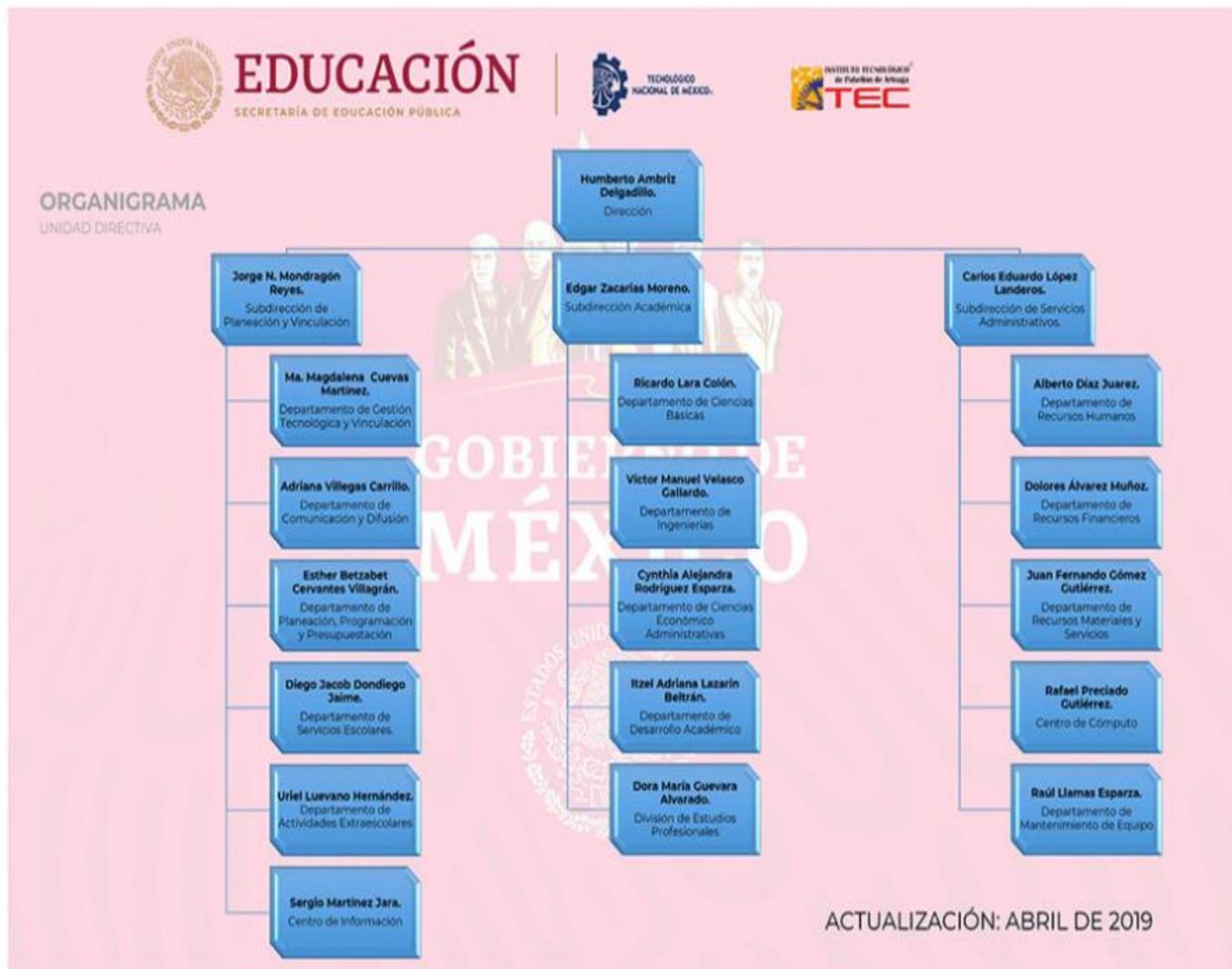


Figura 2. Organigrama del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

Fuente: Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

1.3 Problemas a resolver, priorizándolos

Los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley, son dispositivos electrónicos que requieren de un uso adecuado, pues de esta manera se podrán optimizar sus funciones y se podrán preservar durante mucho más tiempo.

El Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, cuenta con dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley serie Micro800, más específicamente:

- PanelView 800 HMI Terminal 4" (2711R-T4T B), de Allen Bradley.
- PLC Micro820 (2080-LC20-20QWB), de Allen Bradley.

Los anteriores dispositivos, fueron adquiridos por el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, en el mes de enero del presente año 2020, por lo tanto, se requiere que estos dispositivos estén protegidos ante cualquier condición provocada por el medio ambiente o por las personas a su alrededor que estén o no utilizándolos.

Derivado de esta problemática surge la necesidad de diseñar y construir un gabinete para cada par de dispositivos (Panel View y PLC) con que cuenta el ITPA, así mismo se elaborará un manual de operación y prácticas para los mismos, estos últimos, para que los estudiantes conozcan la manera adecuada de operar los dispositivos de una forma segura y que además tengan una introducción a su programación, gracias a las prácticas que se desarrollarán.

De esta manera se pretende darles un uso óptimo y seguro a los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley, además de dar una introducción de su programación a los estudiantes que así lo requieran, complementando sus habilidades para el mundo laboral que les espera al egresar del ITPA.

1.4 Justificación

La solución del problema del cuidado, uso óptimo y responsable de los dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley es importante para el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, porque dependiendo de las condiciones en que son utilizados dichos dispositivos, se lograrán preservar durante más tiempo y se podrá darles un mejor uso, en pro de los estudiantes de esta institución.

El beneficio que tendrá el presente proyecto en cuanto al tiempo, será que los estudiantes tardarán menos tiempo en elaborar sus prácticas que tengan que realizar como parte de sus actividades académicas, lo que a su vez representará un ahorro de esfuerzo; mientras que, en cuanto a las mejoras, el beneficio será que los estudiantes ya no usaran una Panel View y un PLC por separado, y que además ya no tendrán que hacer conexiones extras y toscas que harán más difícil la comprensión de la práctica que se esté realizando, pues los gabinetes estarán totalmente diseñados, equipados y acondicionados para realizar cualquier tipo de práctica, realizando conexiones más sencillas, lo que hará más fácil su comprensión.

Las habilidades que se desarrollarán en la realización de este proyecto, consisten en: trabajo en equipo en base a un cronograma de actividades establecido; toma de decisiones basada en los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecatrónica; e investigación orientada a uso de dispositivos Panel View y PLC Allen Bradley.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar y construir gabinete, para facilitar el manejo de los equipos Panel View y PLC Allen Bradley, por los estudiantes del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, incluyendo la elaboración de un manual de operación y prácticas para los mismos equipos.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar y construir gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley serie Micro800.
2. Elaboración de manual de operación para Panel View y PLC Allen Bradley serie Micro800.
3. Elaboración de prácticas para Panel View y PLC Allen Bradley serie Micro800.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades sobre el PLC

Un Controlador Lógico Programable o PLC (Programmable Logic Controller, por sus siglas en inglés), se trata de un dispositivo electrónico, el cual es ampliamente utilizado en la automatización industrial, para procesos electromecánicos. La definición más exacta de PLC es la que da la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos o NEMA (National Electrical Manufacturers Association, por sus siglas en inglés), la cual dice que un PLC es un “dispositivo electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales o analógicos, varios tipos de máquinas o procesos” (Condori Chahuara & Serpa Quispe, 2017).

2.1.1 Funcionalidades del PLC

El PLC tiene múltiples funcionalidades, y la mayoría de esas funcionalidades se aplican en el ámbito industrial, en donde ha contribuido a la mejora de los procesos de fabricación y por ende a la mejora de la calidad de los productos que se fabrican. Es de esta manera que el PLC se ha consolidado en los últimos años, como un elemento fundamental e indispensable dentro de la Automatización y Control.

En la actualidad, los PLCs son utilizados en todo tipo de aplicaciones industriales y más recientemente se han hecho populares en aplicaciones domésticas y comerciales. De manera principal, los PLCs resuelven los requerimientos de control de procesos y secuencias de la maquinaria dentro del sector industrial, pero si se hace un análisis a fondo, podemos encontrar PLCs en ascensores, escaleras mecánicas, hornos, dosificadoras, sistemas de bombeo de acueductos y oleoductos, así como en centros

comerciales, lavadoras, microondas, máquinas expendedoras de alimentos y bebidas, etc. Gracias a estos dispositivos electrónicos, las industrias han evitado problemas por operaciones riesgosas y han ahorrado una gran cantidad de recursos económicos en mantenimiento, a lo que se suma un aumento considerable de la vida útil de su maquinaria y equipos, incrementando de esta manera, la velocidad de la producción y la calidad (Delgado Martínez, 2017).

Los PLCs, debido a sus especiales características de diseño, tienen un amplio campo de aplicación. La constante evolución del hardware y el software, ha ampliado también constantemente este campo, para satisfacer las necesidades que se detectan, teniendo en cuenta en todo momento sus posibilidades reales. Sus reducidas dimensiones, la gran facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su rápida utilización, modificación o alteración de los mismos, etc., ha permitido que la eficacia de los PLCs, se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como (Valdés Fernández, 2012):

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Entre las aplicaciones generales de los PLCs, se encuentran las siguientes (Valdés Fernández, 2012):

Maniobra de máquinas:

- Maquinaria industrial de muebles y madera.
- Maquinaria en proceso de grava, arena y cemento.
- Maquinaria en la industria del plástico.
- Maquinaria en procesos textiles y de confección.
- Maquinaria de ensamblaje.

Maniobra de instalaciones:

- Aire acondicionado y calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Instalaciones de almacenamiento.
- Instalaciones de plantas embotelladoras.
- Instalaciones en la industria automotriz.
- Instalaciones de procesos térmicos.
- Instalaciones de edificios inteligentes.
- Instalaciones de plantas farmacéuticas, biotecnología y hospitales.

Señalización y control:

- Chequeo de programas.
- Señalización del estado del proceso.
- Alarmas.
- Diagnóstico de fallas.

2.2 Estructura del PLC

La estructura de un PLC, se divide fundamentalmente en dos partes, que son la estructura interna y la estructura externa. Es importante conocer la funcionalidad y características de ambas partes para poder comprender el funcionamiento de un PLC en general, de lo contrario será difícil para el usuario trabajar con estos dispositivos.

2.2.1 Estructura interna

La estructura interna de un PLC, está compuesta por varios dispositivos electrónicos para poder alojar las instrucciones básicas de su funcionamiento, así como las unidades para procesar instrucciones de un programa precargado y realizar las tareas especificadas en él. En la Figura 3, se puede observar el diagrama de bloques que corresponde a la

estructura interna de un PLC. Se observa que dicha estructura interna está conformada por arreglos de memorias destinados a alojar datos, programas, un procesador o unidad de control, interfaces de entrada y salida, buses de comunicación, temporizadores y contadores (Hernández, 2018).

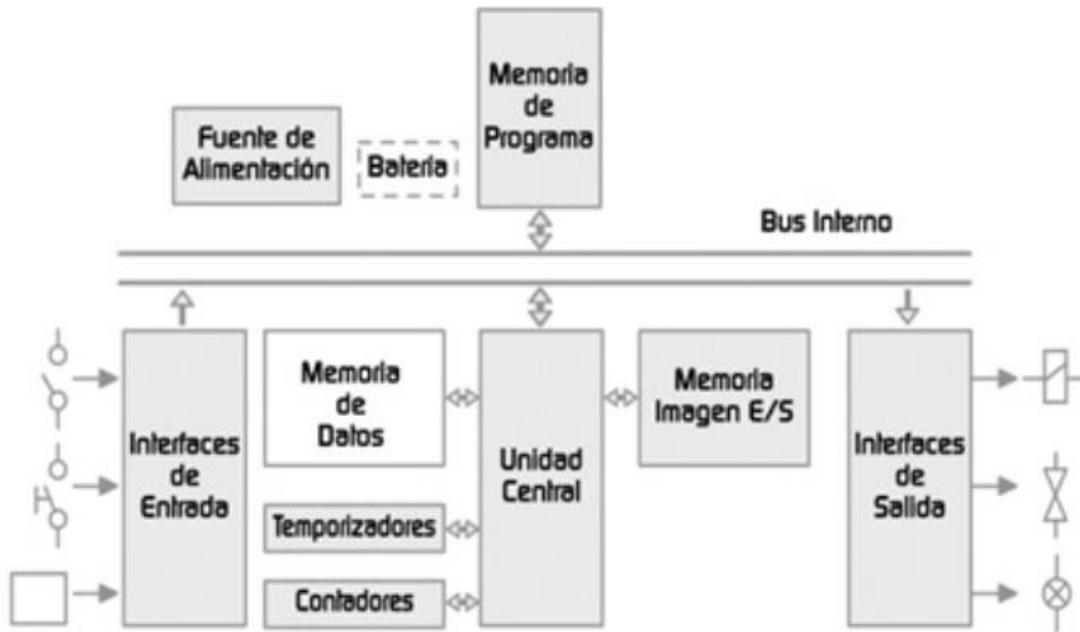


Figura 3. Estructura interna de un PLC.

De manera interna, el PLC es casi como una computadora, pues contiene unidades aritméticas, lógicas, memorias y un procesador, pero la diferencia, es que el PLC, es un dispositivo electrónico creado para entornos industriales en tareas específicas. A continuación, se describen cada una de las partes de la estructura interna del PLC (Hernández, 2018):

- **CPU:** La Unidad Central de Procesamiento o CPU (Central Processor Unit, por sus siglas en ingles), tiene como función, consultar el estado de las entradas, analizar el programa previamente cargado y de esta manera poder escribir las instrucciones para la salida. El ciclo de Scan del programa (lectura de entradas, lectura de programa y escritura de salidas) se realiza por default en 150 mili

segundos, proceso en el cual, el PLC traduce el programa a lenguaje máquina, realizando operaciones de tipo lógicas para realizar dicho proceso requerido. El CPU consta de diversas partes, dichas partes se describen en seguida (Ver Figura 4):

- **ALU:** La Unidad Aritmético – Lógica o ALU (Arithmetic Logic Unit, por sus siglas en inglés), realiza operaciones aritmético – lógicas.
- **Acumulador:** Se encarga de almacenar el último resultado de la ALU.
- **Contador de Programa:** Realiza la lectura de las instrucciones de usuario.
- **Decodificador de Instrucciones y Secuenciador:** Es la parte donde se decodifican las instrucciones y en donde además se generan las señales de control.
- **Pila:** Prioriza las instrucciones que se van a realizar, evitando de esta manera, saltos en el programa o en las instrucciones.
- **Monitor Sistema:** Permite almacenar la secuencia de puesta en marcha, rutinas de test y error de ejecución.

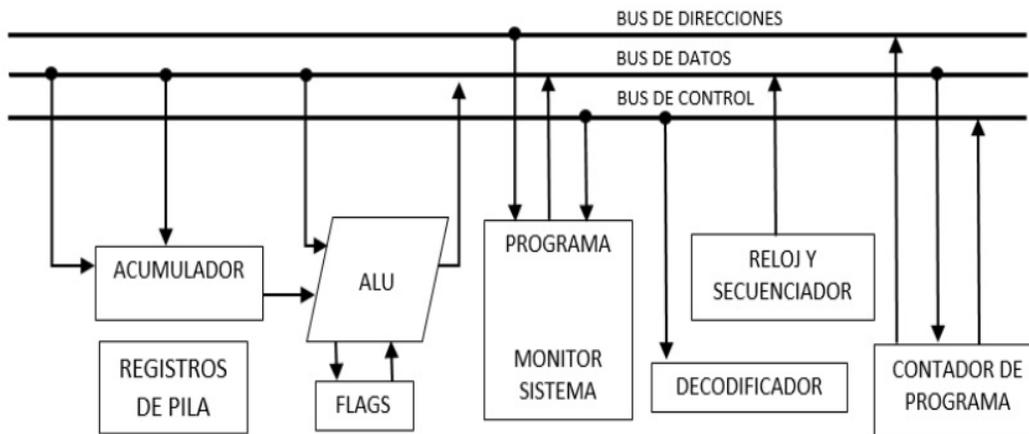


Figura 4. Diagrama interno de la CPU de un PLC.

- **Memoria de Programa:** Almacena la secuencia que se va a realizar a partir de las señales de entrada, así como los datos de configuración del PLC.
- **Memoria de Datos y Memoria Imagen E/S:** La Memoria de Datos se encarga de almacenar los datos resultantes de cálculos y del uso de variables internas, y está

ligada con la ALU; mientras que la Memoria Imagen E/S, se encarga de almacenar los últimos estados de las entradas o los que son enviados por las salidas.

- **Interfaz de Entrada y Salida:** Ambas interfaces están destinadas a comunicar el PLC con el entorno, recibiendo y enviando respectivamente información o instrucciones, que posteriormente serán comparados en el CPU, en donde se realizarán las acciones contempladas en el programa.
- **Fuente de Alimentación:** Es la unidad, que, por medio de la tensión externa, le proporciona a su vez la energía eléctrica necesaria al PLC, para su funcionamiento.
- **Buses de Comunicación:** Son conexiones que permiten la comunicación entre las unidades de memoria, la CPU y las interfaces de entrada/salida. Existen tres buses de comunicación:
 - **Bus de control:** Modera los intercambios de información.
 - **Bus de datos:** Transfiere datos del sistema.
 - **Bus de dirección:** Se encarga del direccionamiento de la memoria y de los demás periféricos.
- **Contadores:** Basados en los contadores digitales, estos pueden realizar el conteo de eventos externos, indicados por medio de las entradas.
- **Temporizadores:** Actúan como un contador, con la única diferencia, de que no realizan el conteo de eventos externos, sino que dicho conteo lo hace a través de un generador de pulsos o de frecuencia, dentro de la CPU.
- **Buses de Campo:** Son las unidades que están destinadas a permitir el intercambio de datos entre varios dispositivos, los cuales pueden ser PLCs, PCs, etc., que puedan usar protocolos de información, ya sean Profibus, ProfiNet, MPI, Device Net, IO Link, entre otros.
- **Conversores Analógico – Digitales:** Su función es leer los datos analógicos y convertirlos a datos binarios.

2.2.2 Estructura externa

Los PLCs, se pueden llegar a dividir en grupos, de acuerdo a las características de su estructura externa. Las tres configuraciones más comunes de los PLCs, se muestran a continuación (Heras Aguilar, 2015):

- **Estructura Compacta:**

Este tipo de PLC, se caracteriza por presentar en un solo bloque todos sus elementos, como lo son, la fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Los PLC de gama baja o micro – PLCs, son los que comúnmente tienen una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada, dedicándose solo a controlar máquinas de un tamaño muy pequeño o cuadros de mando.

- **Estructura Semi modular:**

Los PLCs de este tipo, se caracterizan por separar las E/S del resto del PLC, de tal forma que en un bloque compacto están concentradas las CPU, la memoria de usuario o de programa y la fuente de alimentación, mientras que de forma separada se encuentran las unidades de E/S.

- **Estructura modular:**

La característica principal de los PLCs que tienen una estructura modular, es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el PLC, como lo puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, entre otros. La sujeción de cada uno de estos elementos se hace por medio de riel DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los diferentes módulos que lo componen.

Son los PLC de gama alta, los que comúnmente tienen una estructura modular, que les permite una gran flexibilidad en su constitución.

La anterior clasificación de los PLCs, de acuerdo a las características de su estructura externa, permite identificarlos de una manera más práctica, debido a que existe una gran variedad de estos dispositivos electrónicos, con diferentes funciones, capacidades, aspecto físico, etc.

En la Figura 5, se puede observar de manera general la estructura externa de un PLC, en donde a su vez se muestran algunas de sus partes principales (Valdés Fernández, 2012).

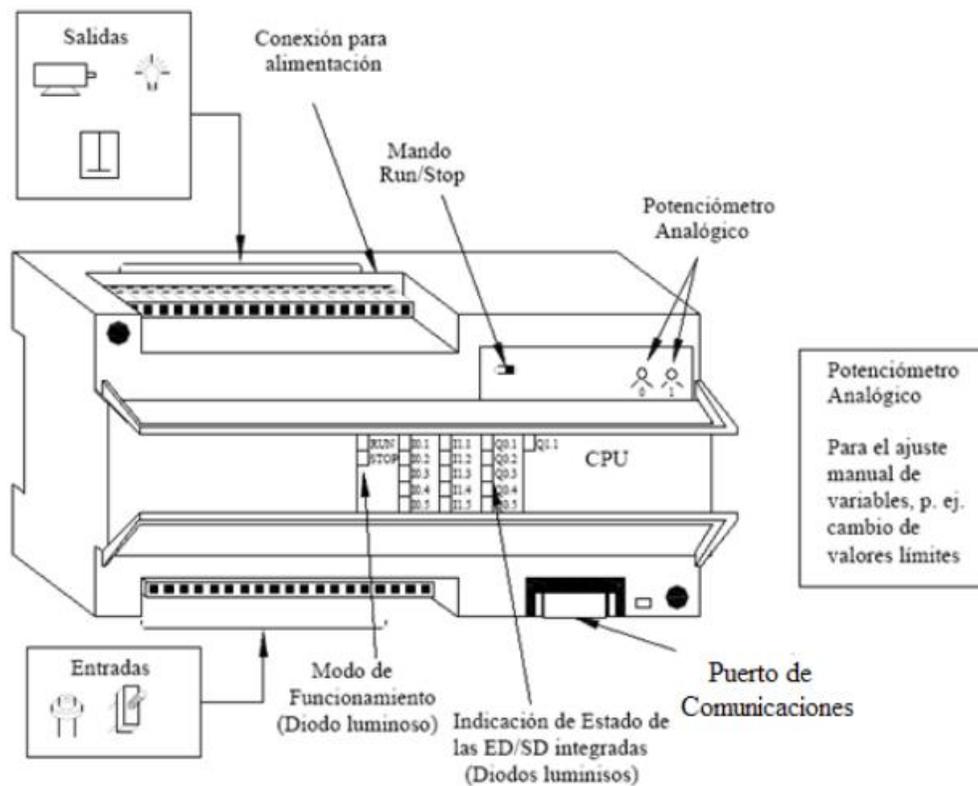


Figura 5. Estructura externa de un PLC.

2.3 Programación del PLC

Programar un PLC, consiste básicamente en introducirle una secuencia de órdenes (instrucciones), que son obtenidas a partir de un modelo de control, según una codificación determinada (lenguaje). Cada una de las instrucciones del programa consta de dos partes, la primera es el código de operación, que define qué es lo que se debe de hacer, mientras que la segunda parte es el código de los operandos (generalmente identificados por su dirección), que se encargan de indicar las constantes o variables con las que se debe de operar. El usuario es quien introduce su propia ley de mando en la unidad de programación a través de un programa (secuencia de órdenes) codificado según el lenguaje (conjunto de símbolos). La unidad de programación es quien compila o convierte el programa a códigos binarios (los cuales son entendibles por el PLC), posteriormente los transfiere y los deposita en la memoria del PLC. Estos códigos binarios, más tarde, serán interpretados por el sistema operativo del PLC, para poner en funcionamiento los recursos físicos (procesador, interfaces de E/S, etc.) que son necesarios en la ejecución del programa (Valdés Fernández, 2012).

2.3.1 Lenguajes de programación para PLC

Con respecto a los PLCs, un lenguaje de programación es el conjunto de símbolos y textos legibles por la unidad de programación, que le sirven al usuario para codificar, sobre un PLC en específico, las leyes de control que se desean; mientras que un programa es el conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, por medio de su unidad de programación, que le permiten ejecutar la secuencia de control que se desea (Valdés Fernández, 2012).

Debido a que en la actualidad existe una gran variedad de fabricantes de PLCs, y cada uno de ellos ha definido su propio lenguaje de programación para estos dispositivos electrónicos, se creó un estándar internacional con el objetivo de normalizar todo lo relacionado con este tipo de tecnología, dicha norma es la IEC61131, y de forma

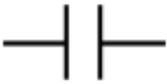
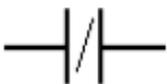
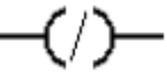
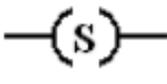
particular para los lenguajes de programación se desarrolló un documento independiente, denominado IEC 61131-3. Los lenguajes del estándar IEC 61131-3, son: el Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC) también conocido como GRAFCET, Diagrama de Bloques de Funciones (FBD), Diagrama de Escalera o Diagrama de Contactos (LD o Ladder), Texto Estructurado (ST), y Lista de Instrucciones (IL). Estos lenguajes de programación, del estándar IEC 61131-3 se clasifican en dos ramas: los lenguajes de programación de tipo gráfico y los lenguajes de programación de tipo textual. Los lenguajes gráficos están conformados por los lenguajes LD, SFC y FBD, mientras que los lenguajes de tipo textual están conformados por los lenguajes de ST e IL (Arias Polanco, 2019).

2.3.2 Lenguajes de programación de tipo gráfico

Diagrama de Escalera (LD):

El lenguaje LD (Ladder, por sus siglas en inglés) o Diagrama de Escalera, es el lenguaje de programación gráfico que más se utiliza para los PLCs. Este lenguaje está basado en los diagramas de la lógica cableada clásica y sus componentes gráficos representan elementos que se encuentran en estos mismos diagramas. Un Diagrama de Escalera está compuesto por dos líneas verticales, las cuales entregan la alimentación para los elementos del diagrama que se sitúan en las líneas horizontales, o escalones. Los elementos claves de un programa de lenguaje LD son los contactos y las bobinas; los contactos son aquellos que indican el estado actual de las variables booleanas, con lo que constituyen un método de sólo lectura de la variable que están representando, mientras que las bobinas proveen un método de solo escritura para la variable asociada. En la Tabla 1, se pueden observar los símbolos de los elementos básicos del Diagrama de Escalera, junto con sus respectivas descripciones (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

Tabla 1. Símbolos de los elementos básicos de un Diagrama de Escalera (LD).

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA (Normalmente Abierto)	Este contacto se activa cuando hay un uno (1) lógico en el elemento que está representando, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC (Normalmente Cerrado)	La función de este contacto, es muy similar a la del contacto NA mostrado anteriormente, pero solo que en este caso se activa cuando hay un cero (0) lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta al momento de utilizarlo.
	Bobina NA (Normalmente Abierta)	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno (1) lógico. Su activación equivale a decir en otras palabras, que tiene un uno (1) lógico. Esta bobina, suele representar elementos de salida, aunque también a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC (Normalmente Cerrada)	De manera contraria a la bobina NA, la bobina NC se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero (0) lógico. Su activación equivale a decir en otras palabras, que tiene un cero (0) lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Esta bobina, una vez activada (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0), si no es por su correspondiente bobina en RESET. Además, esta bobina, sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina de RESET, dan una enorme potencia en la programación.

	Bobina RESET	Esta bobina permite desactivar una bobina SET previamente activada.
---	--------------	---

Diagrama Funcional Secuencial (SFC):

El lenguaje SFC (Sequential Function Chart, por sus siglas en inglés), es un lenguaje de tipo gráfico, que le permite al usuario programar paso a paso, es decir, siguiendo una secuencia, y además permite la estructuración de una implementación mediante estados o unidades. Cada uno de estos estados basa su ejecución en condiciones que son definidas por el operador y en condiciones que son dependientes de las entradas al sistema. Los elementos SFC dividen a un programa en un conjunto de etapas y transiciones interconectados por enlaces dirigidos (Ver Figura 6). A cada paso se le asocia un conjunto de acciones, y con cada transición está asociada una condición de transición (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

En un programa desarrollado en lenguaje SFC, se van activando cada uno de los estados y desactivando el estado anterior, conforme se van cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se ejecutarán en función del estado que se encuentre activado. El lenguaje SFC, se utiliza en todas aquellas aplicaciones que requieren realizar la implementación de bloques de funciones o programas, pero, este tipo de lenguaje no se puede utilizar para implementar funciones, esto se debe a la misma naturaleza de este lenguaje, el cual retiene información en los estados y, por lo tanto, esto contradice la definición de función. De manera adicional en el lenguaje SFC, la programación se realiza siguiendo una secuencia, por lo que, no hay saltos de línea como se da en la programación con lenguaje Ladder (LD), lo cual hace que la programación en SFC sea más organizada y, por ende, mucho más fácil de comprender, y a su vez, más fácil de detectar y corregir errores de programación (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

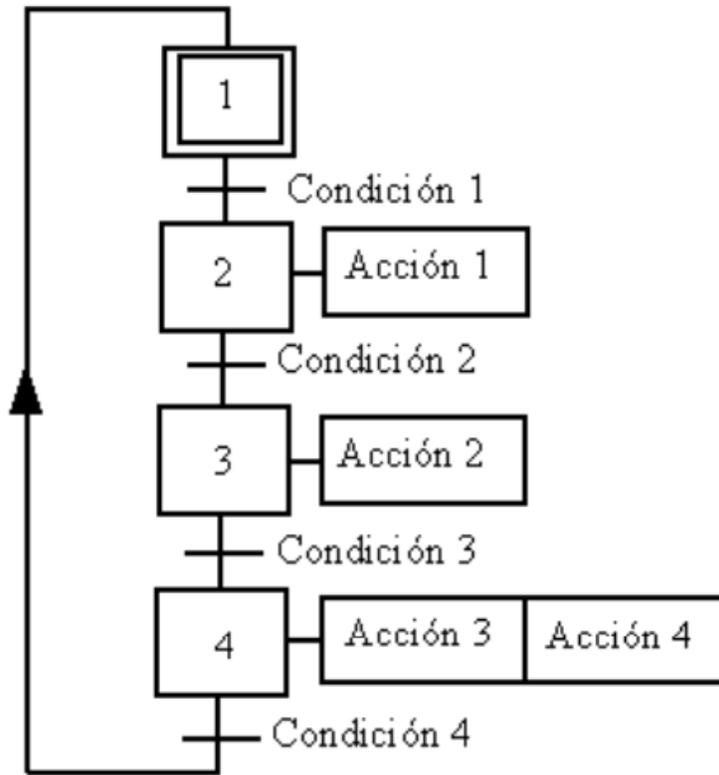


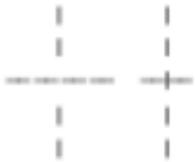
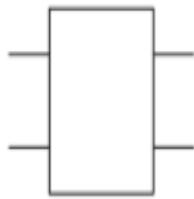
Figura 6. Elementos de un programa desarrollado en lenguaje SFC.

Diagrama de Bloques de Funciones (FBD):

El lenguaje de programación FBD (Function Block Diagram, por sus siglas en inglés), es un lenguaje gráfico que le permite al usuario programar elementos (bloques de funciones del PLC), en el que todos estos elementos aparecen interconectados de manera similar a un circuito eléctrico. De manera general, este lenguaje se utiliza para describir la funcionalidad de cualquier Unidad de Organización de Programa (POU – Program Organization Unit, por sus siglas en inglés), mediante un conjunto de bloques interconectados de forma adecuada. Adicionalmente el lenguaje de programación FBD, utiliza símbolos lógicos para representar al bloque de función, y una de sus ventajas es que las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, esto debido a que la salida es representada por una variable que está asignada a la salida del bloque (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

El International Standard IEC, 2003-01; define dos formas de realizar los gráficos, la primera es una forma semi – gráfica donde las líneas, conexiones, bloques y conectores son representados mediante los caracteres “_” y “|”, mientras que la segunda forma es una representación gráfica completa. En la Tabla 2, se pueden observar las dos formas disponibles para los elementos gráficos más utilizados, además se puede observar que el elemento denominado como Conector, es empleado para la elaboración de grandes redes, ya que este elemento es entendido como una prolongación de una línea y simplemente facilita la continuidad del mismo flujo. Al conector se le asocia un nombre o una etiqueta, que es considerado como un identificador local en la POU respectiva (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

Tabla 2. Formas disponibles para los elementos gráficos más utilizados en el lenguaje de programación FBD.

Elemento Gráfico	Forma Semi – Gráfica	Gráfico Completo
Líneas horizontales y verticales		
Líneas que se interconectan		
Líneas que no se conectan		
Formas de los bloques		

Conectores	<pre> --->CABLEI> >CABLEI>---</pre>	<pre> ————>CABLEI> >CABLEI>————</pre>
------------	---	---

2.3.3 Lenguajes de programación de tipo textual

Texto Estructurado (ST):

El lenguaje de programación ST (Structured Text, por sus siglas en inglés), se utiliza para desarrollar algoritmos dentro de bloques de funciones y programas, lo que le permite al usuario realizar la programación de una forma estructurada, en otras palabras, esto quiere decir, que las tareas complejas se pueden dividir en unidades mucho más pequeñas. En este lenguaje de programación, cada programa está compuesto de un conjunto de sentencias que permiten: asignar valores a variables, realizar llamados a funciones y bloques de funciones, crear expresiones, evaluar sentencias condicionales y crear estructuras de control de flujo. Cada sentencia está separada mediante el delimitador “;”, por lo tanto, una sentencia puede ser escrita utilizando varias líneas debido a que el carácter de alimentación de línea será tratado simplemente como un espacio (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

El lenguaje ST, entre otras cosas, es apropiado para aplicaciones que involucran una manipulación de datos, ordenamiento computacional y es bastante ideal para aplicaciones de inteligencia artificial y de lógica difusa. Su sintaxis es similar a los lenguajes tradicionales que están basados en texto, constituido por un extenso conjunto de sentencias con finalidades particulares (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

Listado de Instrucciones (IL):

El lenguaje IL (Instruction List, por sus siglas en inglés), a diferencia del lenguaje ST, es considerado de bajo nivel, es decir, que se utiliza mayormente para implementar soluciones sencillas. Este lenguaje de programación es similar a los lenguajes de ensamblador, además, se caracteriza principalmente por tener un flujo secuencial en la ejecución y está constituido por un conjunto de instrucciones, cada una de las cuales debe de abarcar exactamente una sola línea. Cada una de estas instrucciones se compone de una etiqueta, un operador o una función, uno o más operandos y un comentario. La etiqueta se encarga de habilitar los saltos condicionales desde cualquier posición en el cuerpo de las instrucciones. Además, es necesario e importante aclarar que la etiqueta y el operador se deben de separar mediante el delimitador “:”, no obstante, la etiqueta es opcional, por lo que el delimitador solo se utiliza cuando existe una etiqueta. Los operandos son los parámetros que son requeridos para la evaluación de una función u operador. Para los casos en los que se llega a requerir más de un operando, cada uno de los operandos se debe separar mediante comas, espacios en blanco o tabulaciones; pero en términos generales, la aplicación principal de este lenguaje de programación, radica en la implementación de partes críticas de código, que necesitan una optimización máxima para su desempeño (Molina Cortés & Alvarino Garzón, 2016).

2.4 Panel View

Una Panel View es una pantalla electrónica que, junto a un PLC, permite coordinar y controlar procesos industriales automatizados. Este dispositivo muestra información en tiempo real y proporciona datos gráficos que facilitan la comprensión de la información que se está mostrando, dicha información es mostrada a través de la pantalla, desde donde se pueden ir ajustando los parámetros necesarios.

2.4.1 Terminales gráficos PanelView 800

Los terminales gráficos PanelView 800 de Allen-Bradley®, están equipados con un procesador de alta velocidad, una pantalla de alta resolución, la posibilidad de conectarse con controladores pequeños y microcontroladores, y características de monitoreo remoto. A continuación, se muestran algunas características de los terminales gráficos PanelView 800 (Rockwell Automation, 2017):

Compatibilidad con controladores pequeños y microcontroladores:

- Los terminales gráficos PanelView 800, se pueden conectar a los controladores Micro800®, MicroLogix™ y CompactLogix™ 5370*, lo que los hace adecuados para pequeñas y medianas aplicaciones.
- Ahorran tiempo con funciones de tipo CIP de puente y de paso entre el terminal y los controladores Micro800 y CompactLogix.
- Mejoran su utilización al permitir que los usuarios puedan cargar o descargar aplicaciones de manera directa a través de los controladores.
- Optimizan la conectividad del terminal con controladores Micro800 por medio de una referencia directa a tags.

Habilitación para monitoreo remoto:

Los terminales gráficos PanelView 800, reducen de manera mínima el tiempo improductivo al permitirle a los operadores que puedan monitorizar y configurar de forma remota los terminales a través de servidores VNC (Virtual Network Computing, por sus siglas en inglés).

Solución de visualización segura:

Permiten controlar el acceso del personal al terminal por medio de una contraseña, y además restringen la conectividad que no es autorizada al terminal, habilitando o inhabilitando los puertos Ethernet/IP™ o puertos seriales que no son utilizados.

Pantalla de tipo multifuncional:

Aumenta la flexibilidad de la maquinaria, al permitir la instalación de una Interfaz Hombre – Máquina (Human – Machine Interface o HMI, por sus siglas en inglés) y la presentación en modo horizontal o vertical. Mejora la comunicación entre el operador y el terminal, al ofrecer una compatibilidad con varios idiomas.

Protocolos de comunicación:

Los terminales gráficos PanelView 800, reducen el tiempo de configuración de la maquinaria, al permitir que los usuarios puedan conectar los terminales a los controladores y otros dispositivos a través de varios protocolos de comunicación, como lo son:

- Serial (RS232, RS422/485).
- Ethernet/IP.
- Modbus RTU.
- Modbus TCP.

Facilidad de uso:

- Permite el ahorro de tiempo y el aumento de la productividad al dejar que los usuarios modifiquen o eliminen los nombres de las recetas en el terminal.
- Reduce el tiempo de programación al permitir que se puedan cargar y descargar valores de recetas, mediante una única operación.
- Guarda recetas en el formato .CSV, para una copia de seguridad o una modificación fuera de línea.
- Mejora su uso al permitir una carga directa de aplicaciones desde el terminal sobre Ethernet/IP.

En la Tabla 3, se pueden observar de manera resumida, las características de los terminales gráficos PanelView 800 (Rockwell Automation, 2018):

Tabla 3. Características de los terminales gráficos PanelView 800.

Características	Descripción
Capacidad de alta memoria	256 MB de memoria RAM y 256 MB de memoria de almacenamiento
Entrada de alimentación eléctrica	24 VCC
Puertos de comunicación	Conexión serial (comunicación RS-232 (DF1), RS2-232 (DH-485), RS-485) y Ethernet
Puertos USB	Un puerto anfitrión USB 2.0 de alta velocidad
Software	Connected Components Workbench (CCW) con Design Station
Controlador preferido	Controladores MicroLogix, Micro800 y Compact Logix 5370 (se excluye Compact Logix 5370-L37)

En la Figura 7 se pueden observar los terminales gráficos PanelView 800 de Allen-Bradley, con pantallas de 4, 7 y 10 pulgadas respectivamente, que existen actualmente (Rockwell Automation, 2018):



Figura 7. Terminales gráficos PanelView 800 de Allen Bradley.

2.5 Software Connected Components Workbench (CCW)

El software Connected Components Workbench [™], permite simplificar el desarrollo de máquinas independientes para múltiples industrias. Ofrece una configuración de dispositivos, programación de controladores e integración con el editor de Interfaz Hombre-Máquina (Human – Machine Interface o HMI, por sus siglas en inglés), y además ayuda a reducir el tiempo y los costos de desarrollo inicial de la máquina (Rockwell Automation, 2020).

2.5.1 Características del software Connected Components Workbench (CCW)

El software Connected Components Workbench cuenta con diversas características, las cuales se muestran a continuación (Rockwell Automation, 2020):

Configuración:

Este software reduce el tiempo inicial de desarrollo de la máquina y también reduce los costos.

Programación:

Ofrece un proceso de programación simplificado que incluye un código de muestra y bloques de funciones, los cuales son definidos por el usuario.

Usuario:

El usuario puede llegar a reducir el tiempo necesario para programar un controlador Micro800, si este introduce y modifica con rapidez renglones de lógica de escalera mediante flujos de trabajo que son similares a los del software RSLogix500® y Studio 5000 Logix Designer®. Se recomienda que el usuario programe en el entorno del software de preferencia, mediante el cambio de los nombres de las instrucciones entre temas predeterminados de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y de Logix.

Ambiente de simulación:

El software permite diseñar y depurar el código de la aplicación en un ambiente que es controlado mediante el simulador de Micro800.

Datos en tiempo real:

Se pueden recopilar, visualizar y analizar datos en tiempo real con el uso de los variadores Power Flex® y las tendencias de Micro800.

Capacidad de representación animada:

Una característica importante de este software, es que permite realizar una representación animada simple de objetos con la estación de diseño PanelView™ 800.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

El desarrollo del presente proyecto, se llevó a cabo de acuerdo a lo especificado en el cronograma de actividades, que se observa en la Tabla 4:

Tabla 4. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Establecimiento de las relaciones empresa – alumno						
Investigación sobre el funcionamiento de los equipos Panel View y PLC Allen Bradley						
Adquisición de materiales						
Diseño y construcción del gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley						
Elaboración del manual de operación para Panel View y PLC Allen Bradley						
Elaboración de las prácticas para Panel View y PLC Allen Bradley						
Análisis de calidad y de funcionamiento del proyecto						
Término del proyecto y entrega de la documentación correspondiente						

3.1.1 Establecimiento de las relaciones empresa – alumno

Para comenzar con la elaboración del presente proyecto, primeramente, fue necesario establecer las relaciones necesarias con el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga (lugar donde se realizaron las Residencias Profesionales), las cuales se establecieron mediante cierta documentación que tuvo que ser llenada y entregada a las diversas instancias correspondientes de dicha institución, para su posterior autorización.

Una vez que se establecieron las relaciones con el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, se solicitó el préstamo al Laboratorio de Eléctrica – Electrónica de dicha institución, de los equipos básicos con los que se estarían trabajando a lo largo del proyecto, los cuales fueron todos los PLCs y todas las Panel View, con las que se contaban.

3.1.2 Investigación sobre el funcionamiento de los equipos Panel View y PLC Allen Bradley

A lo largo del periodo comprendido entre los meses de agosto y septiembre, se realizó una exhausta investigación en diversas fuentes de información, sobre los equipos Panel View y PLC Allen Bradley, más específicamente sobre la PanelView 800 HMI Terminal 4” (2711R-T4T B), de Allen Bradley, y sobre el PLC Micro820 (2080-LC20-20QWB), también de Allen Bradley. En dicha investigación se logró recabar parte de la información que se planteó en el Capítulo 2 referente al Marco Teórico del presente documento; pero, además se lograron recabar los manuales de operación de los dos equipos mencionados anteriormente, y estos manuales fueron obtenidos directamente de la página oficial de Rockwell Automation, quien es propietario de la marca Allen-Bradley®.

Así mismo, se trabajó de la mano con un ingeniero especialista en PLC, quien brindó su apoyo con algunos cursos básicos de conexiones para Panel View y PLC Allen Bradley, e instalación de algunos softwares; y de la misma manera durante del periodo del

desarrollo del proyecto, se brindó la posibilidad de estar en contacto con esta misma persona para resolver cualquier duda que surgía.

3.1.3 Diseño preliminar del gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley

El diseño preliminar del gabinete se desarrolló en un software de Diseño Asistido por Computadora (CAD), el cual fue SolidWorks, en donde se logró obtener la mejor propuesta para el diseño final, que posteriormente serviría de apoyo para su construcción.

En el software SolidWorks se elaboraron por separado cada una de las piezas que conformaban físicamente al gabinete, cuidando en todo momento que cada una de las medidas ingresadas al software fuera correcta, así como la forma de cada una de las piezas, y al final concluir con el ensamblaje de cada una de ellas.

La primera pieza que se elaboró en el software SolidWorks, fue la base profunda del gabinete (Ver Figura 8), para lo cual fue necesario ingresar las medidas adecuadas y el material con el que está fabricada.

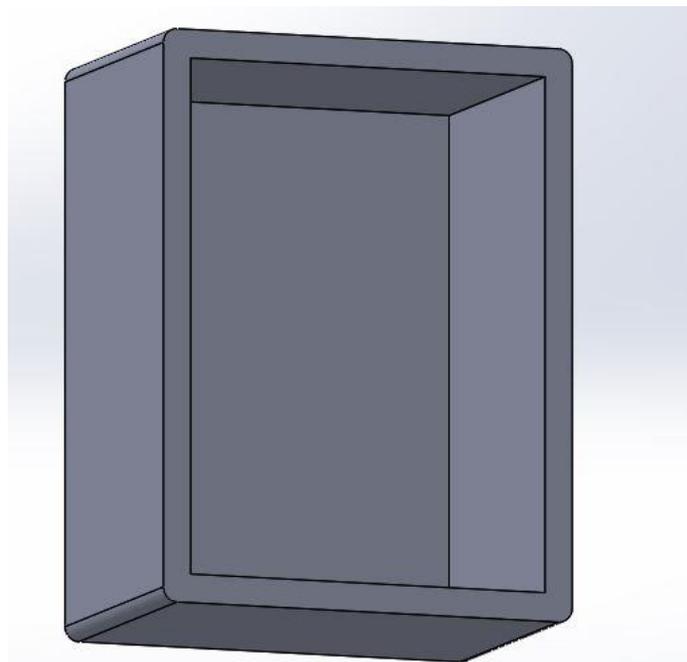


Figura 8. Base profunda del gabinete.

En la Figura 9 se puede observar la segunda pieza elaborada, que fue la tapa frontal del gabinete, con las ranuras para la colocación de la Panel View, el PLC y los conectores hembra (jack) tipo banana.

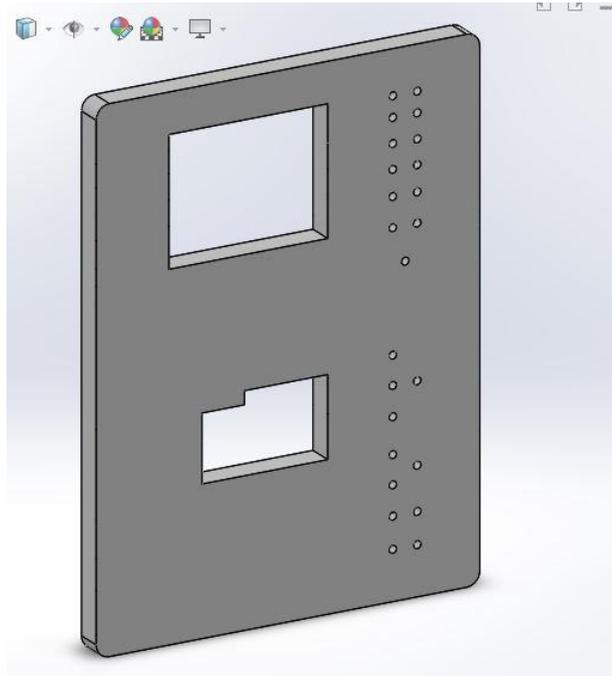


Figura 9. Tapa frontal del gabinete.

La tercer, cuarta y quinta pieza elaboradas, fueron el boceto de la PanelView 800 HMI Terminal 4" (2711R-T4T B), de Allen Bradley (Ver Figura 10), el boceto del PLC Micro820 (2080-LC20-20QWB), de Allen Bradley (Ver Figura 11), y el boceto de la fuente de alimentación eléctrica Micro800 24V DC Power Supply, también de Allen Bradley (Ver Figura 12).

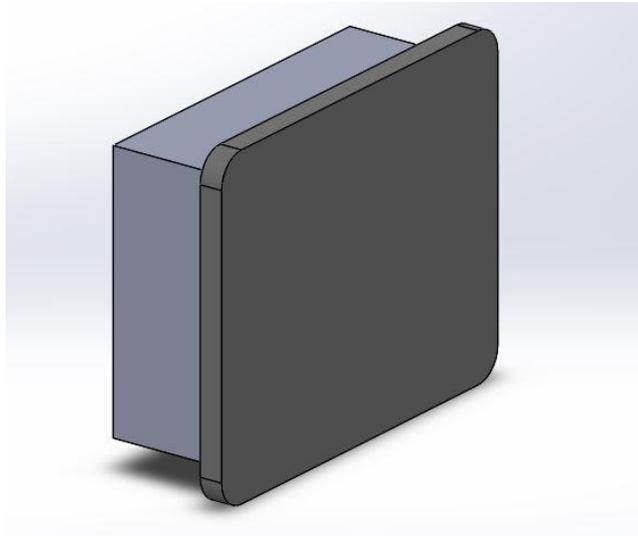


Figura 10. Boceto de la PanelView 800 HMI Terminal 4" (2711R-T4T B), de Allen Bradley.

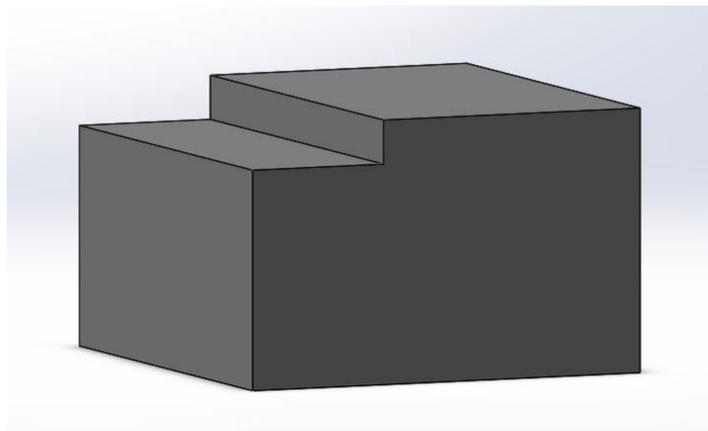


Figura 11. Boceto del PLC Micro820 (2080-LC20-20QWB), de Allen Bradley.

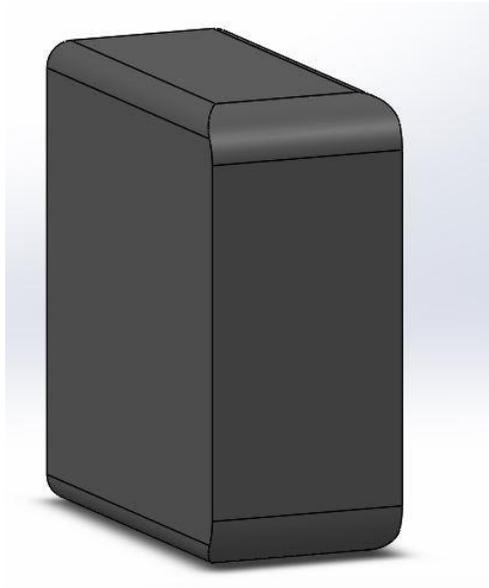


Figura 12. Boceto de la fuente de alimentación eléctrica Micro800 24V DC Power Supply, de Allen Bradley.

Una vez que se diseñaron todas y cada una de las piezas del gabinete, se procedió a realizar el ensamblaje de cada una de ellas, tal y como se muestra en la Figura 13 y en la Figura 14:

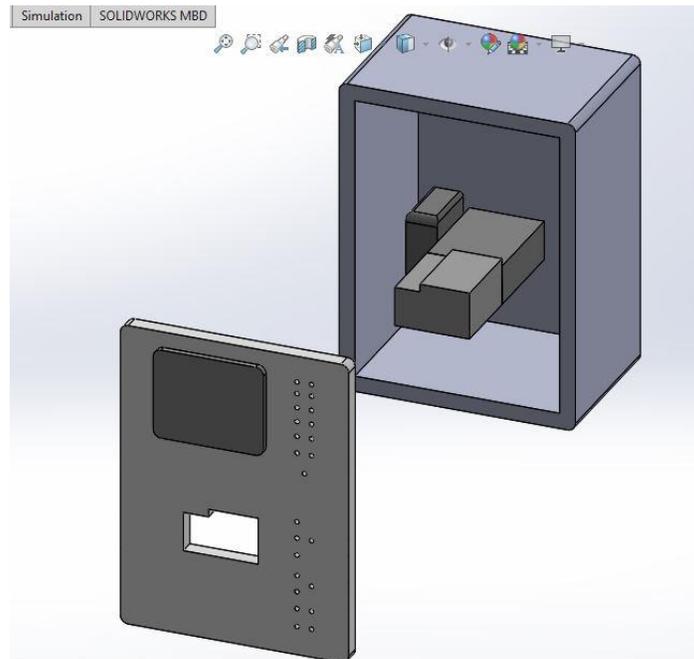


Figura 13. Ensamblaje de la parte frontal del gabinete.

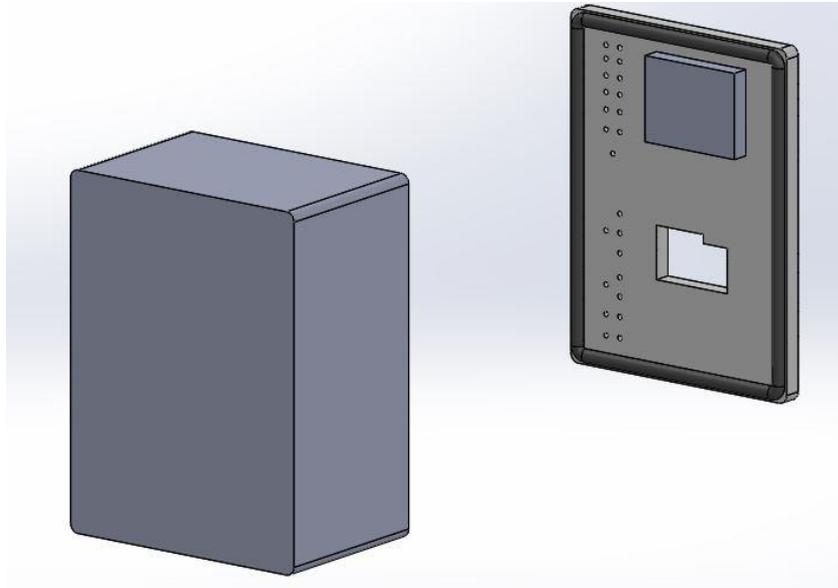


Figura 14. Ensamblaje de la parte trasera del gabinete.

3.1.4 Adquisición de materiales

La adquisición de materiales comenzó primeramente con la cotización de todos los materiales necesarios para la construcción de los gabinetes para Panel View y PLC Allen Bradley, teniendo en cuenta el precio, la calidad y sobre todo que el material fuera el adecuado para evitar problemas en la construcción de dichos gabinetes. Una vez obtenidas todas las cotizaciones requeridas, se procedió con la compra de los materiales, tal y como se muestra a continuación:

Gabinetes para control eléctrico:

Se realizó una cotización de varios gabinetes para control eléctrico en la empresa *Bombas y Equipos Armen S.A. de C.V.*, la cual es una empresa proveedora de materiales y equipos eléctricos – electrónicos.

De la variedad de gabinetes que ofrecía la empresa ya antes mencionada, se decidió comprar un tipo de gabinete que contaba con las dimensiones (40 cm x 30 cm x 20 cm) adecuadas (previstas en el diseño preliminar descrito anteriormente), además de todas

las características indispensables en cuanto al material (acero) con el que estaban fabricados. En la Figura 15 se observa el tipo de gabinete adquirido, y en la Tabla 5 se pueden observar los costos por los 10 gabinetes que fueron adquiridos.



Figura 15. Vista del tipo de gabinete adquirido.

Tabla 5. Costos por los gabinetes adquiridos.

Nombre del componente	Cantidad	Precio unitario	Precio unitario más IVA (16 %)	Descripción
Gabinete metálico	10	\$676.14	\$784.32	Panel para instalar equipos electrónicos
TOTAL		\$6,761.40	\$7,843.20	

Materiales eléctricos – electrónicos para un primer gabinete:

Antes de adquirir todos los materiales eléctricos – electrónicos, se decidió adquirir solamente aquellos que fueran necesarios para construir un solo gabinete, ya que a partir de la construcción de un solo gabinete se podría identificar qué materiales harían falta y cuáles sobrarían, y a partir de este análisis, se podrían adquirir de forma más específica

los materiales faltantes para los demás gabinetes. En la Tabla 6, se muestran los materiales adquiridos para un primer gabinete, así como sus respectivos costos. Es importante mencionar que dichos materiales fueron adquiridos en una de las sucursales de la empresa *Electrónica Steren S.A. de C.V.*, que se encuentra en la ciudad de Aguascalientes, la cual está dedicada a la comercialización y venta de aparatos y material eléctrico – electrónicos.

Tabla 6. Materiales y costos para el primer gabinete.

Nombre del componente	Cantidad	Precio unitario	Precio total	Descripción
Jack banana, color rojo	20	\$8.00	\$160.00	Jack banana o Philips rojo
Jack banana, color negro	8	\$7.00	\$56.00	Jack banana o Philips negro
Cable banana, color negro	8	\$85.00	\$680.00	Banana plug a banana plug negro
Cable banana, color rojo	20	\$85.00	\$1,700.00	Banana plug a banana plug rojo
Interruptor de llave	1	\$130.00	\$130.00	Switch mini de llave ON-OFF de 10 A
Porta fusible	10	\$16.00	\$160.00	Porta fusible de cartucho tipo americano
Fusible	10	\$4.00	\$40.00	Fusible tipo americano de 1.5 A y 250 VCA.
Cable AWG #18	100	\$12.00	\$1,200.00	Cable para bocina dúplex bicolor calibre 18. Con precio unitario por metro
Cable de alimentación (Interlock)	1	\$89.00	\$89.00	Línea para computadora de 2.50 m., cable cal. 18 (cable conductor)

Pasa cable de hule	1	\$2.00	\$2.00	Pasa cable de hule de 5.5 mm de diámetro int. (material para canalización)
TOTAL		\$438	\$4,217	

Materiales eléctricos – electrónicos para el resto de los gabinetes:

Una vez armado el primer gabinete con los materiales descritos en la Tabla 6, se lograron identificar los materiales que harían falta y los que sobraron, por lo que se hizo un ajuste a esta primera lista de materiales, obteniendo de esta manera una segunda lista, tal y como se observa en la Tabla 7. Los materiales de esta segunda lista fueron adquiridos de igual forma en la misma sucursal en donde se adquirieron los materiales de la primera lista, dicha sucursal fue de la empresa *Electrónica Steren S.A. de C.V.*, que se encuentra en la ciudad de Aguascalientes.

Tabla 7. Materiales y costos para los gabinetes restantes.

Nombre del componente	Cantidad	Precio unitario	Precio total	Descripción
Jack banana, color rojo	180	\$8.00	\$1,440.00	Jack banana o Philips rojo
Jack banana, color negro	75	\$7.00	\$525.00	Jack banana o Philips negro
Cable banana, color negro	50	\$85.00	\$4,250.00	Banana plug a banana plug negro
Cable banana, color rojo	100	\$85.00	\$8,500.00	Banana plug a banana plug rojo
Interruptor de llave	9	\$130.00	\$1,170.00	Switch mini de llave ON-OFF de 10 A
Porta fusible	45	\$16.00	\$720.00	Porta fusible de cartucho tipo americano

Fusible	45	\$4.00	\$180.00	Fusible tipo americano de 1.5 A y 250 VCA
Cable AWG #18	50	\$12.00	\$600.00	Cable para bocina dúplex bicolor calibre 18. Con precio unitario por metro
Cable de alimentación (Interlock)	9	\$89.00	\$801.00	Línea para computadora de 2.50 m., cable cal. 18 (cable conductor)
Pasa cable de hule	20	\$2.00	\$40.00	Pasa cable de hule de 5.5 mm de diámetro int. (material para canalización)
Bolsa de 100 cinchos	3	\$59.00	\$177.00	Bolsa de 100 cinchos sujeta cables cortos, color negro
Cable UTP CAT6	30	\$19.00	\$570.00	Cable UTP CAT6, color azul. Con precio unitario por metro
Plug RJ45 de 8 contactos CAT 6	12	\$9.00	\$108.00	Plug RJ45 de 8 contactos CAT 6, para cable redondo
Cinta de aislar	1	\$19.00	\$19.00	Cinta de aislar de PVC color negro
Base auto adherible para cinchos sujeta cables	100	\$6.00	\$600.00	Base auto adherible de nylon, de color blanco, para cinchos sujeta cables
TOTAL		\$550.00	\$19,700.00	

Maquinaria y herramientas:

Toda la maquinaria y herramienta utilizada durante la realización de cada uno de los gabinetes, fue proporcionada por el Departamento de Mantenimiento de Equipo, del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

La maquinaria más utilizada fue la prensa dobladora y la máquina de soldar de micro alambre, mientras que las herramientas más utilizadas fueron el taladro de mano, la pulidora/cortadora de mano, desatornilladores, pinzas y llaves Allen, principalmente.

3.1.5 Construcción del primer gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley

La construcción de los gabinetes, consistió primeramente en construir solamente uno, para que, en base a ese primer gabinete construido, se pudieran construir los gabinetes restantes, teniendo en cuenta los aciertos y errores cometidos en el primero. El proceso de construcción del primer gabinete se muestra a continuación:

1. Señalizaciones, cortes y perforaciones:

La construcción del primer gabinete, consistió en un inicio, en señalar (marcar) los distintos cortes y perforaciones necesarias, en el gabinete físico, de acuerdo al diseño preliminar elaborado en el software SolidWorks. En la Figura 16, se pueden observar las señalizaciones, los cortes y las perforaciones realizadas al primer gabinete.



Figura 16. Señalizaciones, cortes y perforaciones del primer gabinete construido.

2. Mediciones, análisis y colocación de la Panel View, del PLC y de los conectores banana hembra (jacks banana hembra):

En este paso, se procedió a colocar la Panel View y el PLC en las ranuras que fueron cortadas para este fin, así mismo se colocaron cada uno de los conectores banana hembra (jacks banana hembra) en las perforaciones (barrenos) que fueron realizadas en el gabinete. Todo lo anterior se realizó de acuerdo a un análisis que se hizo de las diversas mediciones que se efectuaron para que dichos componentes quedaran perfectamente alineados y fijos en su lugar (Ver Figura 17).



Figura 17. Colocación de la Panel View, del PLC y de los conectores banana hembra (jacks banana hembra), en el primer gabinete construido.

3. Construcción de la base para el PLC:

Debido a que el PLC debía de estar cierta parte fuera del gabinete y otra cierta parte dentro del gabinete, hubo la necesidad de realizar una base la cual fue construida con solera. Para este proceso fue necesario el uso de varias máquinas y herramientas, en donde se aplicaron los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Las máquinas y herramientas que principalmente se utilizaron, fueron la prensa dobladora (Ver Figura 18), la máquina de soldar de micro alambré (Ver Figura 19) y la pulidora/cortadora de mano (Ver Figura 20).



Figura 18. Proceso de utilización de la prensa dobladora, para la construcción de la base del PLC.



Figura 19. Proceso de utilización de la máquina de soldar de micro alambre, para la construcción de la base del PLC.



Figura 20. Proceso de utilización de la pulidora/cortadora de mano, para la construcción de la base del PLC.

4. Colocación del resto de los componentes eléctricos – electrónicos, cableado y primeras pruebas de funcionamiento:

Este último paso de la construcción del primer gabinete, consistió en la colocación del resto de los componentes eléctricos – electrónicos, tales como los fusibles y los porta fusibles principalmente (Ver Figura 21), así mismo se colocaron los cables correspondientes en el PLC (Ver Figura 22), se soldaron los cables para las entradas del PLC (Ver Figura 23) y para salidas (Ver Figura 24), se hicieron pruebas para corroborar la continuidad de los cables y se les dio un acomodo práctico (Ver Figura 25), y por último se energizó el gabinete para corroborar que la Panel View y el PLC encendían sin ningún problema (Ver Figura 26), y de esta manera poder validar el buen funcionamiento del gabinete (Ver Figura 27). Posteriormente se configuró la Panel View y el PLC (Ver Figura 28), para hacer una prueba ejecutando un programa en el gabinete y haciendo un circuito eléctrico con respecto al programa realizado (Ver Figura 29).



Figura 21. Colocación de los fusibles y de los porta fusibles, en el gabinete.

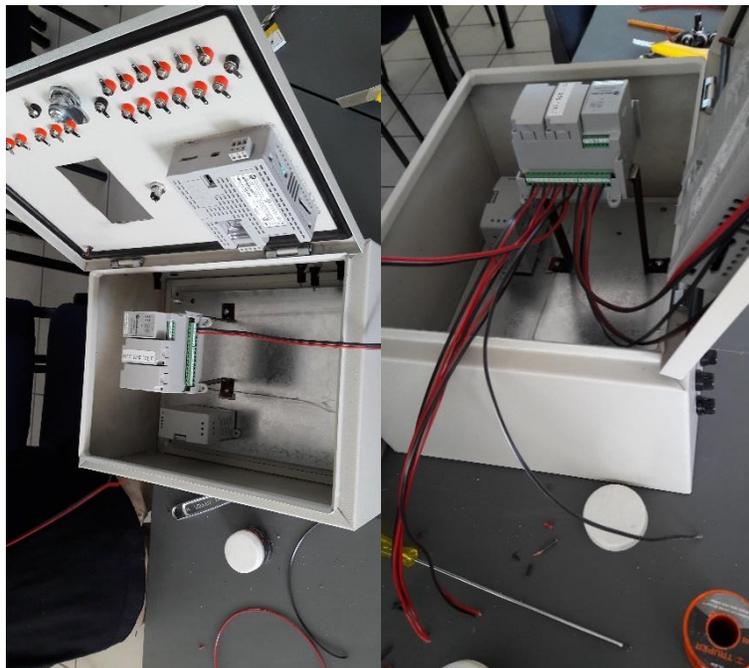


Figura 22. Colocación de los cables correspondientes en el PLC del gabinete.

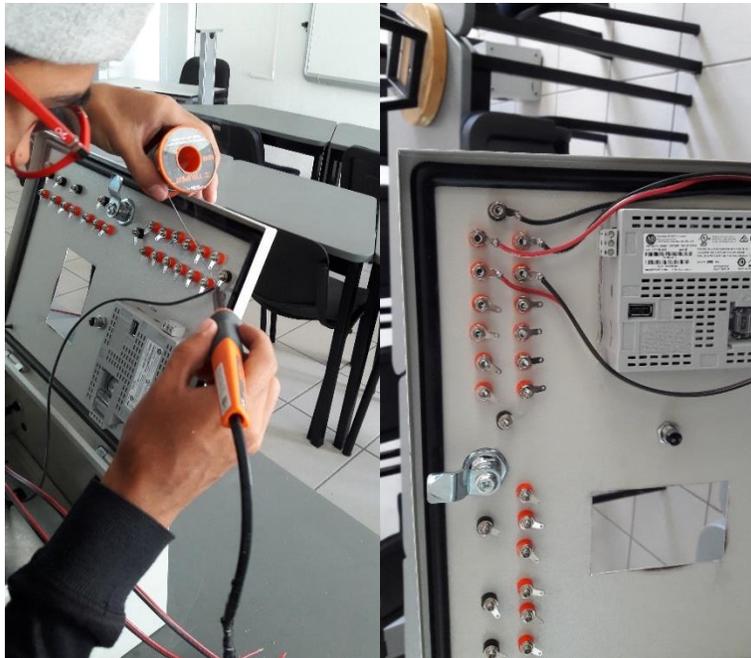


Figura 23. Proceso de soldadura de los cables para las entradas del PLC del gabinete.



Figura 24. Proceso de soldadura de los cables para las salidas del PLC del gabinete.



Figura 25. Realización de pruebas para corroborar la continuidad de los cables y acomodo de los cables dentro del gabinete.



Figura 26. Energización del gabinete para corroborar el encendido de la Panel View y el PLC.

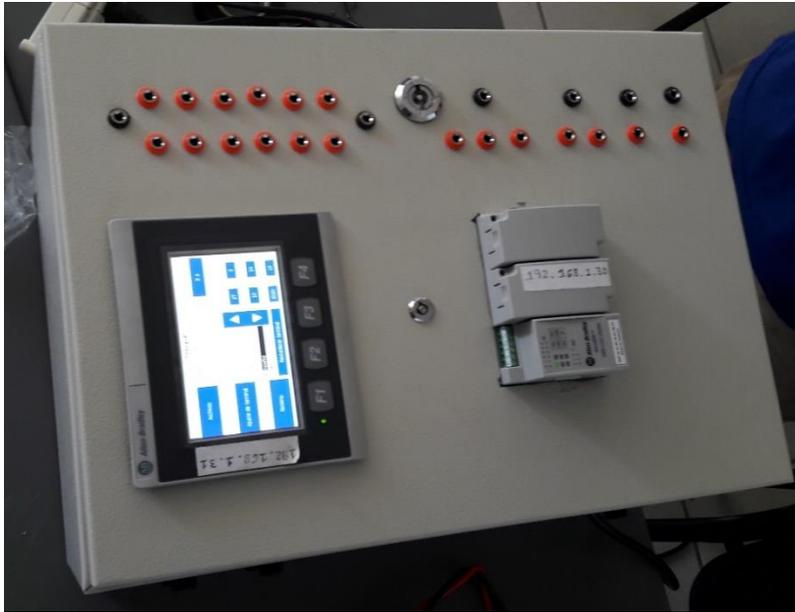


Figura 27. Validación del buen funcionamiento del gabinete.



Figura 28. Configuración de la Panel View y el PLC, dentro del gabinete.



Figura 29. Ejecución de un programa con su respectivo circuito eléctrico, como parte de una prueba del funcionamiento del gabinete.

3.1.6 Construcción del resto de los gabinetes para Panel View y PLC Allen Bradley

Una vez que fue construido el primer gabinete, se procedió con la construcción del resto de los gabinetes, teniendo como base al primero que ya había sido construido. El procedimiento de construcción del resto de los gabinetes restantes se muestra a continuación, sin antes mencionar, que dicho procedimiento fue muy similar al procedimiento de construcción del primer gabinete:

1. Señalizaciones, cortes y perforaciones:

La construcción del resto de los gabinetes consistió primeramente en señalar (marcar) los distintos cortes y perforaciones que se necesitaban de hacer (Ver Figura 30), basándonos en el diseño de preliminar elaborado en el software SolidWorks, pero sobre todo en el primer gabinete construido.



Figura 30. Señalizaciones, cortes y perforaciones del resto de los gabinetes.

2. Mediciones, análisis y colocación de la Panel View, del PLC y de los conectores banana hembra (jacks banana hembra):

En este paso, se procedió a realizar mediciones de los gabinetes en base a un análisis de las dimensiones de los mismos (Ver Figura 31), para posteriormente realizar las ranuras (Ver Figura 32) en donde se colocarían las Panel View y los PLCs (Ver Figura 33), así como las perforaciones (barrenos) en donde se colocarían cada uno de los conectores banana hembra (jacks banana hembra) en los gabinetes (Ver Figura 34).



Figura 31. Realización de mediciones en los gabinetes para las ranuras y las perforaciones de la Panel View, el PLC y los conectores banana hembra (jacks banana hembra), respectivamente.



Figura 32. Proceso de corte de las ranuras para la Panel View y el PLC, en los gabinetes.



Figura 33. Colocación de las Panel View y los PLCs, en el resto de los gabinetes.

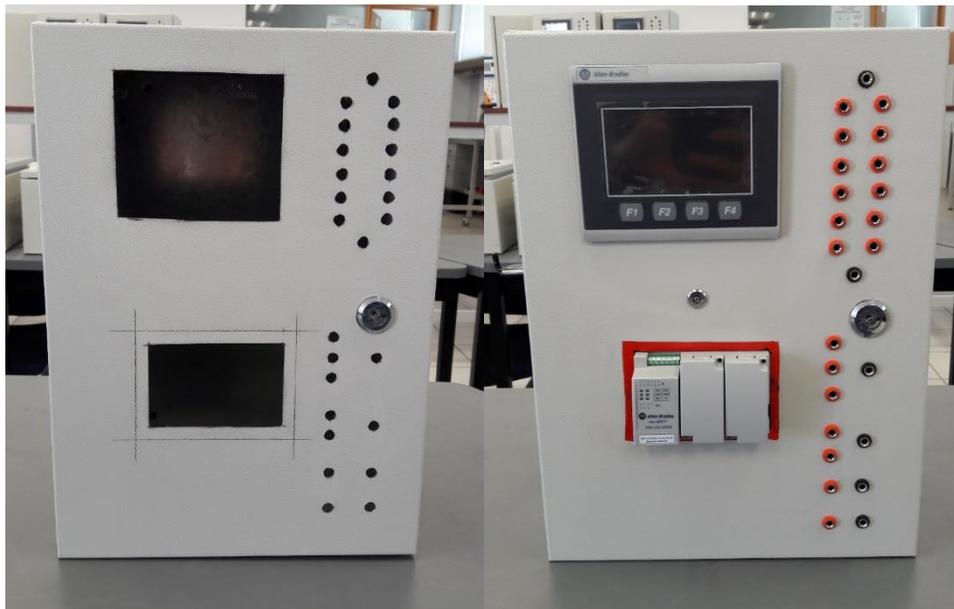


Figura 34. Colocación de los conectores banana hembra (jacks banana hembra) en las perforaciones (barrenos) realizadas para ello, en los gabinetes.

3. Construcción de las bases para los PLCs:

Al igual que en el primer gabinete, en el resto de los gabinetes era necesario que cierta parte de los PLCs estuviera fuera de los gabinetes y que otra cierta parte estuviera dentro de los gabinetes, por lo que se elaboraron bases para cada uno de los PLCs, las cuales fueron construidas con solera (Ver Figura 35).

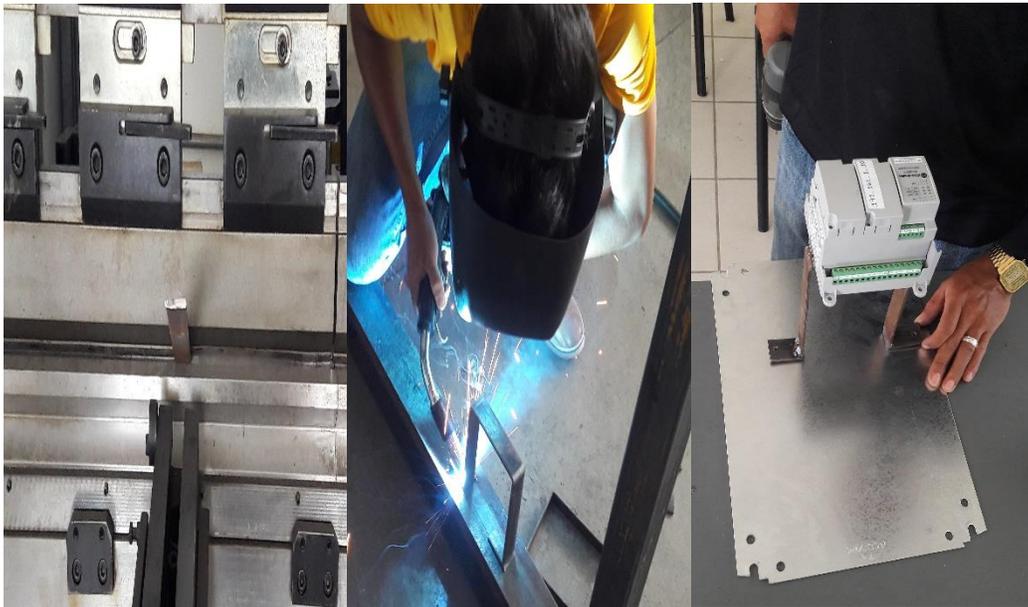


Figura 35. Elaboración y colocación de las bases para los PLCs, en el resto de los gabinetes.

4. Colocación del resto de los componentes eléctricos – electrónicos, cableado y pruebas de funcionamiento:

Este último paso de la construcción del resto de los gabinetes, consistió básicamente en colocar los componentes eléctricos – electrónicos que faltaban, como lo fueron los fusibles y los porta fusibles principalmente (Ver Figura 36), de esta misma manera se realizó el correspondiente cableado de cada uno de los gabinetes (Ver Figura 37) y se hicieron pruebas de funcionamiento, para lo cual se ejecutó un programa en cada uno de los gabinetes, haciendo un circuito eléctrico con respecto al programa realizado (Ver Figura 38).



Figura 36. Colocación de los fusibles y de los porta fusibles, en el resto de los gabinetes.



Figura 37. Cableado del resto de los gabinetes.



Figura 38. Pruebas de funcionamiento del resto de los gabinetes.

3.1.7 Elaboración del manual de operación y prácticas, para Panel View y PLC Allen Bradley

A lo largo del periodo de realización de la Residencia Profesional, que comprendió de agosto a diciembre de 2020, se elaboró un manual de operación y prácticas, para las Panel View y los PLCs, ya colocados en sus respectivos gabinetes.

En el manual de operación y prácticas, primeramente, se establecieron los pasos a seguir para la instalación del software de programación *Connected Components Workbench (CCW)*, el cual permite diseñar los programas de control específicos para las Panel View y los PLCs con los que cuentan los gabinetes, y aunque al principio de estos pasos se especifica la dirección de una página internet para descargar dicho software, también se anexa en una carpeta de forma externa al presente reporte final, los distintos archivos que serán necesarios para su instalación de manera correcta.

Con la información que se investigó acerca del funcionamiento de los equipos Panel View y PLC Allen Bradley, se logró desarrollar dicho manual, donde se indica paso a paso el procedimiento del uso de los gabinetes, especificando sus condiciones de uso y normas que se les aplica; así mismo se agregaron ejemplos de realización, conexión y carga de programas, esto para facilitar el uso y cuidado de los gabinetes por parte de los futuros operadores.

En este documento también se desarrollaron algunas prácticas básicas para la forma en la que deben de ser programados los gabinetes con las Panel View y los PLCs. En cada una de las prácticas elaboradas se mencionó paso a paso cómo se fueron elaborando cada una de ellas y cómo es que se debe de manejar correctamente el software de programación *Connected Components Workbench (CCW)*, y de la misma forma se dieron varios consejos para mejorar la habilidad de uso de dicho software.

Es importante mencionar que el documento del manual de operación y prácticas se anexa de forma externa al presente reporte final.

Por último, se realizó la grabación de un vídeo en donde se muestra el procedimiento a seguir para la configuración de los PLCs. Este procedimiento es muy importante, ya que uno de los puntos más relevantes de esa configuración es la asignación de una dirección IP al PLC, para que pueda funcionar vía ethernet, y sin esta configuración, no será posible la comunicación del PLC con la computadora. Además, a lo largo del vídeo también se explica qué es lo que sucedería si no se hace correctamente la configuración y los efectos que conlleva el no utilizar los equipos adecuadamente. Este vídeo del cual se hace mención, se anexa de forma externa al presente reporte final.

3.1.8 Análisis de calidad y pruebas de funcionamiento

Al concluir la construcción de todos los gabinetes, se realizó un análisis de calidad de cada uno de ellos, el cual se basó principalmente en un análisis de la rigidez, seguridad y eficiencia, mientras que las pruebas de funcionamiento se basaron principalmente en la continuidad eléctrica, voltaje, amperaje, comunicación y sincronización. Posterior a la realización de dicho análisis de calidad y pruebas de funcionamiento, se procedió a corregir todo aquello que no cumplía con las especificaciones de calidad y de funcionamiento.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Diseño final del gabinete en el software SolidWorks

El diseño final del gabinete, se elaboró partiendo de las especificaciones y problemáticas presentadas a lo largo de la construcción de todos los gabinetes y en base a el diseño preliminar con el que ya se contaba anteriormente, obteniendo de esta manera las medidas finales del gabinete para el posicionamiento de la Panel View, el PLC, la fuente de alimentación eléctrica, de los conectores banana hembra (jacks banana hembra), de los fusibles de seguridad y del cableado en general. Logrando así, una estructura compacta y ordenada, que ofrece al operador una comodidad y facilidad de operación. Cabe mencionar, que el diseño final del gabinete se desarrolló a escala de los gabinetes en físico funcionales. En la Figura 39, se puede observar el diseño final del gabinete.

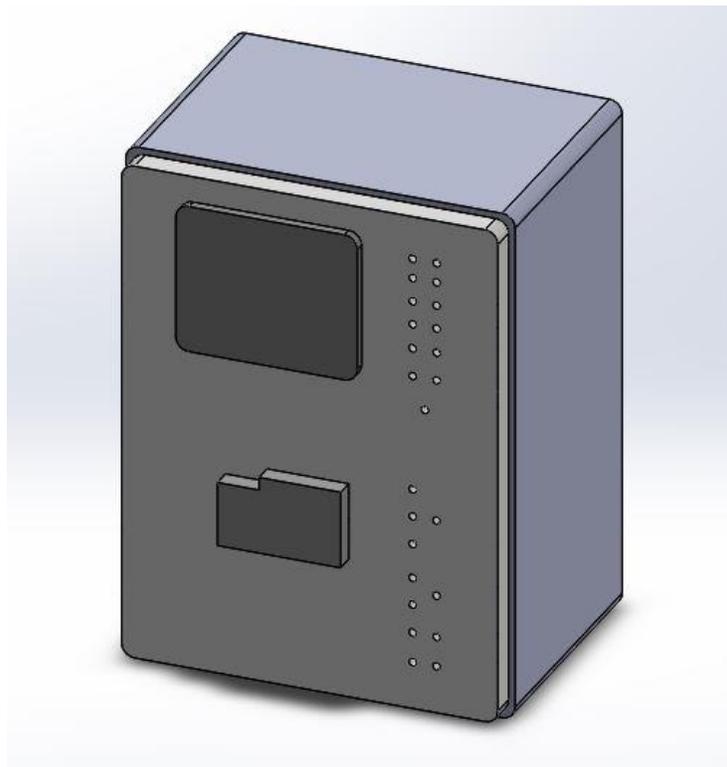


Figura 39. Diseño final del gabinete para Panel View y PLC Allen Bradley, elaborado en el software SolidWorks.

4.2 Construcción final de los gabinetes

Cumpliendo con uno de los objetivos planteados, se lograron construir los gabinetes para Panel View y PLC Allen Bradley, los cuales fueron construidos con un diseño óptimo y totalmente funcional, listos para ser operados y con la confianza de que serán de gran apoyo para los estudiantes del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga y para cualquier otro operador que así lo necesite. En Figura 40, se puede observar uno de los gabinetes totalmente construido y funcional.



Figura 40. Muestra de uno de los gabinetes, totalmente construido y funcional.

4.3 Elaboración final del manual de operación y prácticas

En el manual de operación y prácticas, quedaron establecidas tres prácticas básicas, las cuales serán de gran ayuda para la elaboración de proyectos y ejercicios para los estudiantes del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, así mismo en este documento quedó establecida la forma de operación de los gabinetes construidos, la cual fue desarrollada para que fuera de fácil comprensión para los estudiantes, pues se brinda un conocimiento práctico sobre los equipos Panel View y PLC Allen Bradley, así como del software *Connected Components Workbench (CCW)*.

De forma externa a este reporte final, se anexa el manual de operación y prácticas, una carpeta con los archivos de instalación del software *Connected Components Workbench (CCW)* y un vídeo donde se muestra el procedimiento a seguir para la configuración de los PLCs Allen Bradley.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

Se brindó al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga gabinetes de dispositivos Allen Bradley (PLC y Panel View) totalmente funcionales, los cuales cumplen íntegramente con la solución de la problemática presentada.

- ✓ Facilitan el uso de dichos dispositivos a los usuarios (docentes y alumnos).
- ✓ Brindan una estética fácil de manipular.
- ✓ Se mejora considerablemente el entendimiento para su conexión y programación.
- ✓ Se asegura el rendimiento y la conservación de los dispositivos.
- ✓ Se asegura que los alumnos cuenten con una experiencia práctica que los ayude a comprobar su conocimiento teórico y los adentre al mundo de la industria.
- ✓ Se garantiza la protección para los usuarios y los equipos en todo momento, ya que los gabinetes cuentan con cortacorrientes, que actuarán cuando se presenten anomalías o fallas causadas por conexiones erróneas o inadecuadas.

Cada uno de estos gabinetes, al contar con materiales muy fáciles de adquirir y de reemplazar, se le facilita al personal de mantenimiento de la institución a mantener en óptimas condiciones los equipos a futuro. Solo si alguno llegase a presentar fallas por su uso indebido.

El instituto tecnológico de Pabellón de Arteaga cuenta con los equipos de dispositivos adecuados para llevar de la mano la teoría con la práctica. Otorgando una experiencia propia de ingeniería.

CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

6.1 Habilidad en el manejo de:

❖ Maquinaria y/o herramienta:

- Cortadora plasma.
- Cortadora oxicorte.
- Maquina dobladora.
- Maquina soldadora por micro alambre.
- Taladro de banco.
- Pulidora manual
- Banco hidráulico – neumático.
- Banco eléctrico – electrónico.

❖ Softwares.

- Connected Components Workbench.
- Factory Talk View.
- Rs-Linx.
- Boothp – DHCP.

❖ Equipo.

- PLC Allen Bradley serie Micro800.
- Panel View Allen Bradley T4T.

❖ Interfaces.

- Ethernet/IP.
- Serial.

❖ Investigación.

6.2 Conocimiento de:

- ❖ Interfaces.
 - EtherCAT.
 - Modbus.
 - Profibus.
- ❖ Equipos Allen Bradley.
 - PLC.
 - Panel View.
 - Variadores de velocidad.
 - Fuentes de poder.
 - Adaptadores de interfaz.
- ❖ Conexiones.
 - Eléctricas.
 - Electrónicas.
 - Neumáticas.
 - Hidráulicas.
 - De red.

CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Fuentes de información

Arias Polanco, J. (2019). *Análisis comparativo de los lenguajes de programación de PLC definidos en la norma IEC 61131-3*. Recuperado el 21 de Octubre de 2020, de Universidad Tecnológica de Pereira:

<https://core.ac.uk/download/pdf/228297348.pdf>

Condori Chahuara, S., & Serpa Quispe, J. (14 de Diciembre de 2017). *Diseño del control de temperatura para un horno industrial, mediante la modulación de ancho de pulso usando un PLC de gama alta*. Recuperado el 12 de Octubre de 2020, de Universidad Nacional del Altiplano:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6103/Condori_Chahuara_Saul.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Delgado Martínez, E. (05 de Febrero de 2017). *¿Qué es y para qué sirve un PLC?*

Recuperado el 17 de Octubre de 2020, de Intrave: <https://intrave.com/que-es-y-para-que-sirve-un-plc/>

Heras Aguilar, S. (10 de Julio de 2015). *Construcción de un PLC mediante un dispositivo de bajo coste*. Recuperado el 19 de Octubre de 2020, de Universidad de La Laguna:

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/809/Construccion+de+un+PLC+mediante+un+dispositivo+de+bajo+coste.pdf?sequence=1>

Hernández, E. (06 de Enero de 2018). *Estructura de PLC*. Recuperado el 18 de Octubre de 2020, de Autracen: <http://www.autracen.com/estructura/>

Martínez, H. (Abril de 2015). *Módulo didáctico para prácticas de laboratorio con controladores lógicos programables*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2020, de Universidad Autónoma de Nuevo León:

<http://eprints.uanl.mx/9535/1/1080214939.pdf>

Molina Cortés, D. S., & Alvarino Garzón, J. (2016). *Método de programación para PLC'S basado en el estándar IEC 61131 - caso de estudio proceso de elaboración de pan*. Recuperado el 28 de Octubre de 2020, de Universidad de La Salle:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1083&context=ing_automatizacion

Rockwell Automation. (Mayo de 2017). *Terminales gráficos PanelView 800*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2020, de Rockwell Automation:

https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/2711r-br001_-es-p.pdf

Rockwell Automation. (Noviembre de 2018). *Soluciones de visualización*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2020, de Rockwell Automation:

https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/view-sg001_-es-p.pdf

Rockwell Automation. (2020). *Software de diseño y configuración*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2020, de Rockwell Automation:

<https://www.rockwellautomation.com/es-mx/capabilities/industrial-automation-control/design-and-configuration-software.html>

Valdés Fernández, R. (Mayo de 2012). *Automatización de un sistema de climatización con PLC*. Recuperado el 07 de Octubre de 2020, de Instituto Politécnico Nacional:

<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/10566/1/98.pdf>

CAPÍTULO 8: ANEXOS

8.1 Requisición de compra para los gabinetes

En la Figura 41, se puede observar la requisición para la compra de los diez gabinetes que fueron utilizados para la realización del presente proyecto:

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios		Código: TecNM-AD-IT-001-03	
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2		Revisión: 0	
	Referencia a la Norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1		Hoja 1 de 1	

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
REQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS

Fecha: 04/Sep/2020 Folio No: IP/DCEA/2020/0121

NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: CYNTHIA ALEJANDRA RODRÍGUEZ ESPARZA

FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 08/Sep/2020 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

¿Los Bienes o Servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? Sí NO

CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	10.00	Pieza	Panel para instalar equipos electronicos	7,843.20
TOTAL					7,843.20

LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCIÓN: PANEL DE 40CM DE ALTO, 30CM DE ANCHO Y 20CM DE PROFUNDIDAD PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELÉCTRICA ELECTRÓNICA. LO ANTERIOR COMO PARTE DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES RELACIONADO A EQUIPAMIENTO DE LABORATORIOS PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA MECATRÓNICA, INDUSTRIAL Y LOGÍSTICA.

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA EDGAR ZACARÍAS MORENO ZAME751123CNS	Vo.Bo. NOMBRE Y FIRMA DE LA JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN ESTHER BETZABET CERVANTES VILLAGRÁN CEV831107RH7	Vo. Bo. NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO AIDH760128LC8
--	---	---

TecNM-AD-IT-001-03 REV. 0

Figura 41. Requisición para la compra de los gabinetes utilizados en el proyecto.

8.2 Requisición para la compra de los materiales del primer gabinete elaborado

En la Figura 42, se observa la requisición para la compra de los materiales para el primer gabinete que fue elaborado en el presente proyecto:

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios		Código: TecNM-AD-IT-001-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1		Hoja 1 de 1

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
REQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS**

Fecha: 07/Oct/2020 Folio No: IP/DI/2020/0246

NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: VÍCTOR MANUEL VELASCO GALLARDO

FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 07/Oct/2020 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

¿Los Bienes o Servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? SÍ NO

CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	20.00	Pieza	JACK BANANA O PHILIPS ROJO	160.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	8.00	Pieza	JACK BANANA O PHILIPS NEGRO	56.08
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	8.00	Pieza	BANANA PLUG A BANANA PLUG NEGRO	491.84
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	20.00	Pieza	BANANA PLUG A BANANA PLUG ROJO	1,229.60
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	1.00	Pieza	SWITCH MINI DE LLAVE ON-OFF 10 AMP	130.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	10.00	Pieza	PORTA FUSIBLE DE CARTUCHO TIPO AMERICANO	161.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	10.00	Pieza	FUSIBLE TIPO AMERICANO DE 1.5 AMP Y 250	40.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	100.00	Pieza	CABLE PIBOCINA DUPLEX BICOLOR CALIBRE 18	974.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	1.00	Pieza	LINEA PICOMP 2.50 MTS CABLE CAL 18 (CABLE CONDUCTOR)	49.20
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	1.00	Pieza	PASACABLE DE HULE 5.5 MM DE DIAMETRO INT(MATERIAL PARA CANALIZACION)	2.22
T O T A L					3,293.94

LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCIÓN: lo anterior para ser utilizado en la acción: panel de 40cm de alto, 30cm de ancho y 20cm de profundidad para prácticas en el laboratorio de eléctrica electrónica. lo anterior como parte de proyecto de residencias profesionales relacionado a equipamiento de laboratorios para las carreras de Ingeniería mecatrónica, industrial y logística.

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA	Vo.Bo. NOMBRE Y FIRMA DE LA JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN	Vo. Bo. NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR
EDGAR ZACARÍAS MORENO ZAME751123CN9	ESTHER BETZABET CERVANTES VILLAGRÁN CEV831107RH7	HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO AIDH760128LC8

TecNM-AD-IT-001-03 REV. 0

Figura 42. Requisición para la compra de los materiales, para el primer gabinete elaborado en el proyecto.

8.3 Requisiciones para la compra de materiales para el resto de los gabinetes elaborados

En la Figura 43, en la Figura 44, en la Figura 45 y en la Figura 46, se pueden observar las requisiciones para la compra de materiales para el resto de los gabinetes:

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios		Código: TecNM-AD-IT-001-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2		Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1		Hoja 1 de 1

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
REQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS

Fecha: 20/Nov/2020 Folio No: IP/DCEA/2020/0188

NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: CYNTHIA ALEJANDRA RODRÍGUEZ ESPARZA

FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 20/Nov/2020 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

¿Los Bienes o Servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? Sí NO

CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	1.00	Pieza	Cinta de aislar	19.00
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	4.00	Pieza	BANANA PLUG A BANANA PLUG NEGRO	247.36
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	9.00	Pieza	SWITCH MINI DE LLAVE ON-OFF 10 AMP	793.44
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	45.00	Pieza	FUSIBLE TIPO AMERICANO DE 1.5 AMP Y 250	180.00
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	9.00	Pieza	LINEA PICOMP 2.50 MTS CABLE CAL 18 (CABLE CONDUCTOR)	574.20
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	20.00	Pieza	PASACABLE DE HULE 5.5 MM DE DIAMETRO INT.(MATERIAL PARA CANALIZACION)	40.20
25305E010124-2.4.2-44-2	24601	100.00	Pieza	BASE AUTOADHERIBLE DE NAYLON PARA CINCHOS 5MM	290.00
TOTAL					2,144.20

LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCIÓN: Lo anterior para ser utilizado en la acción: ensamble de panel de 40cm de alto, 30cm de ancho y 20cm de profundidad para prácticas en el laboratorio de electrónica; como parte de proyecto de residencias profesionales relacionado a equipamiento de laboratorios para las carreras de Ingeniería mecatrónica, Industrial y logística.

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA EDGAR ZACARÍAS MORENO ZAME751123CN9	Vo.Bo. NOMBRE Y FIRMA DE LA JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN ESTHER BETZABET CERVANTES VILLAGRÁN CEV831107RH7	Vo.Bo. NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO AIDH780128LC8
--	---	--

TecNM-AD-IT-001-03 REV. 0

Figura 43. Primera requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios	Código: TecNM-AD-IT-001-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2	Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1	Hoja 1 de 1

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
REQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS**

Fecha: 20/Nov/2020

Folio No: IP/DI/2020/0287

NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: VÍCTOR MANUEL VELASCO GALLARDO

FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 20/Nov/2020 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

¿Los Bienes o Servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? SÍ NO

CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	3.00	Pieza	CINCHO	177.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	180.00	Pieza	JACK BANANA O PHILIPS ROJO	898.20
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	75.00	Pieza	JACK BANANA O PHILIPS NEGRO	357.00
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	45.00	Pieza	PORTA FUSIBLE DE CARTUCHO TIPO AMERICANO	720.45
381014E021241-4.1.1-76-4	24601	50.00	Pieza	CABLE PIBOCINA DUPLEX BICOLOR CALIBRE 18	600.50
TOTAL					2,753.15

LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCIÓN: Lo anterior para ser utilizado en la acción: ensamble de panel de 40cm de alto, 30cm de ancho y 20cm de profundidad para prácticas en el laboratorio de eléctrica electrónica; como parte de proyecto de residencias profesionales relacionado a equipamiento de laboratorios para las carreras de Ingeniería mecatrónica, Industrial y logística.

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

Vo.Bo.

NOMBRE Y FIRMA DE LA JEFA DEL DEPARTAMENTO DE
PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

Vo. Bo.

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR

EDGAR ZACARÍAS MORENO
ZAME751123CN9

ESTHER BETZABET CERVANTES VILLAGRÁN
CEV831107RH7

HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO
AIDH760128LC8

TecNM-AD-IT-001-03

REV. 0

Figura 44. Segunda requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios	Código: TecNM-AD-IT-001-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2	Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1	Hoja 1 de 1

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
REQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS**

Fecha: 20/Nov/2020

Folio No: IP/DSE/2020/0042

NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: DIEGO JACOB DONDIEGO JAIME

FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 20/Nov/2020 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES

¿Los Bienes o Servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? Sí NO

CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
25305E010112-1.2.4-7-3	24601	96.00	Pieza	BANANA PLUG A BANANA PLUG NEGRO	5,902.08
25305E010112-1.2.4-7-3	24601	50.00	Pieza	BANANA PLUG A BANANA PLUG ROJO	3,074.00
TOTAL					8,976.08

LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCIÓN: Lo anterior para ser utilizado en la acción: ensamble de panel de 40cm de alto, 30cm de ancho y 20cm de profundidad para prácticas en el laboratorio de eléctrica electrónica; como parte de proyecto de residencias profesionales relacionado a equipamiento de laboratorios para las carreras de Ingeniería mecatrónica, Industrial y logística.

SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN

Vo.Bo.

NOMBRE Y FIRMA DE LA JEFA DEL DEPARTAMENTO DE
PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

Vo. Bo.

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR

JORGE NORBERTO MONDRAGÓN REYES
MORJ771018V42

ESTHER BETZABET CERVANTES VILLAGRÁN
CEV631107RH7

HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO
AIDH760128LC8

TecNM-AD-IT-001-03

REV. 0

Figura 45. Tercera requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.

	Formato para Requisición de Bienes y Servicios	Código: TecNM-AD-IT-001-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 6.1, 7.1.1, 7.1.5.2, 8.2	Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 14001:2015 4.2, 6.1, 7.1	Hoja 1 de 1

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
REQUISICIÓN DE BIENES Y SERVICIOS**

Fecha: 20/Nov/2020

Folio No: IP/DSE/2020/0043

NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL ÁREA SOLICITANTE: DIEGO JACOB DONDIEGO JAIME

FECHA Y ÁREA SOLICITANTE: 20/Nov/2020 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES

¿Los Bienes o Servicios están contemplados en el Programa Operativo Anual? Sí NO

CLAVE PRESUPUESTAL	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS BIENES O SERVICIOS	COSTO ESTIMADO TOTAL + I.V.A.
25305E010112-1.2.4-7-3	21401	30.00	Pieza	Cable utp	570.00
TOTAL					570.00

LO ANTERIOR PARA SER UTILIZADO EN LA ACCIÓN: Lo anterior para ser utilizado en la acción: ensamble de panel de 40cm de alto, 30cm de ancho y 20cm de profundidad para prácticas en el laboratorio de eléctrica electrónica; como parte de proyecto de residencias profesionales relacionado a equipamiento de laboratorios para las carreras de Ingeniería mecatrónica, Industrial y logística.

SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN

Vo.Bo.
NOMBRE Y FIRMA DE LA JEFA DEL DEPARTAMENTO DE
PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

Vo. Bo.
NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR

JORGE NORBERTO MONDRAGÓN REYES
MORJ771018V42

ESTHER BETZABET CERVANTES VILLAGRÁN
CEV831107RH7

HUMBERTO AMBRIZ DELGADILLO
AIDH760128LC8

TecNM-AD-IT-001-03

REV. 0

Figura 46. Cuarta requisición para la compra de materiales, para el resto de los gabinetes elaborados en el proyecto.