

**DESARROLLO DE ADECUACIÓN DE LOS BANCOS
DE PRÁCTICA CON PLC EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS Y CONTROL
PARA LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE**

JEFFERSON ANDRÉS MARQUEZ DÍAZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BARRANQUILLA - COLOMBIA**

2021

**DESARROLLO DE ADECUACIÓN DE LOS BANCOS
DE PRÁCTICA CON PLC EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS Y CONTROL
PARA LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE**

JEFFERSON ANDRÉS MARQUEZ DÍAZ

**Trabajo de grado presentado para optar al título de
Ingeniero Mecatrónico**

ASESORES DISCIPLINARES:

ING. Kelvin de Jesús Beleño Sáenz, MSc.

ING. Saúl Pérez Pérez, MSc.

ASESORES METODOLOGICO:

ING. Carlos Díaz Sáenz, MSc.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BARRANQUILLA - COLOMBIA**

2021

Nota de aceptación

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

DEDICATORIA

En el presente trabajo investigado lo dedicamos Principalmente a Dios, por ser el guía principal de este arduo recorrido lleno de objetivos, adversidades y triunfos semestre a semestre, y permitirnos terminar este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, hermanos(a) por su amor y demás familiares, por su trabajo y sacrificio en todos estos años, gracia a ustedes por la confianza puesta en nosotros y demostrarles en que nos hemos convertido y en los profesionales que seremos. Ha sido un orgullo y privilegio ser sus hijos y hermanos.

A nuestros docentes por su paciencia, exigencia y valores enseñados e impuestos, sus conocimiento, experiencia y apoyo moral que nos brindaron así formando nuevos profesionales que están orgullosos de haber pasado por el alma mater de la facultad de ingeniería y demás departamentos de la universidad Autónoma del caribe.

Y a todas las personas y amigos de carrera que de una u otra forma estuvieron presentes viendo y apoyando, crecimos junto a ustedes.

A todos, gracias les damos.

Tabla de contenido

TABLA DE ILUSTRACIONES	7
LISTA DE TABLAS.....	9
GLOSARIO.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2.1. Formulación del problema.....	13
1.3. Justificación y alcance.....	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo general	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. MARCO DE REFERENCIA.....	16
3.1. Estado del arte.....	16
4.3 MARCO TEÓRICO	30
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	31
3.3 MARCO LEGAL.....	37
4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	39
4.1. METODOLOGIA	39
4.2. TIPO DE ESTUDIO.....	39
4.2.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	40
4.2.3 PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	40
4.3 PROCEDIMIENTO.....	41
4.4 CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO.....	42
5. PRESUPUESTO.....	44
5.1. PRESUPUESTO GENERAL.....	45
5.2. PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO	45
5.3. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS.....	46
6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
6.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	48
6.1.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PLC.....	50

6.1.2. SOFTWARE.....	52
6.1.3 VISTA DEL PROYECTO	53
6.2 DISEÑO DE DISPOSITIVO FINAL.....	55
6.2.1. Fase I	56
6.2.2. Fase II	56
6.2.3. Fase III	57
4.3.4. Fase IV	58
6.3. Materiales.....	59
6.3.1 Variador de velocidad.....	59
6.3.2 Relé térmico	59
6.3.3 Breaker	60
6.3.4 Fuente de voltaje.....	60
6.3.5 PLC-1200.....	61
6.3.6 Guarda motor.....	61
6.3.7 Relé sin enclavamiento	62
6.3.8 Marcas	62
6.3.9 Borneras	62
6.3.10 Prensa estopa.....	63
6.3.11 Terminales.....	63
6.3.12 Bananas	64
6.3.13 Cable #8	65
6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
6.5 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS POR EL DISPOSITIVO FINAL	66
CONCLUSIONES.....	70
REFERENCIAS	71
ANEXOS.....	76
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLC SIEMENS S7-1200.....	76
BLOQUE TEMPORIZADORES Y CONTACTORES QUE SOPORTA EL S7 1200	77
CORRIENTE NECESARIA	77

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Robot músico de Jacques Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Ciclorama [14]	20
Figura 2. Telar de Jacquard Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Researchgate [16].	21
Figura 3. Muñeca de Henri Maillardet Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Bluerock [18].	21
Figura 4. Torno CAPSTAN Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Timetoast [21].	22
Figura 5. Control modular Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Blogspos [23].	22
Figura 6. Sistema de producción integrado Fuente: versión tomada de fuente online disponible Autobild [25].	23
Figura 7. Control Beckhoff en pc, Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Timetoast [27].	23
Figura 8. Conexión ethernet industrial Fuente : versión tomada de fuente online disponible en Docplayer [28].	24
Figura 9. PLC en pequeñas dimensiones Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Autycorn [30].	24
Figura 10. PLC usado en proceso industrial Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Aldakin [32].	25
Figura 11. PLC 1200 usado en proceso industrial Fuente: versión tomada de fuente online disponible en [34].	25
Figura 12. EI DL EM-TEST Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Revista PQ [36].	26
Figura 13. Variador de velocidad Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Disai.net [39].	27
Figura 14. Osciloscopio Fuente: versión tomada de fuente online disponible en sweetesthome [41].	28
Figura 15. Módulo PEAK Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Eccí [43]. ...	28
Figura 16. Módulo flexible de producción Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Didactic [45].	29
Figura 17. Banco de control por dentro. Fuente: Imagen de fuente propia	48
Figura 18. Banco de control por fuera. Fuente: Imagen de fuente propia	49
Figura 19. PLC 1200, fuente: : versión tomada de fuente online disponible en Masvoltaje [65]	50
Figura 20. Estructura S7 1200, Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Docplayer [66].	51
Figura 21. Figura 21. Pantalla principal de ejecución, fuente: imagen de fuente propia.	53
Figura 22. vista de proyecto, fuente: imagen de fuente propia.	53
Figura 23. Gabinete de control Fuente: Imagen de fuente propia	56
Figura 24. Realizando conexiones, Fuente: Imagen de fuente propia.	57
Figura 25. portada de guías, Fuente: Imagen de fuente propia.	58
Figura 26. Variador de velocidad, Fuente: Imagen de fuente propia.	59
Figura 27. Relé térmico, Fuente: Imagen de fuente propia	60

Figura 28. Breaker, Fuente: Imagen de fuente propia.....	60
Figura 29. Fuente de poder SIEMENS, Fuente: Imagen de fuente propia.	60
Figura 30. PLC-1200, Fuente: Imagen de fuente propia.	61
Figura 31. Guarda motor SIEMENS, Fuente: Imagen de fuente propia.	61
Figura 32. Relé SIEMENS, Fuente: Imagen de fuente propia.	62
Figura 33. Marcas, Fuente: Imagen de fuente propia.	62
Figura 34. Borneras, Fuente: Imagen de fuente propia.....	63
Figura 35. Prensa estopa, Fuente: Imagen de fuente propia.	63
Figura 36. Terminales, Fuente: Imagen de fuente propia.....	64
Figura 37. Bananas electrónicas, Fuente: Imagen de fuente propia.	64
Figura 38. Cable #8, Fuente: Imagen de fuente propia.	65
<i>Figura 39. TIA PORTAL- crear proyecto, Fuente: imagen fuente propia.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 40. TIA PORTAL- escoger CPU, Fuente: imagen fuente propia.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 41, TIA PORTAL- abrir Main, Fuente: imagen fuente propia.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 42, TIA PORTAL- secuencia, Fuente: imagen fuente propia</i>	<i>68</i>
<i>Figura 43, TIA PORTAL- cargar secuencia, Fuente: imagen de fuente propia.....</i>	<i>69</i>
Figura 44. Especificaciones técnicas, fuente: versión tomada de fuente online disponible en Stanley. [67]	76
Figura 45. Especificaciones técnicas, fuente: versión tomada de fuente online disponible en Stanley. [67]	77

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de actividad	42
Tabla 2. Actividades valor.....	44
Tabla 3. Presupuesto general	45
Tabla 4. Costo personal científico.....	46
Tabla 5. Costo de personal de apoyo.	46
Tabla 6. Costo de materiales.	47
Tabla 7. Costo de equipos.	47
Tabla 8. Requisitos del sistema operativo para el PLC.....	52

GLOSARIO

PLC-1200: El controlador modular SIMATIC S7-1200 es el núcleo de la nueva línea de productos Siemens para tareas de automatización sencillas, pero de alta precisión.

Automatización: Consiste en usar la tecnología para realizar tareas casi sin necesidad de las personas. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas. Sin embargo, es más común en aquellos relacionados con la fabricación, la robótica y los automóviles, así como en el mundo de la tecnología, como el software de decisiones empresariales y los sistemas de TI.

Banco de prueba: es una herramienta utilizada para poder experimentar cualquier tipo de conocimiento en el que se base la misma.

PLC S7-1200: Es un controlador compacto que facilita la realización de tareas de alta precisión. Su diseño, es escalable y flexible. Con un software que es fácil de aprender y de usar, con una navegación sencilla gracias a que los símbolos y los menús están estandarizados en todas las vistas.

RESUMEN

Este proyecto de tesis fue elaborado para la actualización de un banco de prueba con un PLC-1200, para el laboratorio de máquinas y control de la universidad Autónoma del Caribe, debido a la falta de recurso de los mismos, esa fue la fuente de inspiración para desarrollar este proyecto de tesis. Dentro de este proyecto de tesis se elaboró una investigación acerca de la utilización y las diferentes aplicaciones que presenta este dispositivo PLC S7-1200 con la finalidad de incrementar e implementar este equipo en el laboratorio de máquinas y control.

Presentamos una propuesta de pre-guía de prácticas de funcionamiento del banco de pruebas como iniciativa para el aprendizaje de los estudiantes. Acercamiento al desarrollo de los lenguajes de programación según el programa específico TIA PORTA V13, Step 7 - SIEMENS

Palabras claves: PLC, automatización, motores eléctricos, programación, step 7.

ABSTRACT

This thesis project was prepared to update a test bench with a PLC-1200, for the machinery and control laboratory of the Autonomous University of the Caribbean, due to the lack of resources thereof, that was the source of inspiration. to develop this thesis project. Within this thesis project, an investigation was carried out on the use and different applications of this S7-1200 PLC device in order to increase and implement this equipment in the machinery and control laboratory.

We present a proposal for a pre-practice guide for the operation of the test bench as an initiative for student learning. Approach to the development of programming languages according to the specific program TIA PORTA V13, Step 7 – SIEMENS.

Keywords: PLC, automation, electric motors, programming, step 7.

INTRODUCCIÓN

La educación a nivel profesional debe estar en constante crecimiento y desde este nivel deben plantearse ideas innovadoras, permitiendo al estudiante desarrollar su ingenio y aumentando su capacidad para plantear y resolver problemas desde un punto de vista ingenieril.

En este proyecto se logró hacer una actualización y reestructuración del banco de prueba de PLC (controlador lógico programable) en la universidad Del Autónoma del Caribe con el fin que los estudiantes de ingeniería electrónica y mecatrónica hagan sus respectivas experiencias de laboratorio de máquinas y control en las instalaciones de dicha universidad.

Gracias a esta actualización y reestructuración del banco de prueba de PLC (controlador lógico programable) se desarrollaron una serie de guías de laboratorio abarcando toda la temática del curso de automatización industrial, la cual es de bastante importancia para los estudiantes que quieran afianzar los conocimientos en automatización industrial ya que es una rama de trabajo que se está desarrollando en la industria.

También cabe resaltar que con esta mejora en los bancos de prueba de la universidad Autónoma Del Caribe posiciona a esta entre una de las universidades y corporaciones con dispositivos como este que estén a la vanguardia y así poder competir en concursos de automatización que se hacen anualmente y esto ayuda a dar a conocer a la universidad.

En la industria los PLC es un dispositivo que están hecho para la industria ya que tienen un sinfín de aplicaciones porque tiene características que lo hacen ser bastante versátil y para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Formulación del problema

Algunos bancos de práctica del laboratorio de automatización no están en funcionamiento ya que los PLC (Controladores lógico programables) son obsoletos y algunos están fuera de servicio. Debido a esto los estudiantes tienen problema a la hora de aplicar los conocimientos teóricos en la parte práctica y su aprendizaje en el campo de la automatización se ve perjudicado.

Esta problemática también afecta a la universidad ya que disminuye su participación en el campo de la automatización, por esto, el proyecto a realizar se basa en actualizar y reestructurar los bancos de práctica del laboratorio de automatización, que va a consistir en cambiar los dispositivos principales por otros más actualizados, en otras palabras, cambiar los PLC s7 200 por unos PLC s7 1200.

En el laboratorio de automatización no se cuenta con dispositivos de control PLC (Controlador lógico programable) modernos, los PLC s7 200 son controladores un poco anticuados y en la industria ya se han modificado y reemplazado por otros.

Al momento de hacer el cambio de PLC s7 200 por otros modernos, el cableado eléctrico será diferente porque cada modelo de controlador tiene sus diferentes entradas y salidas de trabajo.

Los PLC modernos tienen nuevas formas de programación, entonces al momento de implementarlos en los laboratorios de automatización las formas de enseñar serán diferentes y los docentes deberán tener material de apoyo para las practicas.

¿Cómo mejorar estrategias didácticas utilizadas en el área de automatización industrial para fortalecer las competencias de los estudiantes de la facultad de ingeniería?

1.3. Justificación y alcance

Con la actualización de los bancos de práctica del laboratorio de automatización se espera que los estudiantes conozcan más sobre este campo de la industria ya que los PLC (Controladores lógicos programables) son muy utilizados por las empresas para automatizar procesos industriales y llegar a implementarlos de la mejor manera genera confianza entre los dueños de la empresa.

El proyecto también garantiza un ahorro económico considerable para la universidad ya que no tendría que comprar bancos de practica nuevos que son sumamente costosos, al igual que el costo de inversión en el proyecto que también sería una suma considerable y es asumido por los desarrolladores del proyecto.

La universidad también asiste a eventos donde los temas principales son la programación de PLC entonces, mantener los laboratorios con tecnología actual garantiza que los estudiantes tengan más probabilidad de tener éxito. También este banco de control quedaría a disposición para cualquier estudiante tanto en horas de prácticas obligatorias como al momento que deseen hacer uso de ellos para adquirir mayor destreza y familiaridad con los PLC.

Con este proyecto se obtienen resultados muy beneficiosos para la universidad autónoma del caribe ya que se podrá estar a nivel de otras universidades, corporaciones y empresas en la parte de la automatización industrial teniendo en cuenta que esta tecnología está en su mayor esplendor en la parte laboral y pedagógica.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Estructurar los bancos de práctica con PLC en el laboratorio de máquinas y control de la universidad Autónoma del Caribe.

2.2. Objetivos específicos

1. Identificar los dispositivos electrónicos que se pueden reutilizar y los nuevos a implementar para la modernización de los bancos de práctica.
2. Rediseñar los bancos de control de práctica para la implementación de los nuevos dispositivos.
3. Realizar las guías prácticas de trabajo para el uso adecuado de programación que complementen el curso teórico de automatización industrial.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Estado del arte

Según Blanco Rios, este proyecto tiene como objetivo “Diseñar e implementar un banco de pruebas para el control de flujo y temperatura que pueda ser operado de manera local y remota” [1]. Los desarrolladores vieron la necesidad de manipular variables como temperatura y flujo, ya que algunas necesitan mantener en estabilidad su temperatura y para esto diseñaron los bancos de prueba para simular las variaciones de la temperatura y que factores intervienen en los cambios.

La metodología usada fue la PMBOK, ya que es una herramienta muy conocida en su universidad y es de fácil implementación. La solución para el diseño del banco de prueba fue utilizar una placa Raspberry y placa Arduino, ambas porque son de bajo costo y además tienen compatibilidad en funcionamiento. El diseño del banco y su punto de vista y ejecución empresarial son aportes fundamentales para el desarrollo de futuros proyectos.

De acuerdo con Carpeta García, el proyecto consiste en diseñar un gabinete de control para el acceso de personas en el aeropuerto Ernesto Cortizos [2]. El investigador notó que en este aeropuerto había una entrada que no tenía funcionamiento y decidió buscar una solución óptima para aprovechar esa entrada. Como solución utilizó sensores, actuadores y circuitos de control. Además, uso la metodología investigativa para el desarrollo y estructuración del proyecto.

El interés de este proyecto en diseñar un gabinete de control y lo esencial que es para empresas, se indica que la universidad debe tener laboratorios capaces de simular este tipo de tareas para que así los estudiantes puedan generar soluciones en diferentes campos de trabajo.

Conforme a lo descrito por salas reyes, el proyecto consiste en un banco de prueba educativo para los estudiantes de dicha universidad Autónoma del Caribe [3]. En su investigación notaron que la universidad no contaba con estos elementos de trabajo para poner en práctica lo visto en sus clases teóricas. La solución fue reutilizar varios dispositivos y componentes que tenía la

universidad y comprar los faltantes para el desarrollo de este proyecto. La idea de reutilizar varios componentes y dispositivos fue un aporte fundamental para el proyecto realizado por nosotros.

Concorde a Carranza Redondo, se muestra los pasos realizados para rediseñar el sistema de calentamiento presente en la Empresa Mundial de Tambores LTDA [4]. Para la solución se analizó las características iniciales del proceso, del cual se obtuvieron sus ventajas y desventajas, para así con estas referencias, mejorar las falencias en el sistema y mantener los atributos de este. La metodología utilizada fue la investigativa y el aporte de este trabajo de grado es el paso a paso del diseño y la metodología utilizada para la estructuración del proyecto.

Con lo presentado por Barrios, el proyecto “Automatización con TIA portal v13 de un sistema híbrido de energía eléctrica con estudio de la calidad de energía eléctrica” [5]. también consiste en el diseño de un sistema control híbrido para el uso Residencial/ Industrial, que brinde la posibilidad de aprovechar la energía solar y la red pública para proporcionar la energía requerida de una forma eficiente.

El aporte de este trabajo es la implementación del programa TIA Portal ya que será el mismo que se utilizará para el proyecto de este trabajo de grado. En este proyecto se pudo tener en cuenta el tipo de programa que es usado ya que este programa “TIA portal” el cual brinda muchas opciones para realizar desde la parte de la automatización.

Este proyecto que esta titulado como “Diseño, montaje y puesta en marcha de un banco didáctico de pruebas de bombas de desplazamiento positivo tipo paletas para el laboratorio de máquinas hidráulicas de la Universidad Autónoma del Caribe” [6].

Muestra un sistema de estudio de máquinas de desplazamiento positivo de tipo paleta que está conformado por un banco didáctico que a su vez está constituido por tuberías, basculas, sensores y traductores que proporcionan el buen funcionamiento y manejo de la bomba de

desplazamiento. Se obtuvo de este proyecto un aporte de un banco de prueba en el que salió beneficiado la universidad.

Titula como “Recuperación y mantenimiento del banco de acondicionamiento de aire automotriz en el laboratorio de plantas térmicas de la Universidad Autónoma del Caribe” [7]. en el cual se solucionara el problema del laboratorio de plantas térmicas, referente a la recuperación del existente banco usado para el estudio de los sistemas de aire acondicionado automotriz y motores térmicos tipo Otto, operando con gasolina y gas natural comprimido.

La no operatividad del banco, está afectando la calidad de la enseñanza de este tipo de tecnologías, que necesiten de un soporte visual y funcional para su completa comprensión, requisito básico para posteriormente operarlos y mantenerlos de manera efectiva. El aporte referenciado en este documento fue la recuperación de un banco de prueba y conlleva a la recuperación de un importante laboratorio de dicha universidad.

Conforme a lo descrito por Romero Romero, este Proyecto se titula como “Diseño de un laboratorio de motores de combustión interna tipo alternativo en la Universidad Autónoma del Caribe” [8]. el cual se desarrolló pensando en la necesidad de los estudiantes de mecánica industrial de la Universidad Autónoma del Caribe, para la elaboración de sus prácticas el cual consiste en la construcción de un laboratorio de diseño de combustión interna tipo alternativo; todo esto para la formación profesional de los mismos estudiantes de la Institución para así poder aplicar los conocimientos ya aprendidos previamente en las materias teóricas. Aquí hubo un gran aporte al implementar un laboratorio que no existía en la universidad el cual da un gran aporte a las materias teóricas que se dan en el pensum de dicha universidad.

Este Proyecto se titula como “Diseño, construcción y puesta en marcha de un banco de ensayos de un sistema hidroneumático para el laboratorio de mecánica de fluidos de la Universidad Autónoma del Caribe” [9]. Realizó un banco de pruebas para el estudio de un sistema hidroneumático, realizado para la Universidad Autónoma del Caribe con el fin de mejorar la infraestructura física en lo que se refiere a los laboratorios.

Con esto se buscó que los estudiantes del programa de Ingeniería Mecánica adquirieran un mejor nivel de competencia en su vida profesional. De aquí se puede rescatar un gran aporte al implementar un laboratorio que no existía en la universidad el cual da un gran aporte a las materias teóricas que se dan en el pensum de dicha universidad.

Según Castilla Acosta, como su nombre lo dice “Diseño e implementación de un banco de prueba de filtros análogos y digitales en el análisis de la señales electrocardiográficas (ECG) para el laboratorio del programa de ingeniería electrónica y de telecomunicaciones de la Universidad Autónoma del Caribe” [10] .

Se creó un banco de prueba para el laboratorio de la institución pensando en los estudiantes de ingeniería electrónica y telecomunicaciones ya que este ayuda a aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos en los cursos teóricos. El aporte que se obtuvo al implementar un laboratorio que no existía en la universidad el cual da un gran aporte a las materias teóricas que se dan en el pensum de dicha universidad.

La presente Tesis elaborada por Miranda, tiene por nombre “Diseño e implementación de un banco de prueba dinámico – didáctico con lazos de control de presión y peso para el laboratorio de automatización de la ups-g” [11]. se basa en aplicaciones reales en la industria. Las variables de proceso a trabajar son: control de nivel por peso y control de presión por variador de velocidad con su respectiva bomba.

El objetivo principal es diseñar un Sistema de Supervisión con la Herramienta TIA PORTAL, para monitorear desde el computador y así controlar, supervisar los diferentes componentes y equipos del banco de prueba dinámico. De aquí se puede rescatar un gran aporte al implementar un laboratorio que no existía en la universidad el cual da un gran aporte a las materias teóricas que se dan en el pensum de dicha universidad.

Este proyecto de grado que lleva por nombre “Estudio, diseño y creación de un banco de pruebas de arranque de motores trifásicos con PLC para el laboratorio de máquinas eléctricas de la facultad técnica de la universidad católica de Santiago de Guayaquil”. fue elaborado debido a la falta de recurso de los mismos, esa fue la fuente de inspiración para desarrollar este

proyecto de tesis.

Dentro de este proyecto de tesis se elaboró una investigación acerca de la utilización y las diferentes aplicaciones que presenta este dispositivo PLC S7–1200 con un CPU 1212C con la finalidad de incrementar e implementar este equipo en el laboratorio de máquinas eléctricas [12].

Los primeros indicios de automatización se remontan en Europa en los siglos XVII y XVIII se construyeron muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. Jacques de Vaucansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del siglo XVIII. se trataba de robots mecánicos diseñados para un propósito específico: la diversión [13].



Figura 1. Robot músico de Jacques Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Ciclorama [14]

El primer ejemplo de automatización real fue el Telar de Jacquard que en inicios del siglo XVIII utilizó tarjetas perforadas para automatizar el proceso de tejido, así mientras un experto del telar tradicional hacía 2 cm de brocado en una semana, el Telar de Jacquard era capaz de producir hasta sesenta cm de brocado en la misma semana [15].

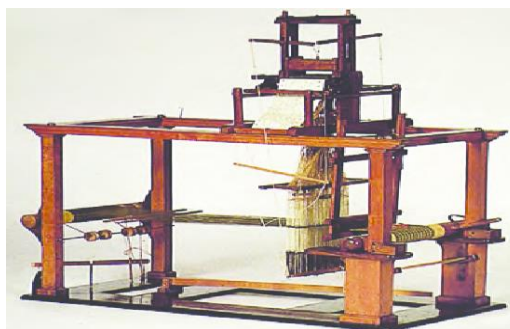


Figura 2. Telar de Jacquard Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Researchgate [16].

El suizo Henri Maillardet construyó en 1805 una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos. Una serie de levas se utilizaban como el programa para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. Estos inventos mecánicos de forma humana deben considerarse como inversiones que reflejaron el genio de hombres que se anticiparon a su época [17].



Figura 3. Muñeca de Henri Maillardet Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Bluerock [18].

Un cambio que impacto fue en el año 1947 nació la idea original de los Físicos John Bardeen, Walter Brattain y William Shokkley desarrollan el primer transistor en los laboratorios de Bell [19].

Siguiendo el curso de la historia en el año 1959 fue un año que marco la automatización debido a que surgió la primera herramienta de maquinado controlada por computador. El primer controlador SIMATIC en un torno capstan fue presentado en la sexta versión de la feria EMO de París. La lógica todavía era por cableado [20].

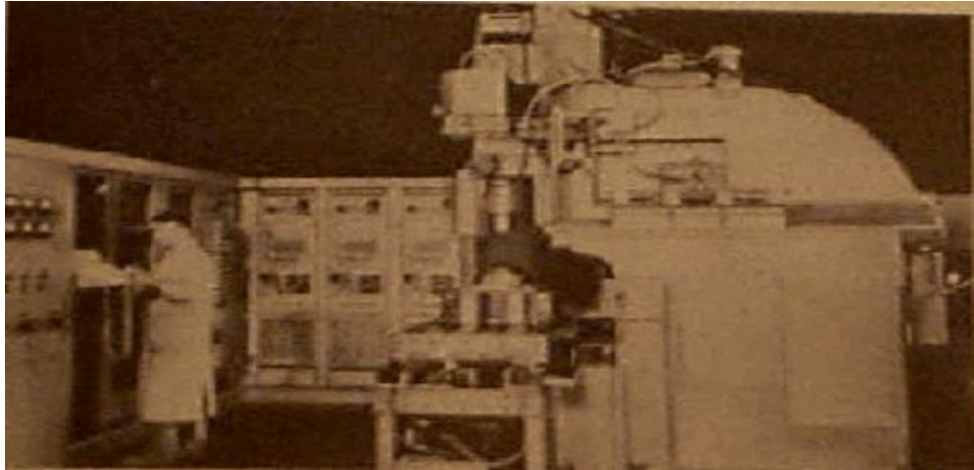


Figura 4. Torno CAPSTAN Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Timetoast [21].

Desde el año 1968 a 1978 nace y aportan a la exitosa historia del PLC empezó con el Control Industrial Modular de Dick Morley y también dispositivos de programación de la era pre-PC eran muy grandes y pesados. La programación CNC a nivel de máquinas – una vez más introducido por AMK – representó un proceso notable [22].



Figura 5. Control modular Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Blogspos [23].

En el año 1920 la industria del automóvil cambió estos conceptos en un sistema de producción integrado. El objetivo de este sistema de línea de montaje era reducir los precios. A pesar de los avances más recientes, éste es el sistema de producción con el que la mayoría de la gente asocia el término automatización [24].



Figura 6. Sistema de producción integrado Fuente: versión tomada de fuente online disponible Autobild [25].

Un hecho histórico sucedió en el año 1987 el cual un cliente solicitó que un sistema de control Beckhoff fuera equipado con un disco duro. La solución más simple fue la de integrar un PC. Pronto se evidenció que el PC podría hacer más que actuar como un recolector de datos para el sistema de control, y la era de los PC en la industria de la automatización arrancó [26].



Figura 7. Control Beckhoff en pc, Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Timetoast [27].

En 1997 llegó el empuje de integración, la tecnología de la automatización evolucionaba en un control cada vez más descentralizado e inteligente, con componentes que se comunicaban entre ellos con Ethernet industrial [26].

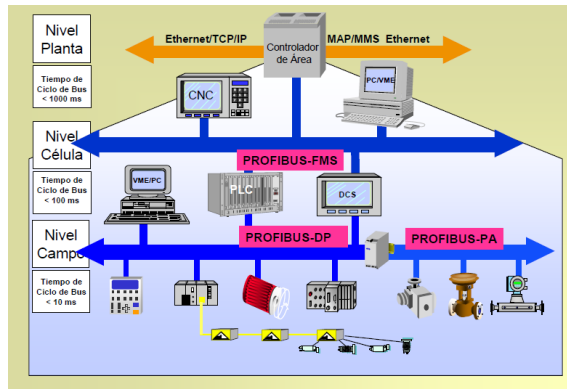


Figura 8. Conexión ethernet industrial Fuente : versión tomada de fuente online disponible en Docplayer [28].

Desde el año 2004 comenzó el PLC se obtuvo la revolución en la automatización llegó el microchip, cuando se implantó la funcionalidad del PLC en esta estructura de pequeñas dimensiones [29].



Figura 9. PLC en pequeñas dimensiones Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Autycm [30].

El termino automatización se ha utiliza para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi independiente del control humano. En comunicaciones, aviación y astronáutica, también se utiliza en gran medida en las industrias como alimentos y bebidas, refinerías de petróleo, productos químicos, automóviles [31].



Figura 10. PLC usado en proceso industrial Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Aldakin [32].

Esta tecnología a usar en el proyecto de grado tiene muchos ámbitos en donde se puede utilizar ya sea la parte de alimentos, transporte, empaçado, hogares, universidades, etc. Entonces debido a eso se va a dar ejemplos en donde se ha utilizado este tipo de tecnología y el impacto beneficioso que ha traído donde se han implementado.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones [33].

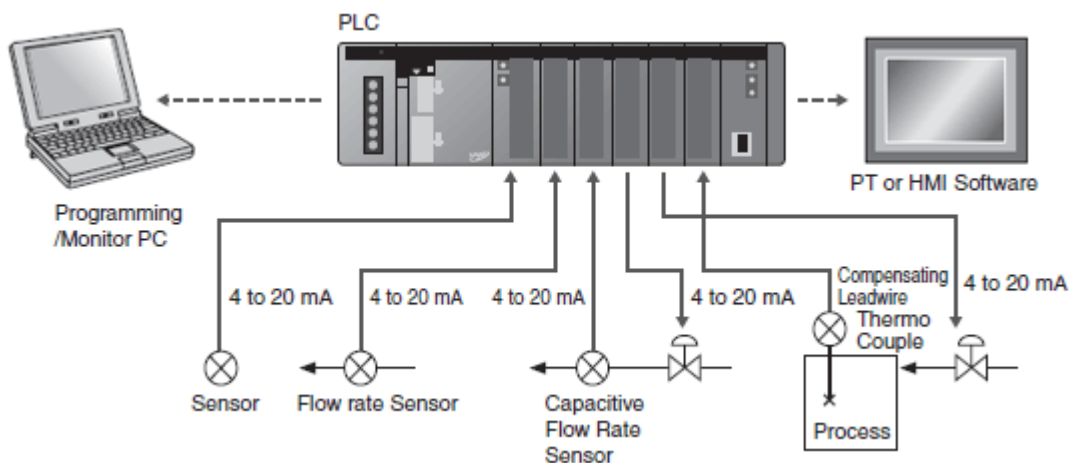


Figura 11. PLC 1200 usado en proceso industrial Fuente: versión tomada de fuente online disponible en [34].

El DL EM-TEST es un banco multiusos para el estudio y caracterización de las máquinas

eléctricas mediante un método de prueba automatizado.

El sistema se compone de las siguientes secciones principales el motor principal el cual se compone de un máquina asíncrona trifásica de jaula de ardilla, Software de adquisición de datos para máquinas eléctricas: realiza la automatización de pruebas y proporciona la interfaz de usuario para ejecutar los experimentos, Puerta de enlace HMI: da los comandos al motor primario, por lo que puede utilizarse como accionamiento, carga o control de velocidad y para poner la máquina bajo prueba en condiciones de trabajo específicas e instrumentos: recogen los datos mecánicos (velocidad, par y temperatura) así como los datos eléctricos (CA y CC, voltaje, corriente y potencia) [35].



Figura 12. El DL EM-TEST Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Revista PQ [36].

Este trabajo “Modelado, simulación y diseño de un banco de pruebas aplicado a un controlador de ciclos usado en un sistema de calentamiento instalado en una plataforma costa afuera” el cual tiene como fin el método de control de ciclos completos o “disparo por ráfagas” es una estrategia adecuada in aplicaciones de calentamiento, donde la potencia transferida a elementos resistivos es controlada por regulación de ciclos completos ON-OFF de la fuente de suministro [37].

Todos los proyectos antes mencionados cuentan con la tecnología del PLC-1200. Estos proyectos tienen como fin utilizar la automatización para pedagogía y aportar en el ámbito de sus respectivas instituciones.

El control de este equipo mantiene el punto de ajuste para el control de lazo cerrado en ventiladores, controlando la presión, el flujo y la temperatura, y eliminando la necesidad de una señal de salida de lazo cerrado a partir de un BAS. Con un teclado LCD fácil de leer, que proporciona una interfaz de Hand-Off-Auto y un reloj de tiempo real. Estas características hacen del Z1000 perfecto para muchas aplicaciones de automatización de edificios que requieren un control fiable del motor.

Posee la fecha y hora de los eventos, junto con los controles de temporizador para iniciar la parada y cambios de velocidad sin necesidad de controles externos [38].

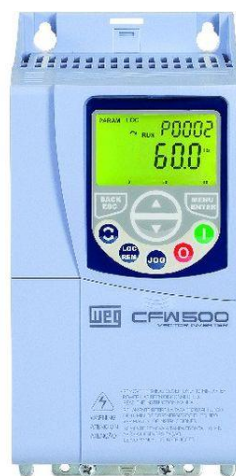


Figura 13. Variador de velocidad Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Disai.net [39].

En un osciloscopio existen, básicamente, dos tipos de controles que son utilizados como reguladores que ajustan la señal de entrada y permiten, consecuentemente, medir en la pantalla y de esta manera se puede ver la forma de la señal medida por el osciloscopio, esto denominado en forma técnica se puede decir que el osciloscopio sirve para observar la señal que quiera medir [40].

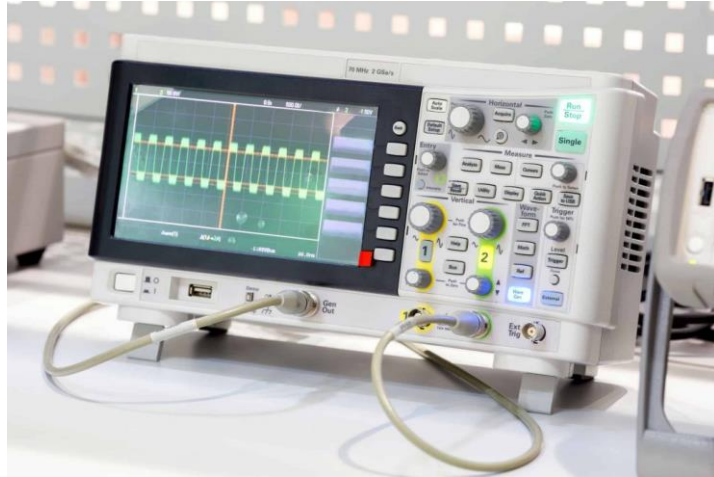


Figura 14. Osciloscopio Fuente: versión tomada de fuente online disponible en [sweetesthome](#) [41].

Puntos de verificación modelo PEAK de componentes ubicados estratégicamente para uso libre en el cual se puede obtener valores más exactos de los siguientes elementos como Bobina, Condensador, Resistencia, Diodos Zener, SCR, TRIAC, Transistores y Reguladores El módulo PEAK de transistor cuenta con software especializado en simulaciones del comportamiento de la corriente y voltaje en los transistores [42].



Figura 15. Módulo PEAK Fuente: versión tomada de fuente online disponible en [Ecci](#) [43].

Un sistema de modular flexible o “MODULAR PRODUCTION SYSTEM” en este tipo de modulo

se pueden hacer procesos como la distribución, inspección, procesamiento, transporte y almacenamiento de piezas. Puede realizar una verdadera representación del proceso práctico de la producción industrial [44].



Figura 16. Módulo flexible de producción Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Didactic [45].

4.3 MARCO TEÓRICO

En esta etapa se tiene en cuenta las teorías o conocimientos que debes tener para poder desarrollar el proyecto ya que si cuentas con los siguientes conocimientos podrás finalizar el proyecto en el menor tiempo posible.

Dentro de la fundamentación teórica, se analiza la teoría de análisis de circuitos de corriente eléctrica, la cual es una de las bases requeridas para las ingenierías eléctrica y electrónica, ya que muchos de los dispositivos dentro la ingeniería aplicada y de investigación requiere necesariamente del dominio de los principios básicos del análisis de los circuitos eléctricos.

Introducirse al análisis de circuitos desarrolla el pensamiento lógico que posteriormente servirá de manera directa para otras materias relacionadas con la ingeniería eléctrica, además una vez que se tiene la habilidad en el análisis de circuitos eléctricos se pueden proponer y llevar a cabo soluciones de problemas teóricas y prácticos [46].

Estos son elementos básicos pero muy esenciales, son necesarios para elaborar cualquier circuito eléctrico ya sea en corriente directa o continua pues si no tienes la base de circuitos eléctricos se tendrían varios inconvenientes al analizar un circuito, hacer conexiones etc.

La teoría de programación es una asignatura que con ella se pretende que el alumno adquiera unos conocimientos básicos sobre las técnicas de programación y la metodología del diseño de software aplicables a los lenguajes de alto nivel tradicionales. En particular, el alumno aprenderá a programar en el lenguaje C. se pretende obtener conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería [47].

La programación es una de las asignaturas que tienen mayor impacto en este proyecto ya que si se posee estos conocimientos podrás comunicar, programar y comprender más rápido las

máquinas y componentes que se trataron en este proyecto.

En particular los conocimientos de la asignatura automatización industrial son esenciales para llevar acabo ya sea una comunicación entre máquinas, desarrollar un software o solamente manejarlo, ya que esto conlleva conocimientos básicos en programación. Descripción de la asignatura. Adecuación al perfil profesional. La automática es una disciplina que pretende realizar con la menor intervención posible, tareas laborales que realizan los humanos.

Cuando este concepto se aplica en un entorno industrial es lo que se conoce como automatización industrial. Dentro de esta área, esta asignatura supone un conocimiento para abordar el análisis y diseño de sistemas de automatización industriales y en aspectos más necesarios para un ingeniero de electrónica y automática [48].

La automatización industrial es la asignatura que más impacta en el proyecto de grado ya que esta es en la que se basa esta tecnología a usar en el banco de prueba, pues que en esta materia se avanza exponencialmente en tecnología y para así poder estar actualizados en las tendencias requeridas en la automatización se debe tener los últimos PLC en el mercado.

Conocer y dominar una aplicación CAD. Sabiendo utilizarla para la correcta representación de los cuerpos y para la resolución de problemas geométricos. - Interpretar correctamente planos, esquemas y gráficos. Así como los símbolos gráficos normalizados y las normas de Dibujo Técnico en general. - - Resolver problemas geométricos planos. Aplicaciones a la Ingeniería civil - Aplicación de métodos gráficos para visualizar planteamientos y resolver problemas. dibujo a mano alzada, matemática, geometría y tecnología de los materiales de construcción. También tiene ramos de inglés, computación, AutoCAD y física fundamental [49]. Manejar un sistema CAD nos ayuda a dimensionar los espacios para así poder saber escoger el tamaño adecuado de los dispositivos electrónicos a usar en el proyecto.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

Para desarrollo de este proyecto se debe tener claro una variedad de conceptos y así poder identificar que materiales son adecuados para el éxito de la entrega del producto. A continuación, se expresan elementos conceptuales que permiten contextualizar el proyecto.

Interruptor magneto-térmico. Dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. “Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule)” [50]. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Guarda motor. Un guarda motor es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores [51]. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores. Su curva característica se denomina D o K.

Relé térmico. como su nombre lo indica es un relevador por temperatura ósea saca o deja energizado su carga dependiendo de su regulación. Su funcionamiento se basa en el calor producido por el efecto Joule. Una corriente al circular por un conductor puede dar lugar a un calentamiento del mismo si su valor es superior a la corriente para la que se ha dimensionado dicho conductor. El tiempo de calentamiento será más lento o más rápido en función del valor de la sobre intensidad que circula por el conductor [52].

Fuente de voltaje. componente electrónico que sirve para abastecer de electricidad al computador. Un nombre más adecuado sería el de transformador, porque convierte o transforma corriente alterna (AC) en corriente directa (DC), y baja el voltaje de 120 voltios AC a 12,5 voltios DC [53].

Contactador. El contactador es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga. Es la pieza clave del automatismo en el motor eléctrico. Su principal aplicación es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos relacionados con instalaciones de motores. Excepto los pequeños motores individuales, que son accionados manualmente o por relé, el resto de motores se accionan por contactores. La bobina es un electroimán que acciona los contactos, abriendo los cerrados y cerrando los contacto abiertos. Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado de reposo [54].

Variador de velocidad. Como lo indica Reyes, Cid y Vargas en su libro de automatización indican que es un “dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive)” [55].

Aplicación. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc. Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad [56].

Tipos de acciones. Entre las diversas ventajas en el control del proceso proporcionadas por el empleo de variadores de velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.

- Compensación de variables en procesos variables.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del Par motor (torque).

Tipos de variadores. Seguidamente se indican un conjunto de variadores que permiten controlar la velocidad giratoria de la máquina.

Variadores mecánicos. Variador de paso ajustable: este dispositivo emplea poleas y bandas en las cuales el diámetro de una o más poleas puede ser modificado.

Variador de tracción: transmite potencia a través de rodillos metálicos. La relación de velocidades de entrada/salida se ajusta moviendo los rodillos para cambiar las áreas de contacto entre ellos y así la relación de transmisión [57].

Variadores hidráulicos. Variador hidrostático: consta de una bomba hidráulica y un motor hidráulico (ambos de desplazamiento positivo). Una revolución de la bomba o el motor corresponde a una cantidad bien definida de volumen del fluido manejado. De esta forma la velocidad puede ser controlada mediante la regulación de una válvula de control, o bien, cambiando el desplazamiento de la bomba o el motor [57].

Variador hidrodinámico. Emplea aceite hidráulico para transmitir par mecánico entre un impulsor de entrada (sobre un eje de velocidad constante) y un rotor de salida (sobre un eje de velocidad ajustable). También llamado acoplador hidráulico de llenado variable [57].

Variador hidrovicoso. Consta de uno o más discos conectados con un eje de entrada, los cuales estará en contacto físico (pero no conectados mecánicamente) con uno o más discos conectados al eje de salida. El par mecánico (torque) se transmite desde el eje de entrada al de salida a través de la película de aceite entre los discos. De esta forma, el par transmitido es proporcional a la presión ejercida por el cilindro hidráulico que presiona los discos [57].

Variadores eléctricos. Existen cuatro categorías de variadores de velocidad eléctrico-electrónicos:

- variadores para motores de CC.
- variadores de velocidad por corrientes de Eddy.
- variadores de deslizamiento.
- variadores para motores de CA (también conocidos como variadores de frecuencia). [57].

Controlador lógico programable (PLC). Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción, así como atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado [58].

Estructura interna. Sus partes fundamentales son la unidad central de proceso o CPU, y las interfaces de entrada y salida. La CPU es el cerebro del PLC y está formado por el procesador y la memoria. El procesador se encarga de ejecutar el programa escrito por el usuario, que se encuentra almacenado en la memoria. Además, el procesador se comunica con el exterior mediante sus puertos de comunicación y realiza funciones de autodiagnóstico. La interfaz de entrada se ocupa de adaptar las señales provenientes de los elementos captadores, tales como botoneras, llaves, límites de carrera etc. a nivel que el CPU pueda interpretar como información. Por otra parte, cuando la CPU resuelve, a través de un programa interno, activa algún elemento de campo, la interfaz de salida es la encargada de administrar la potencia necesaria para comandar el actuador [58].

Ventajas y desventajas. Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Así como soportar las vibraciones mecánicas generadas por la maquinaria ya que otros dispositivos serían altamente frágiles o propensos a fallas o rupturas [59].

Gabinetes de control. Los tableros eléctricos son gabinetes donde se alojan todos los equipos de protección, maniobra, control, medición, comunicación, conexión y señalización que realizan funciones específicas dentro de un proceso de automatización [60]. Los tableros eléctricos tienen como objetivo

- Garantizar la seguridad de los operadores e instalaciones cuando el sistema esta energizado.
- Proteger los equipos frente de las condiciones ambientales o propias del proceso de producción.
- Prevenir acceso no autorizado al hardware del sistema de control, comunicación, maniobra o cualquier otro que ponga en peligro el estado del proceso de producción.

- Garantizar una adecuada puesta a tierra de los equipos alojados en su interior.

Entre los tipos de tableros existen

- Centro de Fuerza (CDF)
- Centro de Control de Motores (CCM)
- Tableros de Distribución (TD)
- Tableros de Control (TC)
- Consolas y Pupitres de Mando (CPM)

3.3 MARCO LEGAL

Para desarrollar todo tipo de proyecto se deben tener en cuenta que tipo de leyes o normas te pueden ayudar o perjudicar en casos de emergencia y que no se viole ningún tipo de reglamento al llevar a cabo el proyecto.

Normatividad RETIE

La normativa RETIE es la que hace regir las normas de cableado, distancia cantidad etc., “en la parte tableros, cuadros, gabinetes, paneles, o celdas, se denominarán tableros cuando sean de baja tensión y celdas cuando sean de media tensión. Se considera tablero principal, si contiene la protección principal y el puente equipotencial principal” [61].

NTC 2050 para instalaciones eléctricas.

La Norma Técnica Colombiana (NTC 2050) “EQUIPOS PARA USO GENERAL” en el cual, a través de ejemplos prácticos y demostrativos apoyados en catálogos, diagramas esquemáticos, explicación de tablas, y protocolos de organismos de inspección, se pretende unificar los conceptos y así todos lograr interpretar el mismo significado que las normas quieren dar a conocer [62].

ISO 9001:2015 Gestión de calidad

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar de forma continua el Sistema de Gestión de la Calidad, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, en

concordancia con los requisitos de esta Norma Internacional [63].

4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

4.1. METODOLOGIA

Este proyecto se basa en la parte de ingeniería la cual es analizar y medir fenómenos físicos que se presentan en el diario vivir y tomar una decisión que abastezca esa necesidad por lo cual el paradigma de investigación cuantitativa satisface ya que en este proyecto se usan variables medidas como corriente, velocidad, frecuencia entre otras que dan valores los cuales se usaron para poder demostrar la importancia y la eficacia del PLC en el ámbito industrial, además todo este conjunto de acciones serán utilizados en los laboratorios y ayudaría en el ámbito pedagógico. Se establecen también medidas en estructura física del gabinete que es muy importante para el buen desempeño del gabinete de control.

4.2. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación que se generó para la adecuación de los bancos de control de práctica en el laboratorio de máquinas y control para los estudiantes de la Universidad Autónoma del caribe se basó por el modelo de investigación descriptiva. Ya que es un dispositivo que ya existe en los laboratorios y según [64], “se acepta como alguna variación o modificación de algo ya descrito, porque se pueda modificar sus componentes y así obtener resultados diferentes y mejores a los anteriormente descritos”. Basado en esto, se escogió este modelo de investigación ya que como su mismo nombre lo indica en este proyecto se hicieron modificaciones a un banco de prueba reutilizando la gran mayoría de dispositivos ya existente. De igual manera, que con las guías de prácticas para el laboratorio de máquinas y control las cuales sirven para comprender y aprender más sobre la automatización usando el software TIA portal el cual es usado en gran parte de la industria cabe resaltar que estas guías estaban existentes y solamente se adecuaron para la nueva tecnología a usar que es el PLC-1200 SIEMENS.

4.2.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Método analítico-sintético Este método se refiere a dos procesos intelectuales inversos que

operan en unidad: el análisis y la síntesis. El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un todo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes. Permite estudiar el comportamiento de cada parte. A partir de este tipo de investigación se estudió, reparó, programó y se conectó cada uno de los componentes nuevos y ya existentes en el banco de control, ya que se necesitó saber el estado físico de cada uno de los dispositivos para poder saber si se podía combinar con la nueva tecnología a implementar en el laboratorio de la Universidad Autónoma del caribe.

4.2.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas de recolección de información que se llevaron a cabo en el proyecto de adecuación de los bancos de control de práctica en el laboratorio de máquinas y control para los estudiantes de la Universidad Autónoma del caribe fueron primarias y secundarias ya que se solicitó el juicio de expertos de dos ingenieros de la misma universidad que aplicaron sus conocimientos en pro del proyecto ya que se necesitó porque se manejaron dispositivos de moderna tecnología y se necesitó la aprobación de los mismos para poder trabajar en los laboratorios sin ningún inconveniente.

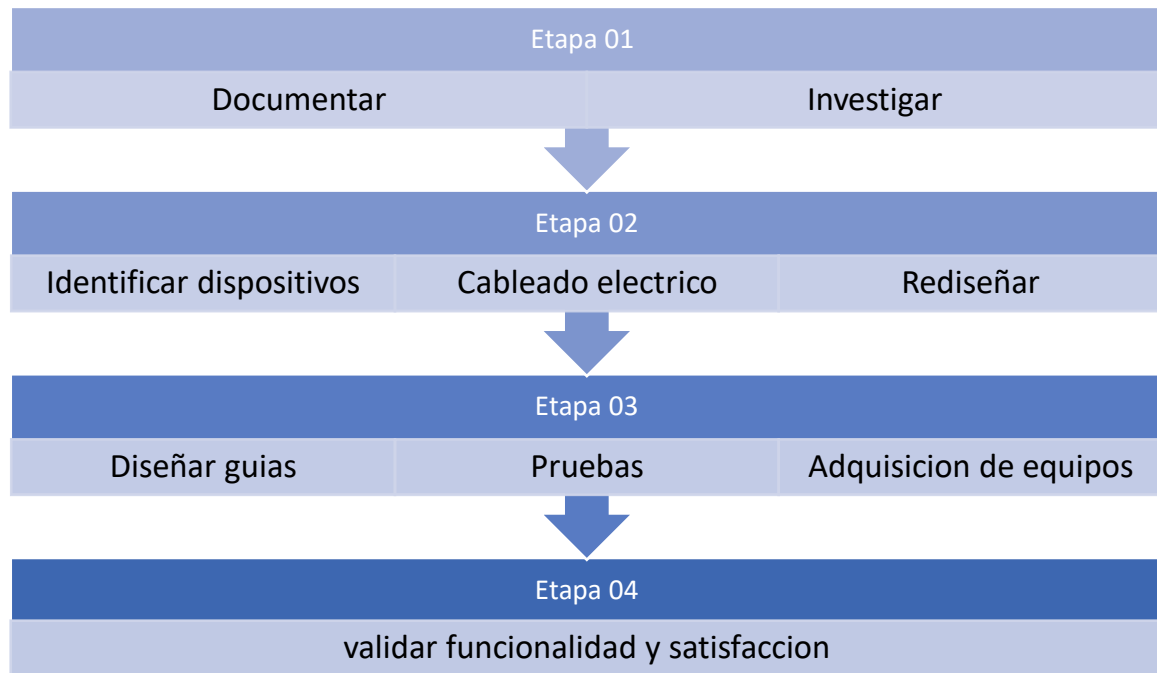
En la parte de las fuentes información secundaria, se recolecta información de proyectos anteriores que habían diseñado el formato de guías para el laboratorio de circuitos de la Universidad Autónoma del caribe, entonces se dispuso de ese formato para implementar las guías del aprendizaje del banco de control con PLC-1200. Con base en lo referenciado, se pudo realizar una investigación y estructuración del proyecto ya que se escogieron las técnicas de recopilación de información adecuadas para el buen planteamiento del proyecto.

4.2.3 PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se recopilará toda la información puntualizada sobre los diferentes equipos comerciales de varias marcas, los principios de automatización, los elementos básicos de control y su aplicación en la ingeniería. Las guías de laboratorio se realizarán teniendo en cuenta la aplicación de los principios básicos que rigen en la automatización industrial y se ejecutará una escogencia de elementos en forma sencilla, practica y segura para el buen entendimiento de los estudiantes, ya que se necesitó un arduo conocimiento de los temas de automatización industrial para poder llevar acabo las guías de prácticas.

4.3 PROCEDIMIENTO

La investigación consta de cuatro etapas o fases de desarrollo para la herramienta funcional, clasificándolos de la siguiente manera (figura 11).



Esquema 1. Etapas del proyecto.

Las fases del proyecto se llevaron a cabo de tal manera que todas las etapas se cumplieran al 100% para que una no afectara a la otra, ya que son etapas que uno depende de la anterior y eso hace que cada uno sea esencial a su manera.

- **ETAPA 01**

En esta etapa se logró documentar e investigar sobre las necesidades que se presentaban en la universidad sobre la falta de este dispositivo para dichas clases que eran esenciales para la facultad de ingeniería.

- **ETAPA 02**

Esta etapa consiste en llevar a cabo la parte física, estética y diseño, consiste en hacer las modificaciones necesarias al banco de prueba para poder lograr la actualización y poder avanzar en el proyecto.

- **ETAPA 03**

Esta etapa consiste en diseñar guías de laboratorio y pruebas necesarias, para poder lograr hacer las guías de laboratorio es necesario hacer todas las pruebas necesarias al PLC para poder comunicarlo con el resto de dispositivos y así lograr llevar a cabo las guías del laboratorio de máquinas y control.

- **ETAPA 04**

Ya finiquitando las pruebas se hace entrega del dispositivo con todos sus dispositivos funcionando para que los estudiantes de la universidad Autónoma Del Caribe logren aplicar sus conocimientos adquiridos en la teoría.

4.4 CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO

En el siguiente cronograma y actividades valor se observa las distintas actividades que se realizaron y se realizarán en el transcurso del anteproyecto y la importancia con la que se continuarán ejecutando a medida que se avance con los tiempos propuestos.

Tabla 1. Cronograma de actividad





 Universidad Autónoma del Caribe Proyecto de Grado - Ingeniería Mecatrónica CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
Componentes	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (Días)	Porcentaje de adelanto
Planeación del Proyecto	DESARROLLO DE ADECUACIÓN DE LOS BANCOS DE CONTROL DE PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS Y CONTROL PARA LOS ESTUDIANTES				
Fases de Opción de grado I	En esta etapa se ayudó a plantear los parametros para poder desarrollar este proyecto.				100%
OBJETIVO 1	Identificar los dispositivos electrónicos que se pueden reutilizar y los nuevos a implementar para la modernización de los bancos de práctica.			39	100%
Entregable # 1	Identificar todos los dispositivos que contienen los bancos de practica del laboratorio de maquinas y control para verificar su funcionamiento.	26/04/2020	15/05/2020	18	
Actividad 1	Realizar investigación de cada uno de los dispositivos.	26/04/2020	8/05/2020	13	
Tarea1	Buscar el funcionamiento e implementacion de los dispositivos.	26/04/2020	8/05/2020	13	
Actividad 2	Verificar el funcionamiento de los dispositivos.	10/05/2020	15/05/2020	5	
Tarea1	Realizar inspecciones.	12/05/2020	13/05/2020	2	
Tarea2	Realizar pruebas electricas.	14/05/2020	15/05/2020	2	
Entregable # 2:	Seleccionar los dispositivos nuevos que se implementaran en el banco de practicas.	17/05/2020	6/06/2020	21	
Actividad 3	Determinar cuales dispositivos se van a reemplazar.	17/05/2020	26/05/2020	10	
Tarea1	Seleccionar los dispositivos mas antiguos y de mayor importancia.	17/05/2020	26/05/2020	10	
Actividad 4	Realizar investigación sobre los dispositivos que se pueden implementar.	27/05/2020	6/06/2020	11	
Tarea1	Indicar ventajas y desventajas de cada uno de ellos.	27/05/2020	31/05/2020	5	
Tarea2	Seleccionar dispositivos.	1/06/2020	6/06/2020	6	
OBJETIVO 2	Rediseñar los bancos de control de práctica para la implementación de los nuevos dispositivos.			23	100%
Entregable # 3	Realizar un manual para la estructura física del banco de practica.	18/01/2021	23/01/2021	6	
Actividad 5	Realizar las dimensiones necesarias para el nuevo diseño.	18/01/2021	23/01/2021	6	
Tarea1	Realizar una inspeccion de como estan distribuidos sus orificios.	18/01/2021	18/01/2021	1	
Tarea2	Determinar si los orificios coinciden con las cantidad de entradas y salidas que tienen los dispositivos de control.	19/01/2021	19/01/2021	1	
Tarea3	Realizar orificios en la superficie si hace falta para completar el nuevo diseño.	20/01/2021	23/0/2021	4	
Entregable # 4	Realizar un manual de conexiones electricas.	24/01/2021	4/09/2020	17	
Actividad 6	Ubicación de dispositivos.	24/01/2021	26/01/2021	5	
Tarea1	Ubicar de manera correcta los dispositivos.	24/01/2021	25/01/2021	2	
Tarea2	Escoger el programa adecuado para conexiones.	26/01/2021	28/01/2021	3	
Actividad 7	Cableado electrico.	29/01/2021	9/02/2021	12	
Tarea1	Escoger accesorios para la buena conexión.	29/01/2021	4/02/2021	7	
Tarea2	Realizar todas las conexiones electricas.	5/02/2021	9/02/2021	5	
OBJETIVO 3	Realizar las guías prácticas de trabajo para el uso adecuado de programación que complementen el curso teórico de automatización industrial.	10/02/2021	25/03/2021	35	50%
Entregable # 5	Selección de temas y programa a utilizar.	10/02/2021	9/03/2021	20	
Actividad 8	Seleccionar programa.	10/02/2021	15/02/2021	11	
Tarea1	Escoger un programa adecuado para programar.	20/02/2021	28/02/2021	8	
Tarea2	Realizar una investigación sobre los componentes de trabajo del programa.	1/03/2021	3/03/2021	3	
Actividad 9	Seleccionar temas de aprendizaje.	1/03/2021	9/03/2021	9	
Tarea1	Escoger los temas necesarios para un buen aprendizaje.	1/03/2021	9/03/2021	9	
Entregable # 6	Estructurar las guías de trabajo.	6/03/2021	25/03/2021	15	
Actividad 10	Realizar una buena estructura de trabajo para entendimiento de las guías.	6/03/2021	10/03/2021	15	
Tarea1	Investigar sobre temas de trabajo basicos.	10/03/2021	20/03/2021	10	
Tarea2	Escoger ejercicios que se puedan implementar en el banco de practicas.	21/03/2021	25/03/2021	5	
Actividades Especiales	Actualización de la Líneas Base del Proyecto				
	Admon y Gerencia del Proyecto				
	Procesos de selección objetiva				
	Estudio de Resultados del proyecto				
TOTAL				97	

Tabla 2. Actividades valor


 Universidad Autónoma del Caribe Proyecto de Grado - Ingeniería Mecatrónica PLAN DE TRABAJO 		
Componentes	Descripción	Recurso en Dinero
Planeación del Proyecto		
Ingresar las fases de Opción de grado I	Estas actividades ya están ejecutadas en un 100%	
OBJETIVO 1	Identificar los dispositivos electrónicos que se pueden reutilizar y los nuevos a implementar para la modernización de los bancos de práctica.	\$ 1.200.000
Entregable # 1	Identificar todos los dispositivos que contienen los bancos de práctica del laboratorio de máquinas y control para verificar su funcionamiento.	\$ -
Actividad 1	Realizar investigación de cada uno de los dispositivos.	\$ -
Tarea1	Buscar el funcionamiento e implementación de los dispositivos.	\$ -
Actividad 2	Verificar el funcionamiento de los dispositivos.	\$ -
Tarea1	Realizar inspecciones.	\$ -
Tarea2	Realizar pruebas eléctricas.	\$ -
Entregable # 2:	Seleccionar los dispositivos nuevos que se implementarán en el banco de prácticas.	\$ 1.200.000
Actividad 3	Determinar cuáles dispositivos se van a reemplazar.	\$ -
Tarea1	Seleccionar los dispositivos más antiguos y de mayor importancia.	\$ -
Actividad 4	Realizar investigación sobre los dispositivos que se pueden implementar.	\$ -
Tarea1	Indicar ventajas y desventajas de cada uno de ellos.	\$ -
Tarea2	Seleccionar dispositivos.	\$ 1.200.000
OBJETIVO 2	Adecuar los bancos de control de práctica para la implementación de los nuevos dispositivos.	\$ 145.000
Entregable # 3	Realizar un manual para la estructura física del banco de práctica.	\$ 30.000
Actividad 5	Realizar las dimensiones necesarias para el nuevo diseño.	
Tarea1	Realizar una inspección de cómo están distribuidos sus orificios.	\$ -
Tarea2	Determinar si los orificios coinciden con las cantidad de entradas y salidas que tienen los dispositivos de control.	\$ -
Tarea3	Realizar orificios en la superficie si hace falta para completar el nuevo diseño.	\$ 30.000
Entregable # 4	Realizar un manual de conexiones eléctricas.	\$ 115.000
Actividad 6	Ubicación de dispositivos.	\$ -
Tarea1	Ubicar de manera correcta los dispositivos.	\$ -
Tarea2	Escoger el programa adecuado para conexiones.	\$ -
Actividad 7	Cableado eléctrico.	\$ 100.000
Tarea1	Escoger accesorios para la buena conexión.	\$ -
Tarea2	Realizar todas las conexiones eléctricas.	\$ 15.000
OBJETIVO 3	Realizar las guías prácticas de trabajo para el uso adecuado de programación que complementen el curso teórico de automatización industrial.	\$ -
Entregable # 5	Selección de temas y programa a utilizar.	\$ -
Actividad 8	Seleccionar programa.	\$ -
Tarea1	Escoger un programa adecuado para programar.	\$ -
Tarea2	Realizar una investigación sobre los componentes de trabajo del programa.	\$ -
Actividad 9	Seleccionar temas de aprendizaje.	\$ -
Tarea1	Escoger los temas necesarios para un buen aprendizaje.	\$ -
Entregable # 6	Estructurar las guías de trabajo.	\$ -
Actividad 10	Realizar una buena estructura de trabajo para entendimiento de las guías.	\$ -
Tarea1	Investigar sobre temas de trabajo básicos.	\$ -
Tarea2	Escoger ejercicios que se puedan implementar en el banco de prácticas.	\$ -
Actividades Especiales	Actualización de la Línea Base del Proyecto	
	Admon y Gerencia del Proyecto	
	Procesos de selección objetiva	
	Estudio de Resultados del proyecto	
TOTAL		\$ 1.345.000

5. PRESUPUESTO

5.1. PRESUPUESTO GENERAL

En la siguiente tabla se mostrará la tabla de presupuesto general del proyecto en el cual se especifican el capital aportado por cada una de las partes que constituyen este proyecto.

Tabla 3. Presupuesto general

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE Barranquilla, Atlántico	PRESUPUESTO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN				GC-IV-PR-05-03
					Versión 4
					16/10/2018
PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO					
RUBROS	Fuentes de Financiamiento				Total
	Vicerrectoría de Investigación y Transferencia UAC	Facultad / Programa	Otras fuentes Externas	Contrapartida UAC	
1. Personal Científico	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 9.333.200	\$ 9.333.200
2. Personal de Apoyo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.285.056	\$ 1.285.056
3. Consultoría Especializada y Servicios Técnicos	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
4. Materiales e Insumos	\$ 0	\$ 125.000	\$ 0	\$ 0	\$ 125.000
5. Salidas de Campo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
6. Equipos	\$ 0	\$ 0	\$ 1.200.000	\$ 0	\$ 1.200.000
7. Bibliografía	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
8. Difusión de Resultados	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
9. Viajes	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	\$ 0	\$ 125.000	\$ 1.200.000	\$ 10.618.256	\$ 11.943.256

5.2. PERSONAL CIENTÍFICO Y DE APOYO

El presupuesto invertido en este rubro consiste en el costo del tiempo empleado por el personal de investigación vinculados a este proyecto, que incluye a los directores y a los auxiliares de

investigación.

Tabla 4. Costo personal científico.

1. PERSONAL CIENTIFICO										
Nombres y Apellidos	Función dentro del Proyecto	Tipo de Contrato	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento				
						Vicerrectoría de Investigación y Transferencia	Facultad / Programa	Otras Fuentes Externas	Contrapartida UAC	SUB-TOTAL
1. Kelvin De Jesús Beleño Sáenz	Invest. Principal	Titular	\$ 46.666	4	25				\$ 4.666.600	\$ 4.666.600
2. Saúl Antonio Pérez Pérez	Co-Investigador	Titular	\$ 46.666	4	25				\$ 4.666.600	\$ 4.666.600
3.			FALSO						\$ 0	\$ 0
4.			FALSO						\$ 0	\$ 0
5.			FALSO						\$ 0	\$ 0
6.			FALSO						\$ 0	\$ 0
SUB-TOTAL						\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 9.333.200	\$ 9.333.200

Tabla 5. Costo de personal de apoyo.

2. PERSONAL DE APOYO										
Nombres y Apellidos	Función dentro del Proyecto	Tipo de Vinculación	Valor Hora (\$)	Dedicación Horas/semana	No. de Semanas	Fuentes de Financiamiento				
						Vicerrectoría de Investigación y Transferencia	Facultad / Programa	Otras Fuentes Externas	Contrapartida a UAC	SUB-TOTAL
1. Jefferson Andres Marquez Díaz	Aux. Investigación	Practicante	\$ 2.231	12	48				\$ 1.285.056	\$ 1.285.056
2.			FALSO						\$ 0	\$ 0
3.			FALSO						\$ 0	\$ 0
4.			FALSO						\$ 0	\$ 0
5.			FALSO						\$ 0	\$ 0
SUB-TOTAL						\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.285.056	\$ 1.285.056

5.3. MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

El presupuesto dedicado a esta sección incluye materiales y equipos como cables, marcas, terminales y puertos de salidas los cuales fueron esenciales para poder llevar a cabo este proyecto.

Tabla 6. Costo de materiales.

4. MATERIALES E INSUMOS						
Descripción	Justificación	Fuentes de Financiamiento				SUB-TOTAL
		Vicerrectoría de Investigación y Transferencia	Facultad / Programa	Otras Fuentes Externas	Contrapartida UAC	
1. Cable #8	Cable para conexión		\$ 100.000			\$ 100.000
2. Marcas	Demarcación para líneas		\$ 20.000			\$ 20.000
3. Terminales	Fijación de líneas		\$ 5.000			\$ 5.000
4. Bananas	Puertos de salidas		\$ 20.000			\$ 20.000
SUB-TOTAL		\$ 0	\$ 125.000	\$ 0	\$ 0	\$ 145.000

Tabla 7. Costo de equipos.

6. EQUIPOS							
Descripción	Justificación	Cantidad	Fuentes de Financiamiento				SUB-TOTAL
			Vicerrectoría de Investigación y Transferencia	Facultad / Programa	Otras Fuentes Externas	Contrapartida UAC	
1. Controlador lógico programable	PLC-1200 SIEMENZ	1			\$ 1.200.000		\$ 1.200.000
2.							\$ 0
3.							\$ 0
4.							\$ 0
SUB-TOTAL			\$ 0	\$ 0	\$ 1.200.000	\$ 0	\$ 1.200.000

6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se observarán los resultados de los objetivos planteados en este proyecto y también se observará los cambios físicos que se presentaron en los bancos de prueba con PLC en la universidad Autónoma Del Caribe.

6.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO

El diseño de un banco de prueba con PLC tiene como objetivo poder aplicar conocimientos adquiridos en cursos teóricos sobre la automatización, como se puede observar en la figura 17 se observa el interior del banco de prueba con PLC están todas las partes que lo componen para que pueda cumplir su función.

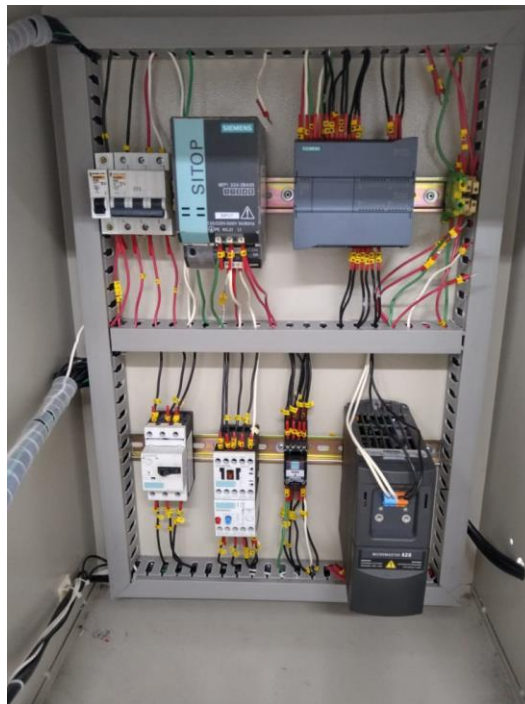


Figura 17. Banco de control por dentro. Fuente: Imagen de fuente propia

En la parte exterior del Banco de prueba con PLC como se muestra en la figura 18 se pueden observar los puertos de entrada y salida llamados (Bananas) que están conectados al PLC y todos los dispositivos que se encuentran en el interior del mismo. Con estas Bananas se puede lograr introducir voltaje al PLC para poder activar alguna entrada y así mismo hacer que cumpla alguna función una salida del PLC y también están demarcadas por colores donde las de color negro son entradas y las de color naranja son salidas.



Figura 18. Banco de control por fuera. Fuente: Imagen de fuente propia

6.1.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PLC.



Figura 19. PLC 1200, fuente: : versión tomada de fuente online disponible en Masvoltaje [65]

La función principal del PLC es que resuelve los problemas elementales de la programación disminuyendo el tiempo de ejecución con una mejor precisión más eficaz. Es un sistema programable diseñado para Windows con mayor flexibilidad al momento de que se presenten problemas de automatización.

Su estructura está Compuesto por:

- controlador con interfaz PROFINET integrada para la comunicación entre la programadora, el HMI u otros controladores SIMATIC
- funciones tecnológicas integradas, como contaje, medición, regulación y control de movimiento
- Entradas y salidas analógicas y digitales integradas.
- SignalBoards para enchufe directo sobre el controlador.

- Signal Modules para ampliar los canales de entrada/salida de los controladores
- comunicación Modules para ampliar las interfaces de comunicación de los controladores
- accesorios: fuentes de alimentación, Switch Module o SIMATIC MemoryCard
- El micro PLC para el máximo efecto de automatización al mínimo coste.
- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Adecuado para aplicaciones de automatización pequeñas y medias.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Aplicable aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.
- El controlador apto también para campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.
- Con excepcional capacidad de tiempo real y potentes posibilidades de comunicación.

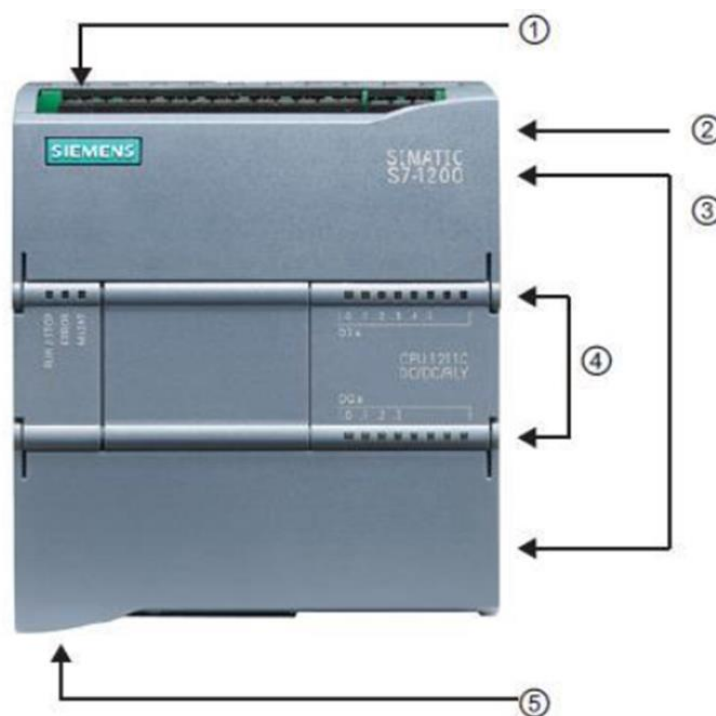


Figura 20. Estructura S7 1200, Fuente: versión tomada de fuente online disponible en Docplayer [66].

- 1- Conector de corriente.

- 2- Ranura para MemoryCard (debajo de la tapa superior).
- 3- Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
- 4- LEDS de estado para las entras y salidas integradas.
- 5- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

6.1.2. SOFTWARE.

El programa a utilizar es el step 7 microwin el mismo que permite la editar y ver cada uno del comportamiento de los elementos eléctricos en ejecución en tiempo real tanto controladores como dispositivos HMI. Para implementar la información del programa, el mismo ejecuta la acción de ayuda que está ubicado en la pantalla.

A continuación, se muestran los requerimientos en un computador para poder usar el software TIA PORTAL V1:

Tabla 8. Requisitos del sistema operativo para el PLC.

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium M, 1,6 GHz o similar
RAM	1 GB
Espacio disponible en el disco Duro	2 GB en la unidad de disco C:\
Sistemas operativos	Windows XP Professional SP3 en adelante
Tarjeta gráfica	32 MB RAM, Intensidad de color de 24 bits
Resolución de la pantalla	1024 x 768
Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido
Unidad óptica	DVD-ROM

El software TIA PORTAL V13 proporciona una comunicación sencilla y fácil el manejo del mismo con pantallas de acuerdo al programa a ejecutar, a continuación se muestra en la figura 21 pantalla principal.

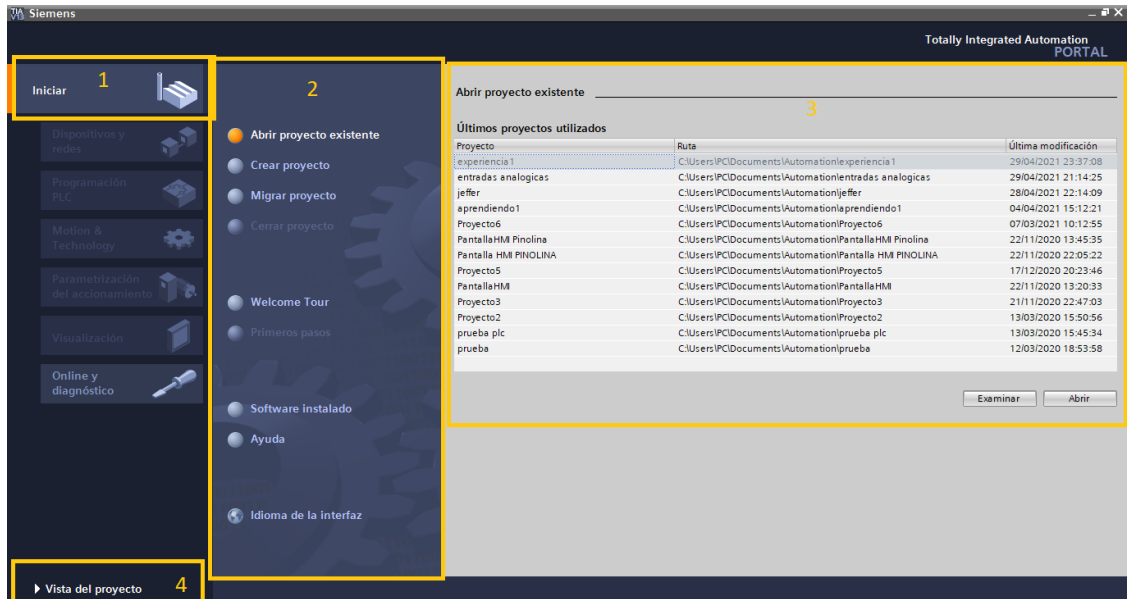


Figura 21. Pantalla principal de ejecución, fuente: imagen de fuente propia.

- 1- Portales para las diferentes tareas
- 2- Tareas del portal seleccionada
- 3- Panel de selección para la acción seleccionada
- 4- Cambia a la vista del proyecto

6.1.3 VISTA DEL PROYECTO

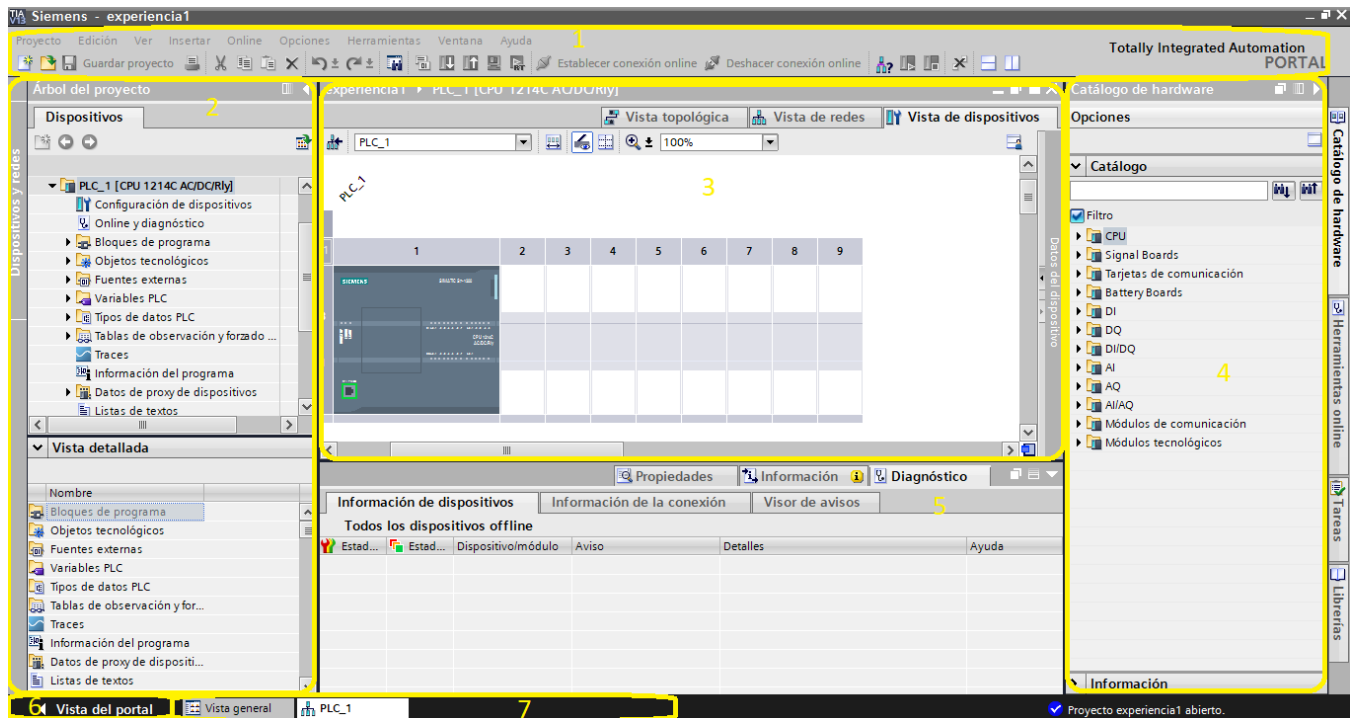


Figura 22. vista de proyecto, fuente: imagen de fuente propia.

- 1- Menús y barra de herramientas.
- 2- Árbol del proyecto
- 3- Área de trabajo
- 4- TaskCards
- 5- Ventana de inspección
- 6- Cambia a la vista del portal
- 7- Barra del editor.

6.2 DISEÑO DE DISPOSITIVO FINAL



Esquema 2. Fases de desarrollo del proyecto Fuente: Esquema realizado por autores.

6.2.1. Fase I



Figura 23. Gabinete de control Fuente: Imagen de fuente propia

En esta etapa se procederá a recopilar toda la información necesaria sobre el estado físico del Gabinete y del estado físico y compatibilidad del PLC-1200 con los dispositivos existentes en el banco de control para así solucionar dudas y hacer una adecuada planificación en el proyecto. Con esta información se podrá realizar planes estratégicos para el diseño eléctrico y estructura física del gabinete de control.

6.2.2. Fase II



Figura 24. Realizando conexiones, Fuente: Imagen de fuente propia.

Para llevar a cabo la segunda fase del proyecto, se realizarán el diseño de guías de aprendizaje para la asignatura Automatización industrial también se llevará acabo las conexiones eléctricas en un software de electricidad para así detectar corto circuitos y conexiones innecesarias.

6.2.3. Fase III

En esta etapa, se iniciará por la adquisición de los materiales y dispositivos necesarios para la construcción del banco de control. En esta fase de Adquisición y montaje se pretenderá dar solución a el segundo objetivo específico planteado de la siguiente manera:

Primeramente, analizar las conexiones ya hechas en el software de electricidad y tener la posición de cada uno de los dispositivos respetando las normas RETIE.

Una vez terminado el análisis del circuito, ya teniendo todos los dispositivos electrónicos se procederá a hacer las conexiones eléctricas.

Dentro de los materiales necesarios para la elaboración del proyecto, se obtendrán algunos de los componentes que darán soporte, posición, sujeción y protección a los dispositivos electrónicos. Estos componentes deberán ser capaces de ser incorporados y compatibles con la comunicación del PLC.1200.

Una vez realizada terminada las conexiones eléctricas se alimentará todo el sistema eléctrico recientemente conectado para hacer solamente pruebas de continuidad ya que no se encuentran programados los dispositivos antiguos con el PLC-1200.

4.3.4. Fase IV

En esta última fase se harán la programación y comunicación de los dispositivos individualmente y por último se hará la comunicación con el PLC-1200 por medio del programa TIA portal, luego se harán las pruebas básicas probando cada uno de los dispositivos funcionando individualmente para después proceder a probarlos en conjunto y dar por terminado el proceso de programación y control.

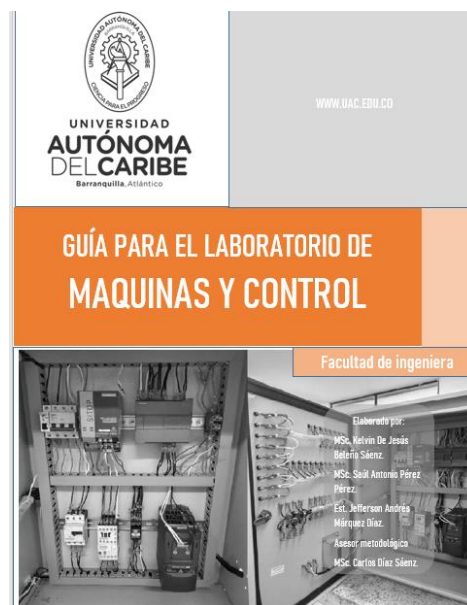


Figura 25. portada de guías, Fuente: Imagen de fuente propia.

Esta es la portada de las guías de los laboratorios.

6.3. Materiales.

En la Identificación de dispositivos eléctricos y el sistema integrado con los dispositivos electrónicos que estarán en el gabinete de control serán los siguientes:

6.3.1 Variador de velocidad



Figura 26. Variador de velocidad, Fuente: Imagen de fuente propia.

Este dispositivo es utilizado como su nombre lo indica para variar la velocidad de motores. Su programación es con comandos “P” que son de micro master. En la industria es muy utilizado por eso los estudiantes deben aprender su funcionamiento y montaje.

6.3.2 Relé térmico

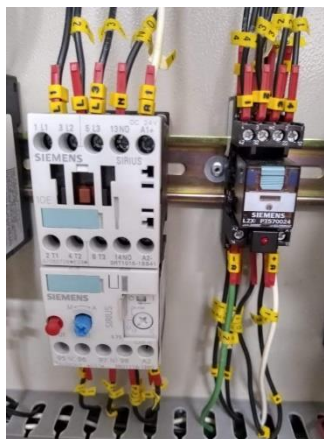


Figura 27. Relé térmico, Fuente: Imagen de fuente propia

Es utilizado para monitorear la corriente que ingresa al sistema, también llamado dispositivo de seguridad ya que protege al sistema de posibles corto circuitos o sobrecargas.

6.3.3 Breaker



Figura 28. Breaker, Fuente: Imagen de fuente propia.

Dispositivo utilizado para habilitar o deshabilitar la corriente eléctrica que se dirige al circuito de control.

6.3.4 Fuente de voltaje



Figura 29. Fuente de poder SIEMENS, Fuente: Imagen de fuente propia.

Este dispositivo es utilizado para convertir la corriente alterna en corriente directa y poder abastecer el circuito de control.

6.3.5 PLC-1200



Figura 30. PLC-1200, Fuente: Imagen de fuente propia.

Dispositivo utilizado para programar acciones que serán ejecutadas por actuadores. Este dispositivo recibe datos digitales o análogos y de acuerdo a su programación realiza las acciones con los actuadores conectados a la salida.

6.3.6 Guarda motor



Figura 31. Guarda motor SIEMENS, Fuente: Imagen de fuente propia.

Este dispositivo funciona como dispositivo de seguridad. Es utilizado para proteger a los

motores de sobre cargas y cortocircuitos.

6.3.7 Relé sin enclavamiento



Figura 32. Relé SIEMENS, Fuente: Imagen de fuente propia.

Es utilizado para habilitar o deshabilitar señales, pero sin enclavamiento es decir que solo actuara si se encuentra energizado, de lo contrario volverá a su posición inicial.

6.3.8 Marcas



Figura 33. Marcas, Fuente: Imagen de fuente propia.

Es utilizado para nombrar cada línea de conexión nombrada por una letra y un número diferente en cada conexión para su fácil identificación.

6.3.9 Borneras



Figura 34. Borneras, Fuente: Imagen de fuente propia.

Es utilizado para realizar conexiones eléctricas para así poder ser ajustado por un tornillo y así evitar falso contacto.

6.3.10 Prensa estopa



Figura 35. Prensa estopa, Fuente: Imagen de fuente propia.

Es utilizado para hacer conexiones eléctricas y evitar que se dañe el cable con al adentrarlo al gabinete de control.

6.3.11 Terminales

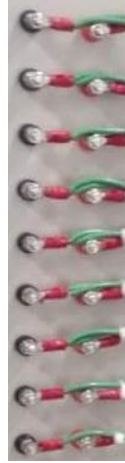


Figura 36. Terminales, Fuente: Imagen de fuente propia.

Este fue utilizado para adherir de forma segura el cable a las bananas eléctricas.

6.3.12 Bananas



Figura 37. Bananas electrónicas, Fuente: Imagen de fuente propia.

Es utilizado para las salidas del banco de control y así poder hacer conexiones a dispositivos externos.

6.3.13 Cable #8



Figura 38. Cable #8, Fuente: Imagen de fuente propia.

Este fue el cable utilizado para las conexiones eléctricas dentro del gabinete de control.

6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para este proyecto se utilizó una nueva tecnología en PLC SIEMENS que fue el PLC-1200, el cual nos brindó una amplia gama de posibilidades y era compatible con los dispositivos que se encontraban en el banco de prueba, los cuales se encontraron en un óptimo estado y se lograron utilizar para la versión mejorada del banco de prueba con PLC.

Las pruebas de funcionamiento de este tablero fueron realizadas con absoluta seguridad de cada elemento determinando, las implementaciones del software en el PLC fueron aceptadas normalmente según cada protocolo de programación.

Al momento del montaje de los elementos eléctricos a la estructura se tomaron en cuenta la rigidez y el aislamiento del mismo.

Pruebas de esfuerzos físicos de aislamiento eléctrico del material utilizado para su construcción.

Las diferentes pruebas presentadas como una iniciación al PLC fueron probadas cada uno en los distintos arranques demostrando la calidad y presión al momento de realizar la práctica.

Las 10 guías propuesta por los desarrolladores de este proyecto fueron las siguientes:

- Experiencia N°1. Comunicación entre PLC y computadora.
- Experiencia N°2. Variables digitales. 1
- Experiencia N°3. Variables análogas.
- Experiencia N°4. Instrucciones básicas.

- Experiencia N°5. Marcas de ciclo.
- Experiencia N°6. Programación secuencial.
- Experiencia N°7. Control PID.
- Experiencia N°8. Visualizaciones.
- Experiencia N°9. Comunicación M&M.
- Experiencia N°10. Sistema SCADA.

6.5 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS POR EL DISPOSITIVO FINAL

- **Paso 1**

Subir breakers de alimentación del banco de prueba de PLC y tener listo computador con el cual se va a hacer conexión con el PLC.

- **Paso 2**

Abrir programa TIA PORTAL V13 y dar clic en nuevo proyecto, lo siguiente a hacer es agregar dispositivo, posteriormente buscamos en la parte derecha del PLC que se encuentra dentro del Banco de prueba y verificamos la siguiente información. Tipo y serie de CPU la cual nos ayuda a identificar el PLC.

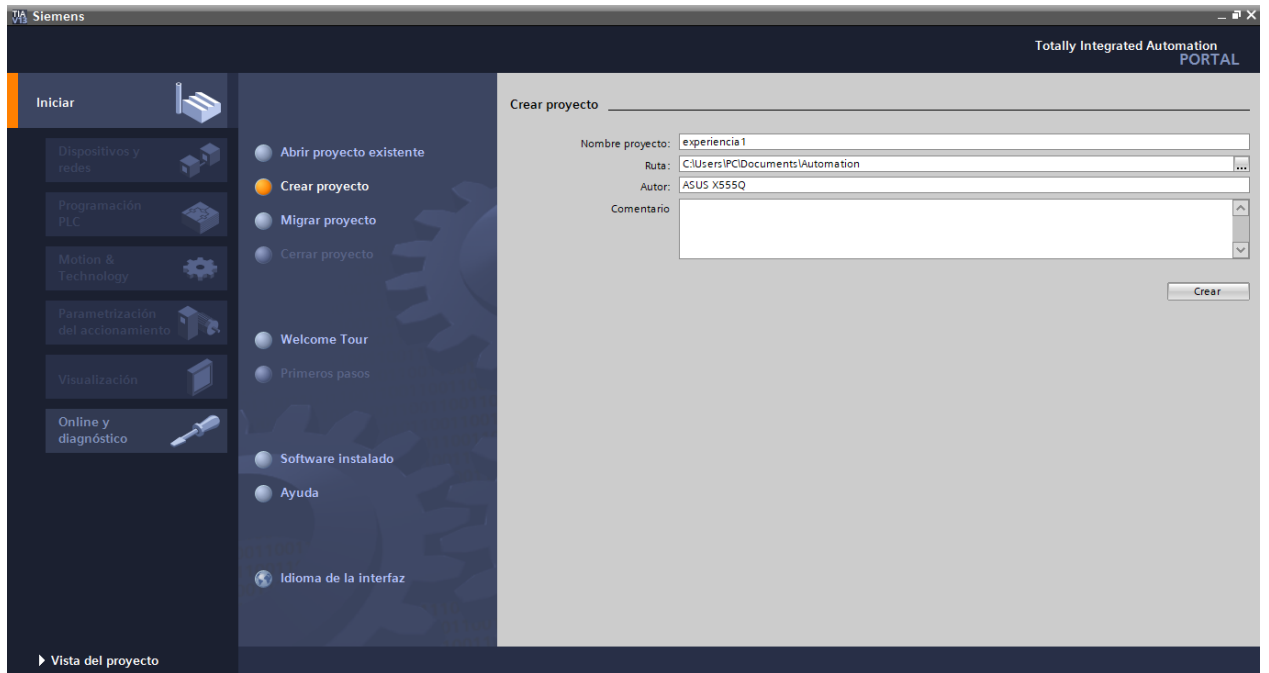


Figura 39. TIA PORTAL- crear proyecto, Fuente: imagen fuente propia.

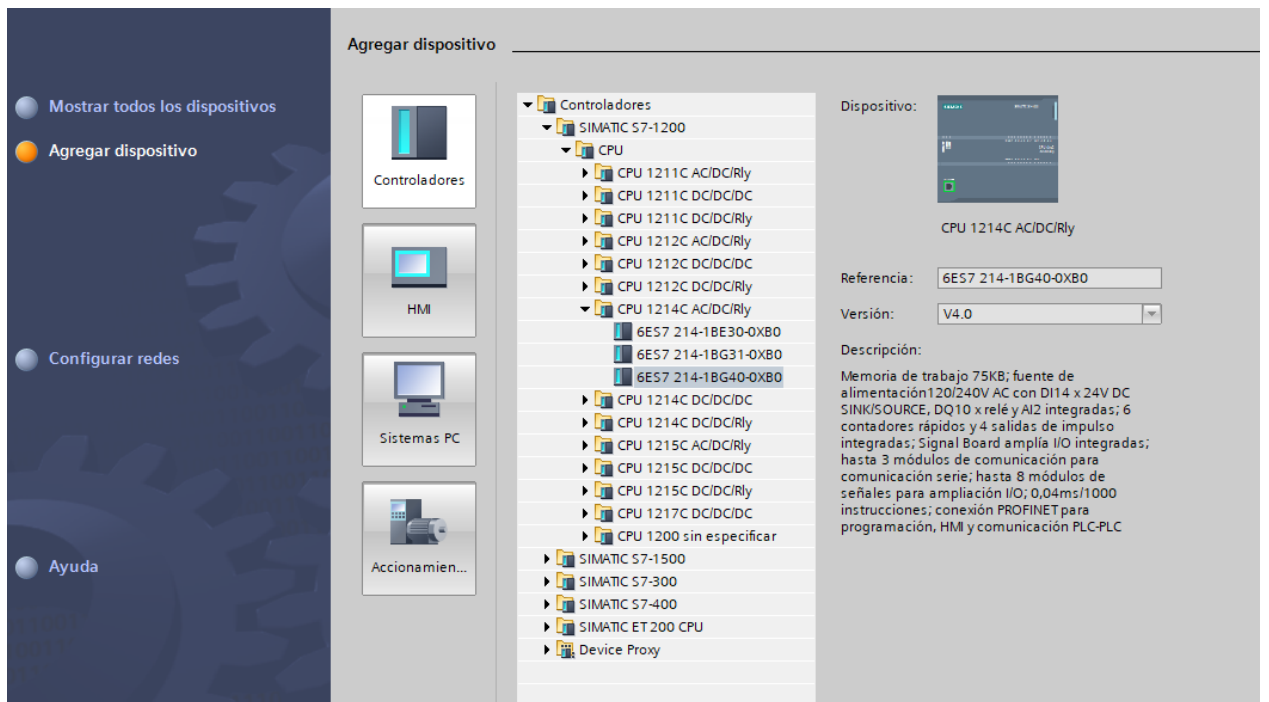


Figura 40. TIA PORTAL- escoger CPU, Fuente: imagen fuente propia.

• **Paso 3**

Buscamos en la parte izquierda del TIA PORTAL bloques de programa y damos doble clic en Main, el cual donde se programa toda la secuencia en lenguaje ladder.

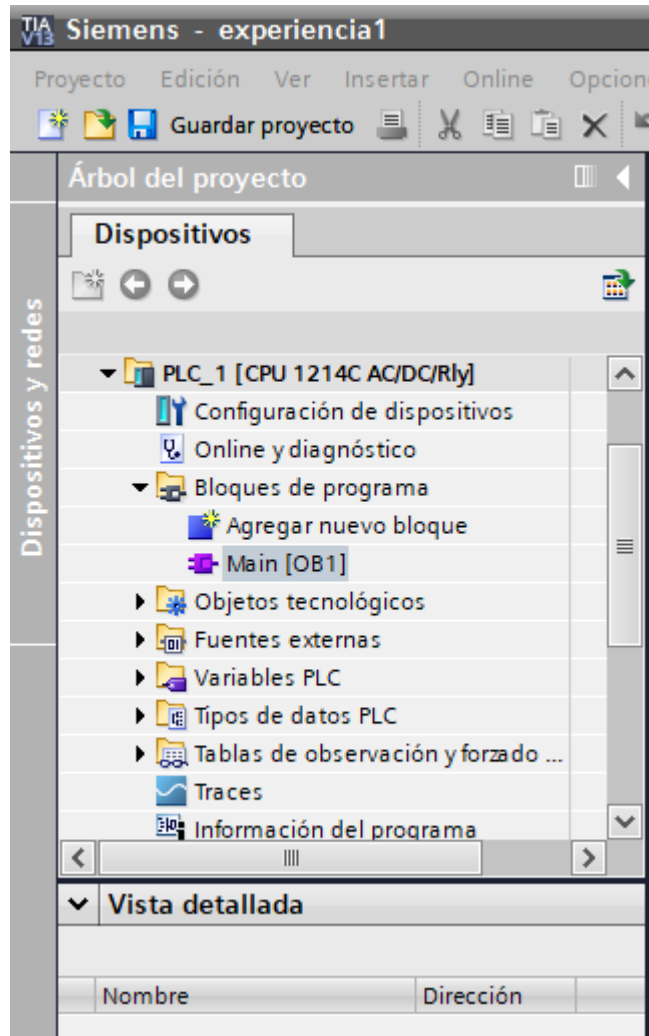


Figura 41, TIA PORTAL- abrir Main, Fuente: imagen fuente propia.

Para comprobar que hay conexión computador y PLC vamos a cargar una secuencia.

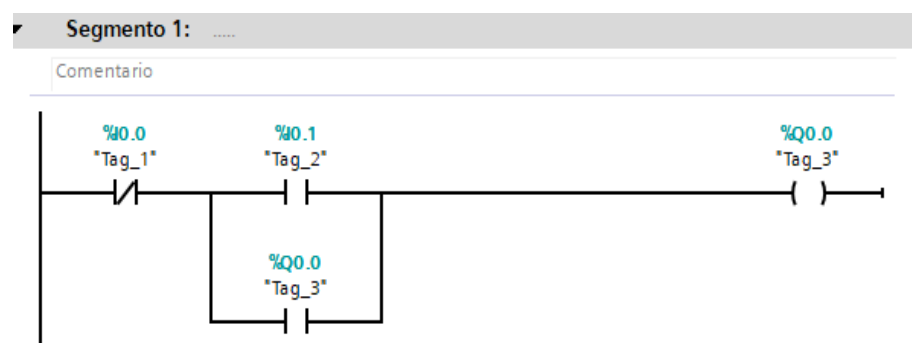


Figura 42, TIA PORTAL- secuencia, Fuente: imagen fuente propia

- **Paso 4**

Damos compilar para verificar que el circuito no tenga ningún error, lo siguiente damos clic en cargar dispositivo y escogemos tipo de interfaz PNIE, interfaz controladora realteck PCLE GBE FAMILY,

posteriormente damos en iniciar búsqueda después de recocer el dispositivo damos clic en cargar. Y finalmente le damos en arrancar todos.

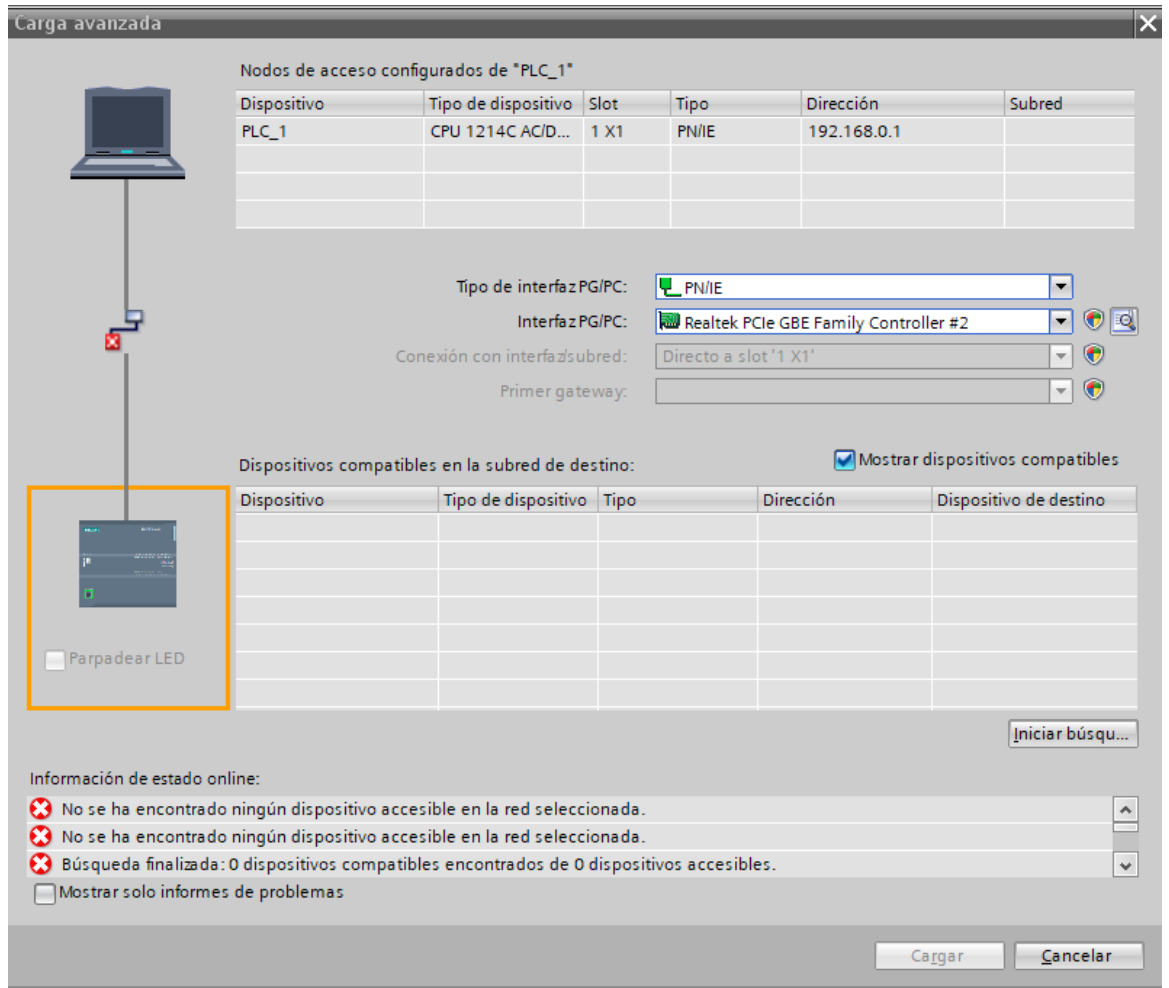


Figura 43, TIA PORTAL- cargar secuencia, Fuente: imagen de fuente propia.

- **Paso 5**

Finalmente habiendo cargado el programa en el banco de prueba se manda una un pulso de 24V DC al puerto I0.01 para activar la salida Q0.0

CONCLUSIONES

EL diseño y creación de este tablero que en gran parte será destinado a los estudiantes de ingeniería electrónica-mecatronica de la universidad Autónoma Del Caribe, el proceso de elaboración se dio gracias a las cátedras de nuestros profesores y las diferentes materias adquiriendo todo este conocimiento para el desarrollo de este tablero de prueba con un PLC S7 1200 así como su montaje eh instalación.

La demandante situación que está pasando el laboratorio de máquinas y control ha sido el pilar fundamental y la inspiración de desarrollar este trabajo con el fin didáctico y de acorde con el avance de la tecnología actual, este tablero de gran calidad y de una buena estética bastara para el desarrollo de innumerables prácticas con este dispositivo PLC 1200, cada uno de los elemento que conforman este tablero son de gran calidad y buen funcionamiento como son: contactores, breakers, PLC siemens, relés, térmicos entre otros que forman un equipo ideal de trabajo.

Dentro de las posibilidades que se pudieron realizar las prácticas fueron de total satisfacción ya que no presentaron ningún inconveniente obteniendo los resultados esperados, la facilidad de colocación de los distintos elementos eléctricos y comodidad al realizar las prácticas en el tablero fueron fundamentales para un entorno de trabajo excelente.

Este trabajo ayudara al enriquecimiento de conocimientos de automatización teniendo el interés deseado por parte de los estudiantes por los controladores lógicos programables o automatismos autónomos.

Se elaboraron 10 guías parciales de pruebas para el desarrollo de las prácticas del PLC S7 1200 para que se puedan incluir en un syllabus de materia de acuerdo a la situación de la facultad en tiempo futuro, este folleto forma parte de la introducción a este PLC S7 1200 que consta de un software de programación TIA PORTAL V13 que comunica el PLC y la computadora.

REFERENCIAS

- [1] M. R. Blanco Rios y C. A. Tamara Guerra, «Diseño y construcción de un banco de pruebas para el control de flujo y temperatura de manera remota,» Barranquilla, 2015.
- [2] N. Y. Carpeta Garcia, «Diseño y implementacion de un gabinete de control para una puerta de acceso del aeropuerto ernesto cortizzos,» Barranquilla, 2013.
- [3] J. A. Salas Reyes y E. G. Ojeda Silvera, «Reestructuracion del banco de neumatica y electronica de la universidad autonoma del caribe,» Barranquilla, 2013.
- [4] J. A. Carranza Redondo y I. Hernandez Perez , «Rediseño de un calentador industrial para la empresa mundial de tambores LTDA,» Barranquilla, 2013.
- [5] E. Barrios y K. Nerio, «Automatización con tia portal v13 de un sistema hibrido de energia electrica con estudio de la calidad de energia electrica,» Barranquilla, 2015.
- [6] A. Sanchez Altamar , «Diseño, montaje y puesta en marcha de un banco didáctico de pruebas de bombas de desplazamiento positivo tipo paletas para el laboratorio de máquinas hidráulicas de la Universidad Autónoma del Caribe.,» Barranquilla, 2015.
- [7] J. Fandiño Llinas, «Recuperación y mantenimiento del banco de acondicionamiento de aire automotriz en el laboratorio de plantas térmicas de la Universidad Autónoma del Caribe,» Barranquilla, 2014.
- [8] M. A. Romero Romero , «Diseño de un laboratorio de motores de combustion interna tipo alternativo en la Universidad Autónoma del Caribe,» Barranquilla, 2004.
- [9] M. L. Cuadrado Atencio, «Diseño, construcción y puesta en marcha de un banco de ensayos de un sistema hidroneumático para el laboratorio de mecánica de fluidos de la Universidad Autónoma del Caribe,» Barranquilla, 2006.
- [1] L. A. Castilla Acosta, « Diseño e implementación de un banco de prueba de filtros análogos y digitales en el análisis de la señales electrocardiográficas (ECG) para el laboratorio del programa de ingeniería electrónica y de telecomunicaciones de la Universidad Autónoma del Carib,» Barranquilla, 2004.
- [1] C. Miranda y M. Angel, «Bitstream,» 07 01 2013. [En línea]. Available:
1] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6557/1/UPS-GT000610.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [1] M. Vallas y A. Ronald, «Bitstream,» 2014. [En línea]. Available:
2] <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1803/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-26.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [1] M. M. González Meza, «Biblioteca digital,» 2011. [En línea]. Available:
3] <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21319/capitulo1.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [1] unknown, «ciclodrama,» 27 03 2014. [En línea]. Available:
4] <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21319/capitulo1.pdf>. [Último acceso: 10 04 2021].
- [1] Logicbus, «logicbus,» [En línea]. Available:

- 5] <https://www.logicbus.com.mx/automatizacion.php>. [Último acceso: 2020].
- [1 A. C. I. Fuente, «researchgate,» 01 2008. [En línea]. Available:
- 6] https://www.researchgate.net/publication/280556190_Los_tejidos_como_patrimonio_investigacion_y_exposicion. [Último acceso: 15 02 2021].
- [1 «Oocities,» 10 2009. [En línea]. Available:
- 7] <https://www.oocities.org/soldadura17/rob/introrob.htm>. [Último acceso: 2020].
- [1 bluerock, «bluerock,» 16 05 2020. [En línea]. Available:
- 8] <https://amp.wv.bluerock.es/5708645/1/automatas-de-jaquet-droz.html>. [Último acceso: 25 01 2021].
- [1 C. Martha, «Lee spring,» 07 2014. [En línea]. Available:
- 9] <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Evolucion-de-la-automatizacion-industrial+98784>. [Último acceso: 2020].
- [2 «Blogger,» 18 07 2015. [En línea]. Available: <http://automatizacionl-payan.blogspot.com/2015/07/que-es-la-la-automatizacion-industrial.html>. [Último acceso: 2020].
- [2 R. Zamudio, «Timetoast,» 2019. [En línea]. Available:
- 1] <https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-la-automatizacion-515113cb-f0f2-4cd2-b7fe-78298e5b1b93>. [Último acceso: 24 02 2021].
- [2 C. O. Garcia Valenzuela, «Prezi,» 13 10 2016. [En línea]. Available:
- 2] <https://prezi.com/cm8jp2nado9n/automatizacion/>. [Último acceso: 2020].
- [2 C. R. Vidal, «Blogspot,» 30 04 2018. [En línea]. Available:
- 3] <http://analismaquinas.blogspot.com/2018/04/general-motors-incorpora-el-automata.html>. [Último acceso: 29 01 2021].
- [2 N. Andress, «gestiopolis,» 05 11 2013. [En línea]. Available:
- 4] <https://www.gestiopolis.com/automatizacion-de-procesos-en-la-empresa/>. [Último acceso: 2020].
- [2 AutoBild, «Autobild,» 2016. [En línea]. Available:
- 5] <https://www.autobild.es/coches/ford/historia>. [Último acceso: 02 02 2021].
- [2 Umesl, «UME,» 2017. [En línea]. Available:
- 6] <https://www.umesl.com/noticias/evolucion-de-la-automatizacion-en-los-procesos-industriales>. [Último acceso: 2020].
- [2 L. Alcaraz, «Timetoast,» 2017. [En línea]. Available:
- 7] <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-automatizacion-industrial-0b9e8f95-e8fc-4669-9037-0925741d88fd>. [Último acceso: 26 02 2021].
- [2 A. Rodriguez, «Docplayer,» 2012. [En línea]. Available:
- 8] <https://docplayer.es/2867743-1-introduccion-ethernet-industrial.html>. [Último acceso: 15 02 2021].
- [2 M. Nicolas, «Blogspot,» 2018. [En línea]. Available:
- 9] <http://controladoreslogicosprogramables.blogspot.com/p/historia.html>. [Último acceso: 2020].
- [3 Autycom, «Autycom,» 07 06 2016. [En línea]. Available:
- 0] <https://www.autycom.com/plc-siemens-automatas-programables/>. [Último acceso: 15 02 2021].
- [3 G. marta, «Wordpress,» 07 2014. [En línea]. Available:

- 1] <https://canaleslicla.files.wordpress.com/2013/10/capitulo2.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [3 Alkadin, «Alkadin,» 2016. [En línea]. Available:
- 2] <http://www.aldakin.com/aplicaciones-plc-industria-moderna/>. [Último acceso: 13 02 2021].
- [3 Siemens, «Automation24,» 03 2014. [En línea]. Available:
- 3] https://media.automation24.com/manual/es/91696622_s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf. [Último acceso: 2020].
- [3 Genera tecnologías, «Genera tecnologías,» 2018. [En línea]. Available:
- 4] generatecnicas.es/programmable_logic_controller.html. [Último acceso: 15 02 2021].
- [3 De lorenzo , «De lorenzo,» 26 2019. [En línea]. Available:
- 5] <https://www.delorenzogloba.com/es/>. [Último acceso: 2020].
- [3 Revista PQ, «Revista PQ,» 2019. [En línea]. Available:
- 6] <https://www.revistapq.com/texto-diario/mostrar/2216159/nuevo-banco-pruebas-calibracion-beamex>. [Último acceso: 19 02 2021].
- [3 H. E. Fernández H, «Universidad, Ciencia y Tecnología,» 03 2017. [En línea].
- 7] Available: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212017000100003. [Último acceso: 2020].
- [3 VARIADORES, 2019. [En línea]. Available:
- 8] <http://www.variadores.com.co/producto/variador-z1000/>. [Último acceso: 2020].
- [3 Disai, «Disai.net,» 2020. [En línea]. Available:
- 9] <https://www.disai.net/producto/variador-velocidad-weg-cfw500-solar-drive/>. [Último acceso: 23 02 2021].
- [4 «Equipos y laboratorios,» 2019. [En línea]. Available:
- 0] https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=1484. [Último acceso: 2020].
- [4 sweetesthome, «sweetesthome,» 2020. [En línea]. Available:
- 1] <https://www.sweetesthome.mx/osciloscopio/>. [Último acceso: 26 02 2021].
- [4 «ECCI,» 2019. [En línea]. Available:
- 2] https://www.ecci.edu.co/sites/default/files/inline-files/ACTUALIZACION%20DE%20EQUIPOS_0.pdf. [Último acceso: 2020].
- [4 ECCI, 2018. [En línea]. Available: https://www.ecci.edu.co/sites/default/files/inline-files/ACTUALIZACION%20DE%20EQUIPOS_0.pdf. [Último acceso: 28 02 2021].
- [4 «Dolang,» 2019. [En línea]. Available: <http://didactic-dolang.com/modular-flexible-production-system-b/>. [Último acceso: 2020].
- [4 Didactic, 2018. [En línea]. Available: <http://didactic-dolang.com/modular-flexible-production-system-b/>. [Último acceso: 16 02 2021].
- [4 uaem, 03 2015. [En línea]. Available:
- 6] https://www.uaem.mx/sites/default/files/4_circuitos_electricos_1_pdf.pdf. [Último acceso: 2020].
- [4 Escuela Politécnica Superior, 2014. [En línea]. Available:
- 7] file:///C:/Users/PC/Downloads/17817_PROG1.pdf. [Último acceso: 2020].
- [4 Escuela superior de ingeniería industrial, 2009. [En línea]. Available:

- 8] <https://www.etsii.upct.es/gd/507103010.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [4 Universidad de cantabria, 2017. [En línea]. Available:
- 9] <https://web.unican.es/estudios/Documents/Guias/2017/es/G334.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [5 BDBN BLOG, «bdbnpresupuestos,» 27 03 2018. [En línea]. Available:
- 0] <https://www.bdbnpresupuestos.com/diferencia-entre-interruptor-diferencial-y-magnetotermico/>. [Último acceso: 2020].
- [5 Ingeniería Mecafenix, «Ingeniería Mecafenix,» 29 03 2017. [En línea]. Available:
- 1] <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/guardamotor/>. [Último acceso: 2020].
- [5 Casalini y Gustavo, «Taringa,» 27 02 2017. [En línea]. Available:
- 2] https://www.taringa.net/+ciencia_educacion/como-funciona-un-relevo-termico_ue5yr. [Último acceso: 2020].
- [5 B. Alvarez y M. Esteban, «matefiscamonteria,» blogspot, 27 02 2017. [En línea].
- 3] Available: <https://matefiscamonteria.blogspot.com/2017/02/fuentes-de-voltaje.html>. [Último acceso: 2020].
- [5 Unicrom, «Unicrom,» HGL Tech Electric, 09 08 2019. [En línea]. Available:
- 4] <https://unicrom.com/contactor/>. [Último acceso: 2020].
- [5 Autycom, «Autycom,» 17 08 2018. [En línea]. Available:
- 5] <https://www.autycom.com/que-es-variador-de-velocidad-drive/>. [Último acceso: 2020].
- [5 E. Daniel, «academia,» 08 2018. [En línea]. Available:
- 6] https://www.academia.edu/15029161/SELECCI%C3%93N_Y_APLICACI%C3%93N_DE_VARIADORES_DE_VELOCIDAD. [Último acceso: 2020].
- [5 Gallego y Cristian, «slideshare,» 07 201201. [En línea]. Available:
- 7] <https://es.slideshare.net/cristianstiveng1/variadores-de-velocidad>. [Último acceso: 2020].
- [5 Acosta y David, «ingmecafenix,» 04 07 2019. [En línea]. Available:
- 8] <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/que-es-un-plc/>. [Último acceso: 2020].
- [5 RC y David, «wordpress,» 14 01 2009. [En línea]. Available:
- 9] <https://davidrojasticsplc.wordpress.com/2009/01/14/ventajas-y-desventajas/>. [Último acceso: 2020].
- [6 Frank, «ingmecafenix,» 27 03 2019. [En línea]. Available:
- 0] <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>. [Último acceso: 2020].
- [6 G. EPM, «CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.,»
- 1] Bucaramanga, 2015.
- [6 Games y jairo, «noesis,» 09 11 2009. [En línea]. Available:
- 2] <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/7834/1/132261.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [6 Nuevas ISO, «Nuevas ISO,» 01 2015. [En línea]. Available: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/4-4-sistema-de-gestion-de-la-calidad/>. [Último acceso: 2020].
- [6 P. J. Salinas, «Amazonas,» 2019. [En línea]. Available:

- 4] https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/53994108/metodologia_investigacion.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia_investigacion.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BAF42XR2CU%2F20200511%2Fus. [Último acceso: 2020].
- [6 «Masvoltaje,» 12 06 2019. [En línea]. Available: <https://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1199-simatic-s7-1200-cpu-1214c-cpu-compacta-dc-dc-rele-6940408101319.html>. [Último acceso: 2021 05 25].
- [6 C. Williams, «docplayer,» 21 06 2019. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/125118043-Universidad-tecnica-de-cotopaxi.html>. [Último acceso: 26 05 2021].
- [6 E. Stanley, 08 05 2012. [En línea]. Available: file:///C:/Program%20Files/Siemens/SIMATIC%20S7-1200%20Documentation%2004-2012/Espanol/s71200_System_Manual_es-ES.pdf.

ANEXOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLC SIEMENS S7-1200

Tabla 1- 1 Comparación de los modelos de CPU

Función		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Dimensiones físicas (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
Memoria de usuario	Trabajo	30 kB	50 kB	75 kB	100 kB
	Carga	1 MB	1 MB	4 MB	4 MB
	Remanente	10 kB	10 kB	10 kB	10 kB
E/S integradas locales	Digital	6 entradas/4 salidas	8 entradas/6 salidas	14 entradas/10 salidas	14 entradas/10 salidas
	Análogo	2 entradas	2 entradas	2 entradas	2 entradas/2 salidas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entradas (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Salidas (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		Ninguna	2	8	8
Signal board (SB), Battery Board (BB) o Communication Board (CB)		1	1	1	1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3	3	3	3
Contadores rápidos	Total	3 E/S incorporadas, 5 con SB	4 E/S incorporadas, 6 con SB	6	6
	Fase simple	3 a 100 kHz SB: 2 a 30 kHz	3 a 100 kHz 1 a 30 kHz SB: 2 a 30 kHz	3 a 100 kHz 3 a 30 kHz	3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
	Fase en cuadratura	3 a 80 kHz SB: 2 a 20 kHz	3 a 80 kHz 1 a 20 kHz SB: 2 a 20 kHz	3 a 80 kHz 3 a 20 kHz	3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Generadores de impulsos ¹		4	4	4	4
Memory Card		SIMATIC Memory Card (opcional)			
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		20 días típ./12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)			
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernet			2 puertos de comunicación Ethernet

Figura 44. Especificaciones técnicas, fuente: versión tomada de fuente online disponible en Stanley. [67]

BLOQUE TEMPORIZADORES Y CONTACTORES QUE SOPORTA EL S7 1200

Elemento	Descripción	
Bloques	Tipo	OB, FB, FC, DB
	Tamaño	30 KB (CPU 1211C) 50 KB (CPU 1212C) 64 KB (CPU 1214C y CPU 1215C)
	Cantidad	Un total de hasta 1024 bloques (OB + FB + FC + DB)
	Rango de direcciones para FB, FC y DB	de 1 a 65535 (p. ej. del FB 1 al FB 65535)
	Profundidad de anidamiento	16 del OB de arranque o de ciclo; 4 del OB de alarma de retardo, alarma horaria, alarma cíclica, alarma de proceso, alarma de error de tiempo o alarma de diagnóstico
	Observar	Se puede observar a la vez el estado de 2 bloques lógicos
OB	Ciclo del programa	Múltiple: OB 1, de OB 200 a OB 65535
	Arranque	Múltiple: OB 100, de OB 200 a OB 65535
	Alarmas de retardo y alarmas cíclicas	4 ¹ (1 por evento): de OB 200 a OB 65535
	Alarmas de proceso (flancos y HSC)	50 (1 por evento): de OB 200 a OB 65535
	Alarmas de error de tiempo	1: OB 80
	Alarmas de error de diagnóstico	1: OB 82
Temporizadores	Tipo	CEI
	Cantidad	Sólo limitada por el tamaño de la memoria
	Almacenamiento	Estructura en DB, 16 bytes por temporizador
Contadores	Tipo	CEI
	Cantidad	Sólo limitada por el tamaño de la memoria

Figura 45. Especificaciones técnicas, fuente: versión tomada de fuente online disponible en Stanley. [67]

CORRIENTE NECESARIA

La CPU dispone de una fuente de alimentación interna que suministra energía eléctrica a la CPU, los módulos de señales, la SignalBoard y los módulos de comunicación, así como otros consumidores de 24 V DC.