



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO,
DEL SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL, MEDIANTE LA OPERACIÓN
DE UN PLC - S7 1200, LOGO, PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN
ELECTROMECAÁNICA, DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS”**

AUTORES: BARRIGA ALBAN, ROLANDO RODRIGO

DÍAZ NINALLUNTA, WILMER GEOVANNI

DIRECTOR: MGS. PARREÑO OLMOS, JOSÉ ALFREDO

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA
CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía: **“Implementación de un banco de pruebas didáctico, del sistema de control industrial, mediante la operación de un PLC - S7 1200, Logo, para la Carrera de Tecnología en Electromecánica, de la Unidad de Gestión de Tecnologías.”** Fue realizado por los señores **Sr. Cbop. De Trp. Barriga Albán, Rolando Rodrigo**, y **Sr. Cbop. De E. Diaz Ninallunta, Wilmer Geovanni**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 24 enero del 2020

Ing. Parreño Olmos, José Alfredo, Mgs.

C.C.: 0502337181



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECHANICA
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **BARRIGA ALBAN, ROLANDO RODRIGO** y **DIAZ NINALLUNTA, WILMER GEOVANNI**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO, DEL SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL, MEDIANTE LA OPERACIÓN DE UN PLC - S7 1200, LOGO, PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECHANICA, DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 24 enero del 2020

Barriga Albán, Rolando Rodrigo

C.C.: 0503057168

Díaz Ninallunta, Wilmer Geovanni

C.C.: 1721600714



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECHANICA
AUTORIZACIÓN

Nosotros, **BARRIGA ALBAN, ROLANDO RODRIGO** y **DIAZ NINALLUNTA, WILMER GEOVANNI**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DIDÁCTICO, DEL SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL, MEDIANTE LA OPERACIÓN DE UN PLC- S7 1200, LOGO, PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECHANICA, DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Latacunga, 24 enero del 2020

Barriga Albán, Rolando Rodrigo

C.C.: 0503057168

Díaz Ninallunta, Wilmer Geovanni

C.C.: 1721600714

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia, por su atención, trabajo y confianza, por el apoyo brindado dentro de mi carrera y así pueda llegar a cumplir mi meta y convertirme en lo que soy.

A mi esposa Yolanda y a mi hija Samantha, que con su apoyo siempre han estado presentes en manera incondicional brindándome su comprensión y paciencia para poder lograr la meta trazada.

A todas las amistades que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Barriga A. Rolando R.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi esposa Jeaneth y a mis hijos Dilan y Montserrath, que, con su comprensión y apoyo incondicional, siempre motivándome en cada día durante mi vida, y esta vez en la vida como estudiante.

También quiero dedicar este trabajo a mis padres y hermanos quienes con consejos y más, que día a día sin dudar supieron guiarme por el buen camino logrando hacer de mí la persona que soy hoy.

Diaz N. Wilmer G.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por haberme dado la vida, bendecirme a lo largo del camino, ser el apoyo y refugio en momentos más difíciles y seguir adelante con la bendición de nuestro padre.

Gracias a mis padres por guiarme al cumplimiento de mis sueños, por ser el apoyo incondicional dentro de mi arrea y creer en mis expectativas, por los consejos brindados y llegar así a ser un hombre de bien.

Agradezco a mis docentes de la UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGÍAS-ESPE, por haberme compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión de manera especial al Sr. Ing. José Parreño tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, dedicación para que este trabajo final culmine de la mejor manera.

Barriga A. Rolando R.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi DIOS por la salud, la familia y amistades tan maravillosas que me ha regalado, a la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS – ESPE y a todo el personal de Sres. Docentes por brindarnos todos sus conocimientos, en especial al Sr. Ing. José Parreño por su dedicación para que este trabajo final culmine de la mejor manera.

Diaz N. Wilmer G.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E INVESTIGACIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Planteamiento del problema	2
1.3	Justificación.....	2
1.4	Objetivos	3
1.4.1	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
1.5	Alcance	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Principios de la conversión de la energía	5
2.2	Definición y clasificación de las máquinas eléctricas	5
2.3	Definición de términos utilizados en control.....	7
2.4	Definición del PLC.....	8
2.5	Elementos de mando y señalización	10
2.6	Pulsador.....	11
2.7	Luces piloto	12
2.8	Aparatos De Maniobra	12
2.8.1	Interruptores	13
2.8.2	Dispositivos de enchufe.....	13
2.8.3	Reguladores y arrancadores	13
2.8.4	Fusibles.....	13
2.9	Contactador electromagnético.....	14
2.9.1	Componentes estructurales.....	15
2.9.2	Características a ser tomadas en cuenta.....	16
2.9.3	Aplicaciones	17
2.10	Motor trifásico.....	17
2.11	Variador de frecuencia	20
2.11.1	Opciones básicas de la pantalla del variador.....	21
2.12	Conductores.....	23
2.12.1	Características del conductor según su capacidad.....	24
2.12.2	Conductores tipo thhn.	25
2.12.3	Aplicaciones	26
2.13	TIA PORTAL	26
2.13.1	Requisitos mínimos de sistema	27
2.13.2	Instalación	27

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO

3.1	Elaboración estructural.....	32
3.1.1	Desarrollo del sistema de control industrial	32
3.1.2	Adquisición de materiales.....	33
3.1.3	Elaboración de estructura.....	33
3.1.4	Diseño de plano acotado	34
3.1.5	Medición y corte para estructura metálica	36
3.1.6	Suelda de estructura metálica	36
3.1.7	Medición parcial de estructura.....	37
3.1.8	Colocación de melamínicos sobre la estructura metálica	38
3.1.9	Colocación de ruedas.....	38
3.2	Colocación de elementos eléctricos y electrónicos	39
3.2.1	Distribución de elementos sobre el modulo	40
3.2.2	Cableado de los instrumentos	41
3.2.3	Selección de conductor para cableado	41
3.2.4	Colocación de fusibles.....	43
3.2.5	Colocación de Sistema de encendido del modulo	44
3.2.6	Colocación de jacks.....	45
3.2.7	Colocación de PLC.....	46
3.2.8	Cableado de variador de frecuencia	46
3.2.9	Cableado de contactores.....	47
3.2.10	Colocación de guarda motor y temporizador.	48
3.2.11	Conexión del motor	49
3.2.12	Organización de conductores	50
3.2.13	Verificación de continuidad.....	50
3.2.14	Colocación de puertas.....	51
3.2.15	Señalización del modulo.....	52
3.2.16	Producto terminado	52

CAPÍTULO IV

MANUAL DEL MÓDULO DE CONTROL INDUSTRIAL

4.1	Práctica # 01	61
4.2	Práctica # 02	63
4.3	Práctica # 03	65
4.4	Práctica # 04	68
4.5	Práctica # 05	70
4.6	Práctica # 06	72
4.7	Práctica # 07	74
4.8	Práctica # 08	76
4.9	Práctica # 09	78
4.10	Práctica # 10	80

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	82
5.2	Recomendaciones.....	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
	ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de máquinas eléctricas	7
Figura 2. SIMATIC S7-1200	9
Figura 3. Pulsadores y luces piloto	10
Figura 4. Pulsador	11
Figura 5. Luces piloto	12
Figura 6. Fusible.....	14
Figura 7. El contactor	15
Figura 8. Componentes del contactor	16
Figura 9. Motor trifásico.....	18
Figura 10. Posición del variador	20
Figura 11. Recomendaciones a la conexión	21
Figura 12. Pantalla del variador	21
Figura 13. Tipos de conductores	23
Figura 14. Capacidades de los conductores.....	24
Figura 15. Solicitud para continuar.	28
Figura 16. Selección de idioma	28
Figura 17. Idioma de aplicación	29
Figura 18. Condiciones de licencia	29
Figura 19. Condiciones de seguridad	30
Figura 20. Productos a instalar.....	30
Figura 21. Finalización de instalación	31
Figura 22. Diseño de estructura	34
Figura 23. Cotas del diseño	35
Figura 24. Medición y corte de tubos cuadrado	36
Figura 25. Suelta de estructura	37
Figura 26. Medición parcial.....	37
Figura 27. Colocación de melamínicos.....	38
Figura 28. Ruedas en el módulo.....	39
Figura 29. Distribución de espacio.....	41
Figura 30. Placa de motor	42
Figura 31. Fusibles	44
Figura 32. Switch de alimentación	45
Figura 33. Colocación de jacks.....	45
Figura 34. Cableado de PLC	46
Figura 35. Cableado de variador de frecuencia.	47
Figura 36. Cableado de contactores	48

Figura 37. Guarda motor y temporizador	49
Figura 38. Colocación de motor	49
Figura 39. Organización de conductores	50
Figura 40. Comprobación de continuidad.	51
Figura 41. Puertas del modulo.....	51
Figura 42. Señalética del modulo	52
Figura 43. Producto terminado	53
Figura 44. Modulo control industrial.....	54
Figura 45. Partes del PLC.	56
Figura 46. Especificación técnica del PLC.....	56
Figura 47. Variador de frecuencia.....	57
Figura 48. Especificaciones del variador	58
Figura 49. Motor trifásico	59
Figura 50. Características del motor	59
Figura 51. Curva característica del motor	60
Figura 52. Prcática 01	62
Figura 53. Práctica 02	64
Figura 54. Práctica 03	67
Figura 55. Práctica 04	69
Figura 56. Práctica 05	71
Figura 57. Práctica 06	73
Figura 58. Práctica 07	75
Figura 59. Práctica 08	77
Figura 60. Práctica 09	79
Figura 61. Práctica 10	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Características del motor a emplear</i>	19
Tabla 2	<i>Pantalla del variador</i>	22
Tabla 3	<i>Características de los conductores</i>	25
Tabla 4	<i>Requisitos de sistema</i>	27
Tabla 5	<i>Material y equipo de estructura</i>	32
Tabla 6	<i>Material y equipo de parte eléctrica y electrónica</i>	39
Tabla 7	<i>Parámetros del ejercicio</i>	66

RESUMEN

El trabajo realizado a continuación tiene como propósito un mejoramiento en los conocimientos de los alumnos mediante la implementación de un módulo de control industrial para la carrera de tecnología en electromecánica, para que, de esta manera se logre concatenar conocimientos tanto teóricos como prácticos de manera que pueda ser usada dentro y fuera de la UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS. El módulo fue diseñado mediante conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera, mismos que nos ayudaron para la selección de materiales para la estructura que conformara el módulo y equipos para su colocación adecuada y programación en el software a emplear. La capacidad operacional del módulo para la ejecución de ejercicios aptas para los estudiantes se comprobó mediante un estudio de las características técnicas de los equipos además de prácticas con cada uno de ellos, mismas que se debe hacer las conexiones sin energizar el módulo para conservar la integridad física de los equipos, las características del módulo son específicas para ser usados por alumnos en todos los niveles de la carrera de tecnología en electromecánica mediante cables de conexión, pues su diseño permite realizar todo tipo de prácticas que involucre automatización, control de motores con alimentación trifásica, anteponiendo las normas de seguridad en todo momento.

PALABRAS CLAVE:

- **CONTROL INDUSTRIAL**
- **VARIADORES DE FRECUENCIA**
- **MOTORES ELÉCTRICOS**

ABSTRACT

The following work has as purpose an improvement in the students' knowledge through the implementation of an industrial control module for the technology career in electromechanics, so that, in this way, it is achieved to concatenate both theoretical and practical knowledge so that it can be used inside and outside the UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS. The module was designed using knowledge acquired during the course of the career, which helped us to select materials for the structure that will make up the module and equipment for proper placement and programming in the software to be used. The operational capacity of the module for the execution of exercises suitable for students was verified through a study of the technical characteristics of the equipment as well as practice with each one of them, same that the connections should be made without energizing the module to conserve the physical integrity of the equipment. The characteristics of the module are specific to be used by students at all levels of the career of technology in electromechanics by means of connection cables, since its design allows to make all type of practices that involve automation, control of motors with three-phase feeding, putting in front the security norms at any moment

KEYWORDS

- **INDUSTRIAL CONTROL**
- **FREQUENCY INVERTERS**
- **ELECTRICAL MOTOR**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La U.G.T como institución de educación superior, brinda sus servicios a partir del año de su creación ofreciendo tecnologías como Electromecánica, Automotriz, Seguridad Aeroportuaria, Logística, Sistemas, Instrumentación Aviónica abarcando una gran cantidad de alumnos que a la vez se forman en cada una de las tecnologías ya mencionadas.

En el estudio realizado por Álvaro Vinicio Andrade Espín y Luis Roberto Quintero Plaza en el año 2014 con el tema “IMPLEMENTACION DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS INDUSTRIALES DIDACTICO MEDIANTE UN PLC S7 1200 EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA DE LA UNIVERSISAD TECNICA DE COTOPAXI”. Se concluye que se ha implementado el modulo para un mejor aprendizaje y tener una mejor idea de los elementos existentes en la industria y así aprovechar de mayor manera el usos de estos elementos de una mejor manera. (Alvaro Andrade, 2014)

Por lo tanto, los laboratorios de control industrial son mostrados al mundo como una nueva evolución a la tendencia que ofrece el aprendizaje en la implementación de un programador lógico controlado con el fin de obtener beneficios en el conocimiento

teórico práctico de los estudiantes, para que así puedan desempeñar las funciones dentro de la carrera y en el ámbito profesional.

1.2 Planteamiento del problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías, tiene la misión de formar tecnólogos capaces de auto sustentarse profesionalmente en las carreras técnicas como Electromecánica, Mecánica Automotriz, Logística y Transporte entre otras, satisfaciendo las necesidades de la colectividad actual.

Desde la creación de la Unidad de Gestión de Tecnologías se implementó la Carrera de Tecnología en Electromecánica la cual tiene varias deficiencias puesto que al ser una carrera técnica no posee laboratorios propios y muy poco material didáctico

En la actualidad la Carrera de Tecnología en Electromecánica cuenta con diversas asignaturas técnicas la cual une conocimientos de control industrial y programación mismas que son cruciales, pero no existe el equipo técnico necesario para la realización de prácticas que se realizan en clases, es por esto que se vio la necesidad de implementar un módulo de control industrial.

1.3 Justificación

Este proyecto está diseñado para el beneficio de los alumnos de la Carrera de tecnología en electromecánica de la unidad de gestión de tecnologías ESPE-L, y mejorar así la calidad de conocimientos obtenidos dentro de las aulas y superar las deficiencias existentes en los laboratorios.

El estudio de control industrial y manipulación de los distintos equipos eléctricos, electrónicos y electromecánicos es necesario para la automatización, en virtud que cada día los conocimientos deben irse actualizando debido al avance tecnológico que cada día evoluciona.

Con la implementación del banco de pruebas los estudiantes podrán poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en el aula.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Implementar un banco de pruebas didáctico de sistemas de control industrial mediante la operación de un PLC - S7 1200, Logo, para la Carrera de Tecnología en Electromecánica, de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.4.2 Objetivos específicos

- Definir los elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos para la construcción del banco de pruebas de Control Industrial.
- Realizar el montaje, instalación y configuración de los dispositivos eléctricos, electrónicos y electromecánicos del Banco de Pruebas de Control Industrial.
- Elaborar una guía de prácticas con aplicaciones didácticas para un buen manejo, entendimiento por parte de los estudiantes sobre la automatización industrial.

1.5 Alcance

El proyecto contempla la implementación de un módulo didáctico de control industrial, empleando dispositivos usados en la actualidad para procesos de automatización, con el fin de realizar prácticas en el laboratorio y observar en forma real el funcionamiento de los elementos de control industrial y sus diferentes aplicaciones en el campo laboral

Esta investigación está orientada a seleccionar y adaptar metodologías sencillas, provenientes de diversas fuentes de información, para la estimación de los conocimientos del potencial de control industrial, que nos permitirá mantener una constante capacitación teórico - práctico dentro de los laboratorios para un mejor desempeño de los estudiantes.

Los estudiantes obtendrán un manual de funcionamiento de todos los elementos que se encuentran en el módulo para poder realizar las prácticas en tiempo real de acorde a la programación que se utilice en el software de comunicación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Principios de la conversión de la energía

De acuerdo a (Jose Miguel Molina, 2012) expresa que la electricidad a finales del siglo XIX permitió el desarrollo de la industria moderna y requirió la conversión de diversas fuentes de energía en energía eléctrica o viceversa. En la actualidad el desarrollo de la electrónica y en especial el de la electrónica de potencia, permite el control efectivo y eficiente de los procesos de conversión de energía eléctrica.

2.2 Definición y clasificación de las máquinas eléctricas

De acuerdo a (Jose Miguel Molina, 2012) expresa que la energía es la capacidad de realizar un trabajo. Podemos encontrarlas en la naturaleza en distintas formas que necesitamos procesar para obtener un rendimiento provechoso de la misma.

La energía eléctrica tiene propiedades que la hacen insustituible en muchas formas y aspectos de nuestra vida diaria: Se transforma de manera entre otros tipos de energía con rendimientos muy altos y es fácilmente transportable y distribuible a grandes distancias con medios simples y económicos. Además, su flujo continuo es fácil de dividir y distribuir para su uso en grandes o pequeñas cantidades.

Según (Angulo, 2009) expresa que, la electricidad es uno de los más flexibles y versátiles formas de energía disponibles en la actualidad. Es muy familiar encontrarla en

muchas aplicaciones en el hogar y en la industria como en iluminación, accionamiento de máquinas, y equipos electromecánicos.

Dentro de la amplia gama de aplicaciones, los sistemas de control eléctrico resultan ser muy útiles y beneficiosos para el funcionamiento y protección de la gran mayoría de equipos eléctricos ya sean domiciliarios e industriales, fundamentalmente vienen a constituir un eslabón muy importante en todo proceso industrial, estos sistemas tienen su campo de aplicación desde un simple circuito de arranque y parada de motor eléctrico, hasta los sistemas de automatización más complejos encontrados en muchas industrias en combinación con elementos de control electrónico, digital, neumático y otros.

Por otro lado, definimos una máquina eléctrica como un conjunto de elementos móviles y/o fijos que su funcionamiento posibilita aprovechar la energía.

Entonces una máquina eléctrica es un dispositivo que realiza una transformación de energía eléctrica para su posterior utilización, siempre y cuando medie en un campo magnético en dicha transformación.

Desde este punto de vista podemos clasificar las máquinas eléctricas en tres grupos principales y a su vez de manera general en la figura1:

- TRANSFORMADORES: Son máquinas eléctricas que convierten la energía eléctrica alterna con una cierta tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión por medio de interacción electromagnética.
- MOTORES: Son máquinas eléctricas que transforman energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas.

- GENERADORAS: Máquinas eléctricas que transforman energía mecánica en energía eléctrica por medio de interacción electromagnética.

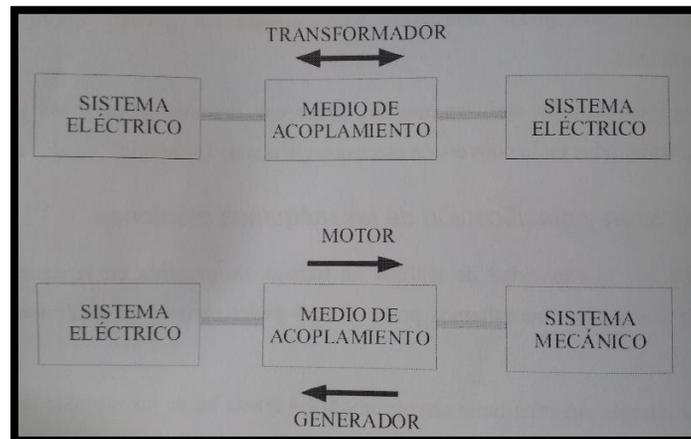


Figura 1. Tipos de máquinas eléctricas

Fuente: (Angulo, 2009)

Junto a estos, se encuentran otros tipos dispositivos que nos facilitan el trabajo (contactares, relés principalmente) que también emplean la energía almacenada por un campo magnético, y requieren una alimentación para lograr su secuencia de trabajo dentro de un ciclo de producción, por lo que también se puede catalogar como máquinas eléctricas.

2.3 Definición de términos utilizados en control

Según (Angulo, 2009) expresa:

- CONTROL: Generalmente, los métodos y maneras de controlar el comportamiento de un aparato, máquina o sistema eléctrico o también se lo puede definir así, el

sistema que controla el arranque, parada, dirección de movimiento, aceleración, velocidad y retraso del miembro móvil.

- CONTROLADOR ELECTRICO: Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar o controlar en alguna manera predeterminada el suministro de potencia eléctrica al aparato que se controla.
- AUTOMATICO: Que actúa por sí mismo, que opera bajo su propio mecanismo cuando está bajo el efecto de alguna influencia impersonal.
- MANUAL: Que se hace funcionar a mano.
- CONTACTO ELECTRICO: Estado que resulta al unir dos piezas destinadas a conducir energía eléctrica.
- CONTACTO: Una parte conductora que coactúa con otra parte conductora para formar o interrumpir un circuito.
- CONEXIÓN O CIERRE: Establecimiento del contacto eléctrico.
- MANDO: Influir o modificar valores de servicio (Magnitud de salida) promedio de una o varias magnitudes de entrada.
- REGULACION: Proceso en el cual una magnitud física determinada se lleva a un valor previamente establecido y se conserva en él.

2.4 Definición del PLC

Según el manual (siemens, 2008) podemos exponer que, un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la memoria y el sistema de entrada y salida (E/S)

El PLC S7-1200, es el último con actualizaciones distintas dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens, es el sucesor del S7-200, El SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto como se muestra en la figura 2, para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas de programar. Ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización, el cual es un dispositivo diseñado para controlar en tiempo real los procesos secuenciales.

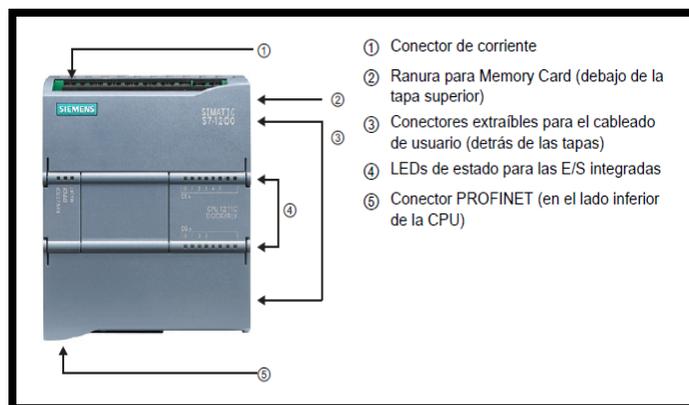


Figura 2. SIMATIC S7-1200

Fuente: (siemens, 2008)

2.5 Elementos de mando y señalización

Según el manual (ABB), estos elementos nos son de mucha ayuda al momento de realizar un proceso, pues no muestran de manera visual la transición de dicho evento, estos elementos se caracterizan por su facilidad de operarlos, interpretarlos e instalarlos, estos elementos suelen ser empleados en distintos ámbitos ya se en medicina, transporte, aviación etc.

Los pulsadores y las luces piloto son los dispositivos más sencillos del mundo, empleados para crear visibilizar y romper un circuito, transmitir un mensaje o controlar una operación, en resumen, constituyen un nexo vital entre el hombre y la máquina fácil de entender.

Un pulsador y las luces piloto tienen que ser robustos fácil de distinguir y fiables, apto para cualquier entorno y adaptables a las varias exigencias. Además, tiene que ser fácil de montar y configurar como lo muestra la figura 3.



Figura 3. Pulsadores y luces piloto

Fuente: (ABB)

2.6 Pulsador

Según (Angulo, 2009), son aparatos de maniobra clasificados como interruptores que tienen retroceso, son accionados manualmente y se emplean para el mando de pequeñas potencias

Son los elementos de mando más empleados dentro del control industrial, ya sea para poner en funcionamiento sistemas eléctricos, además de la utilización de contactores, y para la paralización de procesos ya sean desconexiones previstas o de emergencia.

La estructura de un pulsador es básicamente el botón actuador y la cámara de contactos. Por lo general la cámara de contactos está constituida por dos contactos, uno de cierre (NA) y otro de apertura (NC), pero es posible unir dos o tres cámaras de contactos para conseguir mayor flexibilidad en el mando como lo muestra la figura 4.



Figura 4. Pulsador

Fuente: (ABB)

2.7 Luces piloto

En la figura 5 podemos ver que son elementos que normalmente se utiliza para indicar las diferentes acciones por las que se encuentra el proceso, en marcha, en pausa emergencia, por ejemplo, estas luces son responsables de mostrarnos visualmente el paso de corriente y estado del proceso en el que se desarrolla.



Figura 5. Luces piloto

Fuente: (ABB)

2.8 Aparatos De Maniobra

Según (Angulo, 2009) dice: Son dispositivos que actúan para unir, interrumpir, conmutar o seccionar uno o más circuitos eléctricos.

Siendo esta definición muy general para un sector muy diverso e importante las normas VDE proponen la siguiente clasificación.

- Interruptores
- Dispositivos de enchufe
- Reguladores y arrancadores
- Fusibles

2.8.1 Interruptores

Según (Angulo, 2009) expresa, son aparatos de maniobra para la conexión o desconexión o cambio de circuitos eléctricos en forma voluntaria o automática, elementos de gran importancia pues gracias a ellos podemos realizar trabajos de mantenimiento o seguimiento a sistemas de manera sencilla sin correr riesgos innecesarios.

2.8.2 Dispositivos de enchufe

Según (Angulo, 2009) dice, aparatos de maniobra con idénticas funciones de los interruptores a diferencia q las piezas deben ser acopladas en cierta posición que permita des energizar un sistema, no están montadas conjuntamente.

2.8.3 Reguladores y arrancadores

Según (Angulo, 2009) dice, Sirven para el ajuste o variación de las magnitudes de servicio en los circuitos, con inclusión eventual de su conexión o desconexión.

2.8.4 Fusibles

Según (Angulo, 2009) dice, Destinados a desconexión automáticamente un circuito eléctrico al rebasarse una determinada intensidad de corriente.

El fusible es dispositivo utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos. Este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido.

Según (Kosow, 2016) dice, los fusibles, quizá sean el dispositivo más simple de protección del motor contra sobre intensidades (Figura 6). Estos están divididos en dos grandes grupos: fusibles de baja tensión (600 V o menos) y fusibles de alta tensión (Más de 600 V)

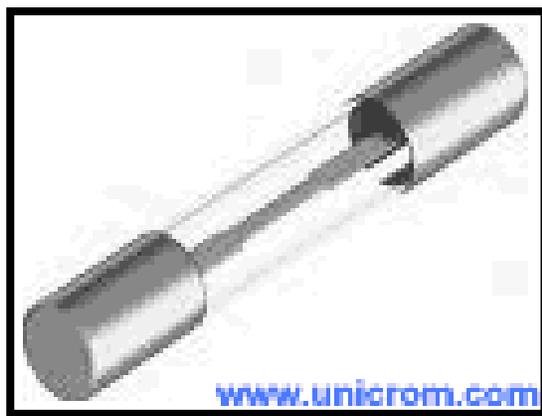


Figura 6. Fusible

Fuente: www.unicrom.com

2.9 Contactor electromagnético

Según (Angulo, 2009) dice, el contactor es un dispositivo designado a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos que normalmente funcionan con mando a distancia en lugar de ser operados manualmente. Está diseñado para maniobras frecuentes bajo carga y sobrecargas normales.

Atendiendo al tipo de accionamiento se puede tener: contactores electromagnéticos, electromecánicos como es el de la figura 7, neumáticos etc. De los cuales el contactor electromecánico es el más utilizado en las variantes de pequeña,

mediana y gran potencia e industria. La sencillez de construcción unida a su robustez, su reducido volumen y mantenimiento prácticamente nulo lo hacen insustituible.

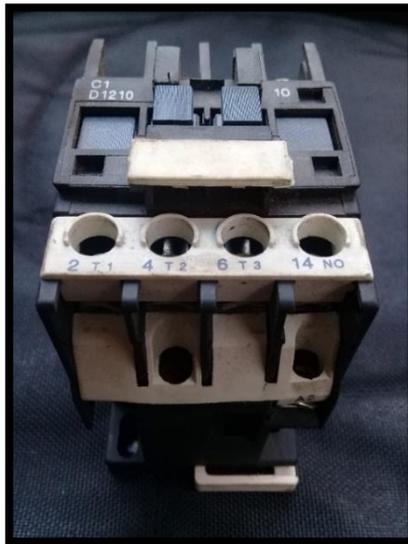


Figura 7. El contactor

Fuente: (Angulo, 2009)

2.9.1 Componentes estructurales

Según (Angulo, 2009) tenemos que.

En un contactor distinguimos los siguientes elementos estructurales:

- Electroimán
- Contactos
- Elementos mecánicos
- Cámara de extinción de arco eléctrico.

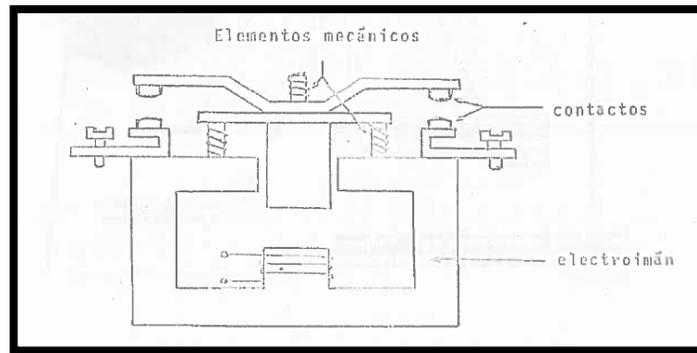


Figura 8. Componentes del contactor

Fuente: (Angulo, 2009)

2.9.2 Características a ser tomadas en cuenta

Según (Angulo, 2009) tenemos que, las características de un contactor vienen determinadas en los siguientes términos:

- Tipo de contactor
- Valores nominales
- Circuito de control y contactos auxiliares
 - a. Tipo de contactor: Hace referencia a.
 - Numero de polos
 - Clase de corriente
 - Medio de interrupción
 - Método de control
 - b. Valores nominales: según la norma que se especifica los datos de placa

2.9.3 Aplicaciones

Según (Angulo, 2009) indica, El campo de aplicaciones de los contactores electromecánicos es tan extenso y variado, que todo técnico en electricidad debe estar muy familiarizado y tener varios conocimientos sobre estos dispositivos y sus usos.

La utilización se extiende desde las sencillas aplicaciones de uso doméstico, hasta aplicaciones de gran envergadura encontradas en instalaciones de plantas industriales

Podemos citar algunos ejemplos de aplicaciones como:

- Sistemas de arranque de motores eléctricos, para el accionamiento de máquinas de producción, máquinas herramientas, compresores de aire etc.
- E sistemas automáticos de transferencia de energía.
- En iluminación de patios industriales e iluminación de vías.
- En subestaciones de bombeo de agua.
- En el accionamiento de ascensores y montacargas.
- En el accionamiento de puentes grúas.
- En sistemas hidroneumáticos de bombeo de agua utilizados en residencias y edificios.
- Y en general en todas aquellas instalaciones que requieran un control de energía.

2.10 Motor trifásico

El motor es una máquina eléctrica capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica (Figura 9) y si fuese capaz de convertir la energía mecánica en

eléctrica sería llamada esta un generador, en nuestro caso para la realización del proyecto necesitamos la presencia de un motor para su control y demás ejercicios, mismo posee ciertas características de acuerdo a su función a emplear, en nuestro caso lo emplearemos para el modulo y requerimos ciertas características como lo especifica en la tabla 1.

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: de jaula de ardilla, bobinado y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° .

El campo magnético giratorio, a velocidad de sincronismo, creado por el bobinado el estator, corta los conductores del rotor, por lo que se genera una fuerza electromotriz de inducción.



Figura 9. Motor trifásico

Fuente: www.digel.com

Tabla1

Características del motor a emplear

Nº	Descripción	Características
1	Potencia	0,25 HP
2	Frecuencia	60 Hz
3	Rotación nominal	1705 rpm
4	Deslizamiento	5,28 %
5	Voltaje nominal	208-230/460V
6	Corriente nominal	1,08-0,976/0,488 A
7	Corriente de arranque	4,59/2,29 A
8	I_p/I_n	4,7
9	Par nominal	1,01 Nm
10	Clase de aislación	F
11	Elevación de temperatura	80 K
12	Temperatura ambiente	-20°C - +40°C
13	Altitud	1000 m
14	Protección	PW55
15	Factor de servicio	1,15

Según (Robert Arnold, 1980) nos dice, como dato adicional en el empleo del motor, el arranque en estrella triángulo tiene como finalidad rebajar la elevada corriente inicial. Las conexiones en estrella y triángulo frecuentemente necesaria, es un interruptor cilíndrico de conexión y reconexión.

2.11 Variador de frecuencia

Es un instrumento capaz de controlar y variar a velocidad de rotación del motor eléctrico de corriente alterna mediante la alteración de su frecuencia a la cual suele trabajar, este dispositivo es capaz de realizar distintas tareas como modificar su frenado su aceleración su rotación entre otras.

Para la instalación del variador hay que tener en cuenta que la posición del variador sea de manera vertical así aprovecharíamos de manera eficaz sus características (figura 10).

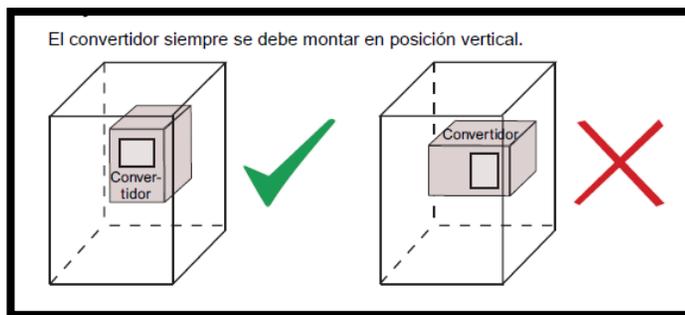


Figura 10. Posición del variador

Fuente: (SIEMENS, Manual del variador, 2013)

Para la conexión de este dispositivo se recomienda las horquillas tipo U y/o cable flexible como se detalla en la figura 11, por motivos de resguardar la integridad física de los bornes de conexión y así evitar un desgaste por el mal empleo al momento de conexión y no usar las herramientas adecuadas, pues a veces suelen usar herramientas

demasiadas grandes o demasiada pequeña que aíslan las perforaciones ya sean en estrella o planos.

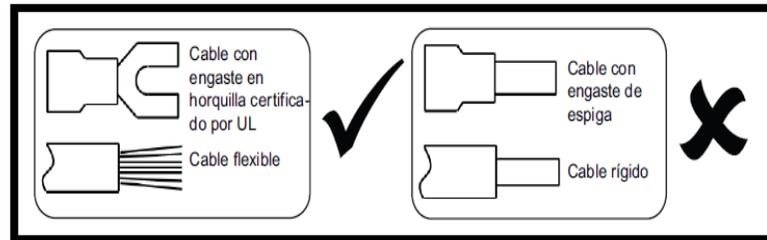


Figura 11. Recomendaciones a la conexión

Fuente: (SIEMENS, Manual del variador, 2013)

2.11.1 Opciones básicas de la pantalla del variador

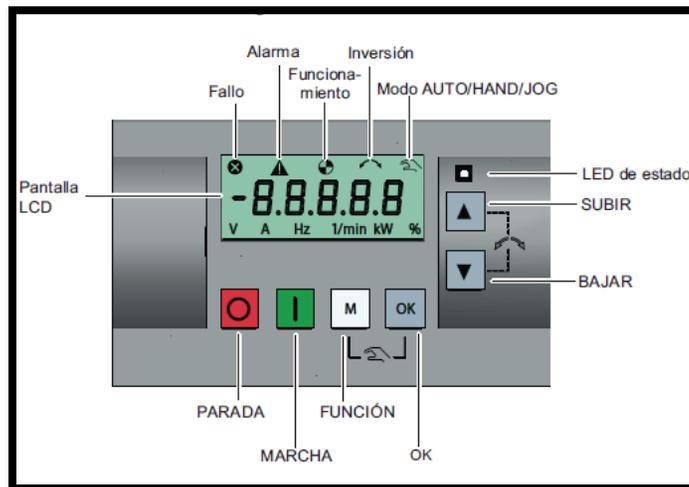


Figura 12. Pantalla del variador

Fuente: (SIEMENS, Manual del variador, 2013)

Tabla 2

Pantalla del variador

	<p>- Una sola pulsación: Parara la acción, hará que el motor pare de parámetros ya establecidos.</p> <p>- Pulsación doble o larga: El motor realizara una parada natural sin tiempos de desaceleración.</p>
	Arranca el proceso el cual este programado
	<p>Pulsación breve: -Ingresa al menú de ajuste.</p> <p> -Reinicia la edición dígito a dígito.</p> <p> -Si se pulsa dos veces en la edición dígito a dígito, vuelve a la pantalla anterior.</p> <p>Pulsación larga: -Vuelve a pantalla de estado.</p> <p> -Entra a menú de configuración</p>
	<p>Pulsación breve: -Cambia al dígito siguiente.</p> <p> -Borra fallas.</p> <p>Pulsación larga: -Edición rápida de parámetro</p>
	Cambia entre los distintos modos

Fuente: (SIEMENS, Manual del variador, 2013)

2.12 Conductores

Los conductores dentro de la electricidad, son empleados para transmitir, transportar y distribuir la energía eléctrica en los sectores que estén destinados para obtener un mayor beneficio.

Estos elementos se caracterizan por estar elaborados de un material conductor (cobre) por su conductividad y precio en el mercado además de presentar la más mínima resistencia al momento que transporte la energía, facilitando y mejorando así su conducción.

Según (SCRIBD, 2019) expresa entre los conductores encontramos varias siglas como “THHN”, “TW”, “THW”, etc. (Figura 13). Este tipo de siglas hacen referencia al tipo de aislamiento usado en el cable y sus especificaciones, a continuación, se detalla un listado con cada una de las siglas.

SIGLAS	DESCRIPCIÓN
TH	Aislación vinilo/termoplástico (PVC), aprobado climáticamente, resistencia de temperatura 60°C.
THW	Aislación vinilo/termoplástico (PVC), aprobado climáticamente, resistencia de temperatura 75°C.
THHN	Aislación vinilo/termoplástico (PVC) 90°C, 600 voltios, cable con chaqueta de nylon utilizado en áreas secas y húmedas.
XHHW	Cable de aislado de polietileno, resistente al calor y la humedad, 90°C en áreas secas. 75°C en áreas húmedas.
UF	Aislación vinilo/termoplástico (PVC), utilizado bajo tierra y como rama de cables de circuito.
SPT	Servicio paralelo.

Figura 13. Tipos de conductores

Fuente: (SCRIBD, 2019)

2.12.1 Características del conductor según su capacidad.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Figura 14. Capacidades de los conductores

Fuente: (ELECTROCABLES, s.f.)

Los conductores tienen características y funciones diferentes de acuerdo a factores como calibre del cable y dimensiones de los mismos así podemos describir más detalladamente en la figura 14, misma que nos sirvió de ayuda al momento de elegir el tipo de cable a ocupar de acuerdo a nuestro proyecto.

Además, podemos encontrar varias características adicionales en los conductores que nos pueden facilitar el trabajo al momento de elegir el adecuado para poder emplear de manera más eficaz aprovechando así sus características que los diferencian del uso de los otros como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3*Características de los conductores*

Nº	CALIBRE / AWG	SECCIÓN EN MM2	EJEMPLOS
1	4	25	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
2	6	16	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
3	8	10	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
4	10	6	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
5	12	4	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
6	14	2.5	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
7	16	1.5	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Fuente: (ELECTROCABLES, s.f.)

2.12.2 Conductores tipo thhn.

Para el desarrollo de nuestro proyecto decidimos elegir este tipo de conductor por sus características técnicas que lo caracteriza y están acordes a nuestras necesidades y la manera que van a ser empleados en lugares pequeños y requerimos mayor flexibilidad.

Según (CABLE, 2015) Dice, los conductores tipo THHN posee unas características técnicas de:

- Voltajes máximos de 600 V.
- La cubierta de nylon le confiere una alta resistencia a hidrocarburos, aceites, grasas y gasolina

2.12.3 Aplicaciones

Según (CABLE, 2015) dice, son de uso general en instalaciones domiciliarias y comerciales, son recomendables para instalaciones de fuerza, control y alumbrado en lugares donde se requiere una mayor temperatura ambiente, resistencia mecánica y extra flexibilidad en la instalación.

Es un producto ecológico ya que el compuesto del PVC usado como aislante no tiene plomo lo que permite tener un producto compatible con el medio ambiente y exento de riesgos para la salud de los usuarios e instaladores.

2.13 TIA PORTAL

De acuerdo a nuestro proyecto a realizar esta es una herramienta muy indispensable para la programación de nuestro PLC S7 1200, y el funcionamiento de manera correcta del módulo de control industrial.

Según (PLC, 2019) TIA es un software unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento de automatización en Siemens. Dentro de TIA se dispone de dos versiones.

- TIA PORTAL STEP 7 Professional

Capacidad para programar toda la gama de PLCs S7-1200, S7-1500, S7-300/400 y WinAC

- TIA PORTAL STEP 7 BASIC

Capacidad para programar la gama de PLCs S7 1200 y gama HMI Basic Panel

2.13.1 Requisitos mínimos de sistema

Tabla 4

Requisitos de sistema

Ord	Hardware/software	Requisitos
1	Tipo de procesador	1.6 GHz o similar
2	RAM	1 Gb
3	Espacio de disco	2 Gb en unidad C:/
4	Sistemas operativos	Windows: XP, 2003, 7, 2008 y/o superiores
5	Tarjeta grafica	32 Mb RAM
7	Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido

Fuente: (SCRIBD, 2019)

2.13.2 Instalación

- Inserte el CD.

- b) Abra el CD para visualizar las carpetas.
- c) Ubica la carpeta de aplicación y presione start.
- d) De clic en la Opción SI.



Figura 15. Solicitud para continuar.

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

- e) Selecciones el idioma español para la instalación y presione siguiente.

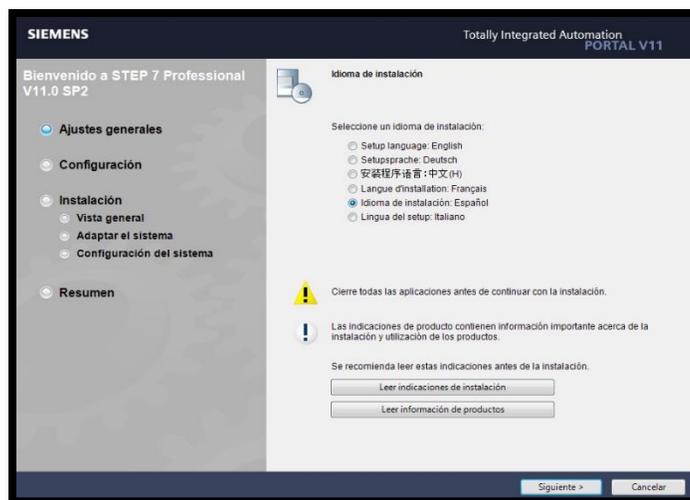


Figura 16. Selección de idioma

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

- f) Seleccione idioma para la aplicación y presione siguiente

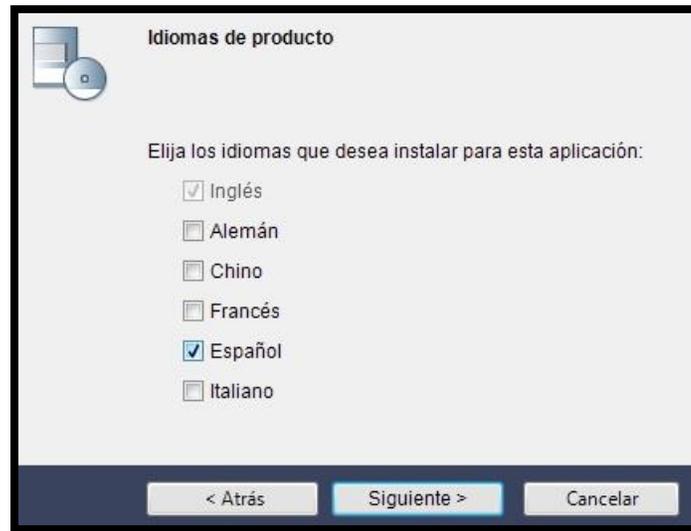


Figura 17. Idioma de aplicación

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

- g) Se mostrará la lista de productos adicionales, presione siguiente.
- h) Se mostrará una ventana con las condiciones de la licencia, misma debe presionar en acepto y siguiente

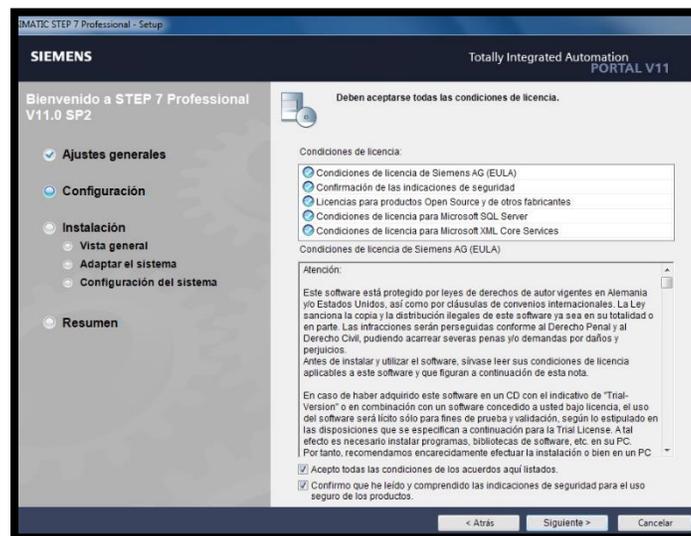


Figura 18. Condiciones de licencia

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

i) Clic en aceptar para la configuración de seguridad

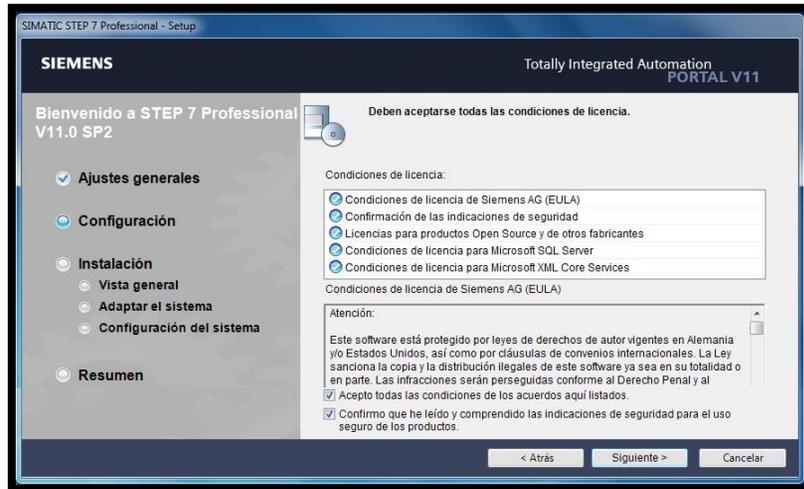


Figura 19. Condiciones de seguridad

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

j) Se mostrará una ventana con los productos a instalar, presione instalar



Figura 20. Productos a instalar.

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

k) Se mostrará los avances d la instalación, una vez terminada se pedirá la reiniciación del equipo.

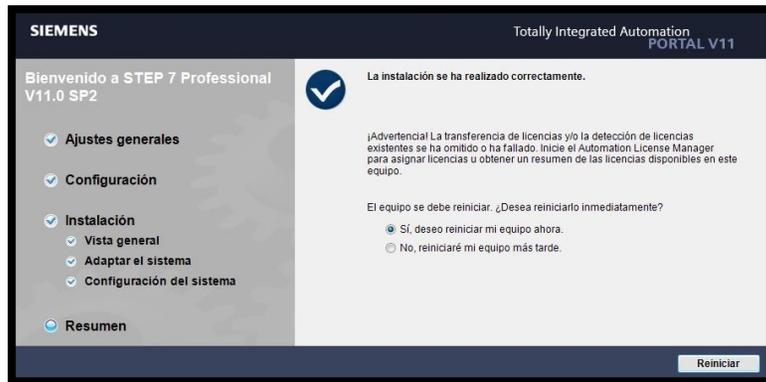


Figura 21. Finalización de instalación

Fuente: (SIEMENS, Tia Portal)

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO

3.1 Elaboración estructural

Para el desarrollo de nuestro proyecto hemos decidido diferenciar este capítulo en 2 fases para un mejor trabajo y organización que nos facilitara la elaboración y distribución del tiempo en su realización. En esta fase nos dedicaremos netamente al desarrollo de la parte estructural, es decir del módulo que sostendrá a todos los elementos a ser colocados de manera ordenada.

3.1.1 Desarrollo del sistema de control industrial

Para el banco de pruebas de la parte estructural se requieren los materiales detallados a continuación en la tabla 5, mismos fueron analizados para el empleo de acuerdo a su forma y contextura de ellos.

Tabla 5

Material y equipo de estructura

MATERIALES Y EQUIPO		
Ord.	Cantidad	Descripción
1	02	Tubo cuadrado ¼
2	20	Electrodos
3	2	Tableros
4	1	Taladro

CONTINÚA 

5	1	Cierra circular
6	3	Brocas (madera/hierro)
7	1	Flexometro
8	1	Escuadra
9	200	Tornillo (Madera hierro)
10	4	Ruedas

3.1.2 Adquisición de materiales

Se debe tener en cuenta las características técnicas de los elementos para estén de acuerdo a nuestras necesidades, e identificar los lugares de distribución que nos ofrezcan garantía, calidad y economía con sus productos.

3.1.3 Elaboración de estructura

Para la elaboración de la estructura y tener una guía para basamos diseñamos un bosquejo en la aplicación realizado en SOLIDWORKS como se muestra en la figura 22, misma que nos ayudara para la elaboración del módulo y ubicación de tubos para la soldadura.

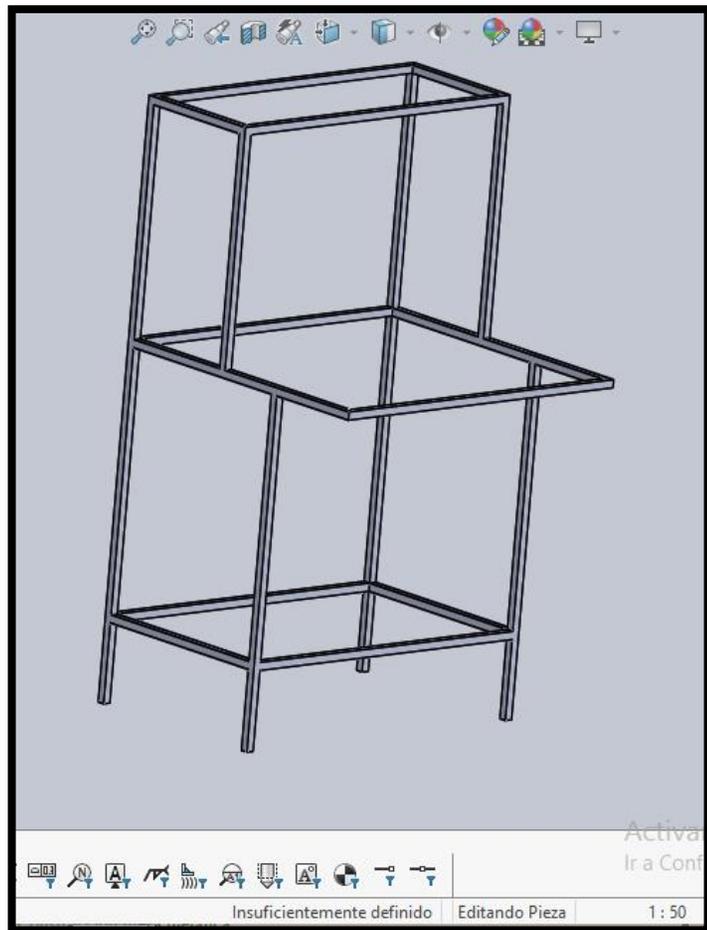


Figura 22. Diseño de estructura

3.1.4 Diseño de plano acotado

Se realiza un plano detallado con cotas incluidas para la elaboración como lo mencionamos en la figura 23, las cotas nos servirán tanto para el corte como para la soldadura de la estructura, puesto que sabremos la medida terminada la cual debe quedar el modulo terminado

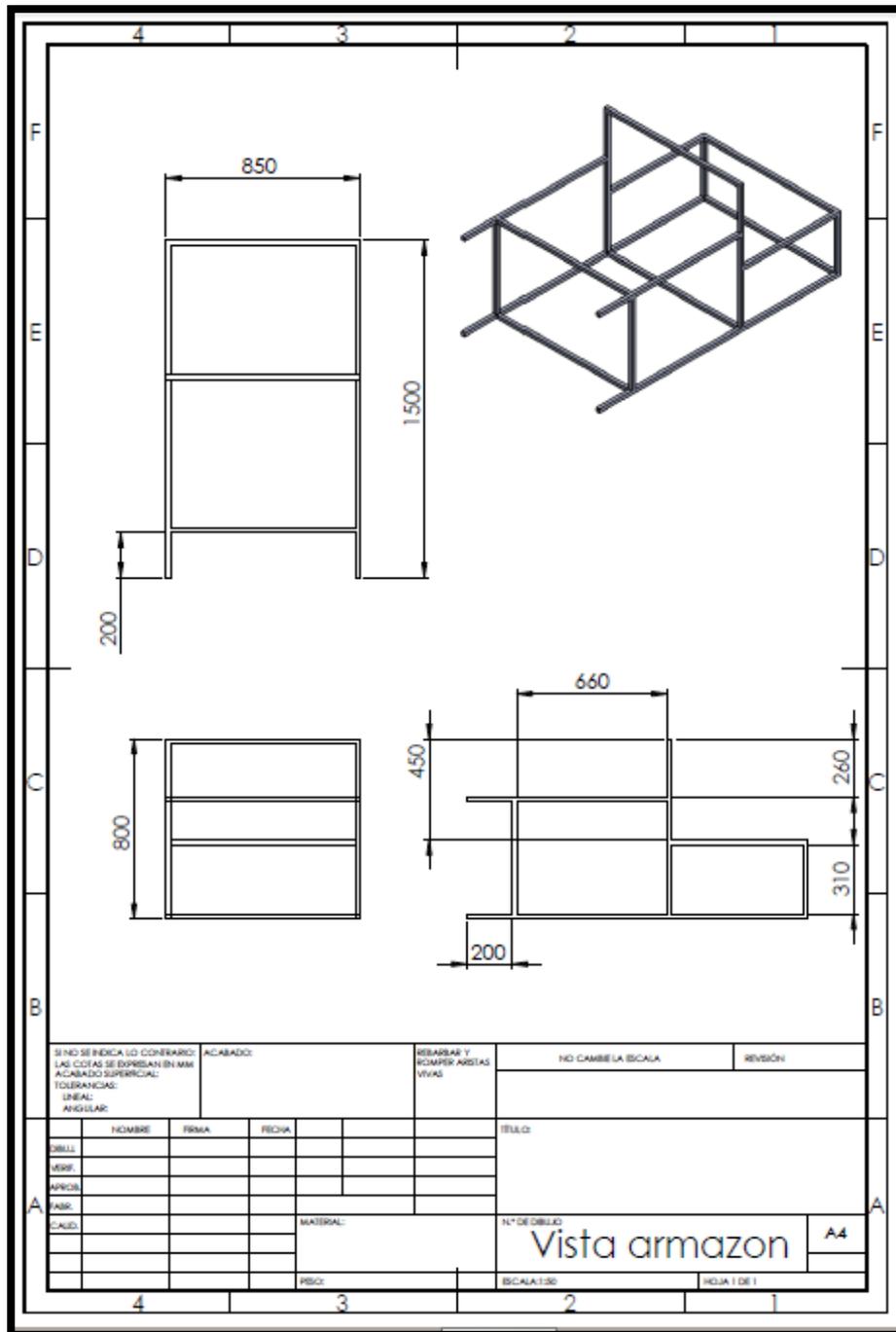


Figura 23. Cotas del diseño

3.1.5 Medición y corte para estructura metálica

Se procedió a medir los tubos cuadrados en base a las medidas del diseño en Solid Works para su posterior corte empleando las herramientas adecuadas como se mira en la figura 24, hay que tener en cuenta el espesor del disco de corte pues este tiene un espesor de 0.5 cm y esto alteraría el diámetro de la estructura.

La medición de cada tramo de tubo ya cortado debe ser exacto para que pueda coincidir con la figura del diagrama.



Figura 24. Medición y corte de tubos cuadrado

3.1.6 Suelda de estructura metálica

Una vez medido y cortado a las medidas requeridas como se mira en la figura 25, procedemos a soldar mediante proceso de soldadura tipo SMAW empleando electrodo revestido (6011), para iniciar el armado del módulo de acuerdo a los planos diseñados en el software Solid Works.



Figura 25. Suelda de estructura

3.1.7 Medición parcial de estructura

En la figura 26 podemos mirar que se requiere realizar mediciones constantes durante el armado de la estructura para comprobar que esté idéntico al diseño original y evitar complicaciones futuras.



Figura 26. Medición parcial

3.1.8 Colocación de melamínicos sobre la estructura metálica

Se procedió a llevar los melamínicos al local donde se adquirieron los mismos, para realizar el corte respectivo con las máquinas disponibles. Una vez obtenidos las planchas se procedió al montaje sobre la estructura metálica con tornillos de sujeción adecuados para evitar que queden flojos como se mira en la figura 27.



Figura 27. Colocación de melamínicos

3.1.9 Colocación de ruedas

Optamos por la colocación de ruedas para el fácil transporte y movimiento dentro y fuera del laboratorio quedando como se muestra en la figura 28



Figura 28. Ruedas en el modulo

3.2 Colocación de elementos eléctricos y electrónicos

En esta fase nos dedicaremos precisamente a la parte eléctrica y electrónica del proyecto. Para la realización de esta fase necesitamos ciertos elementos y materiales que detallamos a continuación.

Tabla 6

Material y equipo de parte eléctrica y electrónica

MATERIALES Y EQUIPO		
Ord.	Cantidad	Descripción
1	120	Jacks
2	100	Bananas
3	6	Pulsadores

CONTINÚA 

4	5	Luces piloto
5	1	PLC S7-1200, pc 1212c
6	1	Variador de frecuencia
7	3	Contactador
8	1	Temporizador
9	8	Canaleta
10	40	Cable flexible
11	1	Guarda motor
12	1	Porta fusibles
13	3	Fusibles
14	2	Switch
15	1	Temporizador
16	1	Relé térmico

3.2.1 Distribución de elementos sobre el modulo

Una vez colocado los melamínicos se procede a medir y distribuir el espacio disponible dentro del módulo a fin de verificar como van a ir ubicados los diversos dispositivos eléctricos, electrónicos y electromecánicos dentro del mismo, como se muestra en la figura 29.

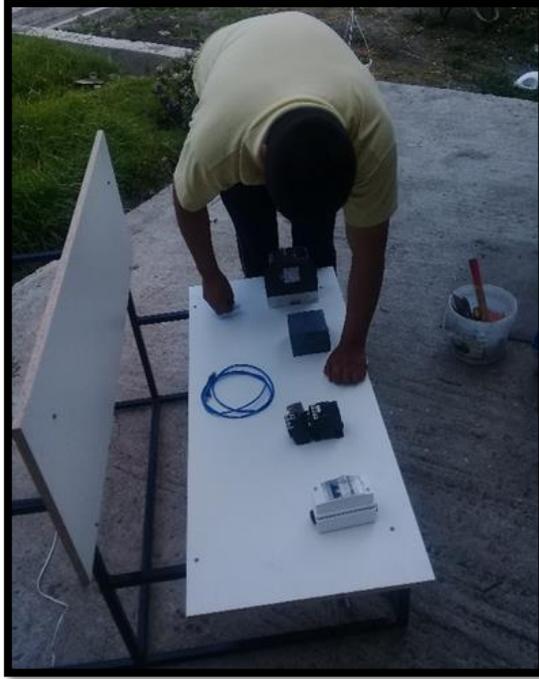


Figura 29. Distribución de espacio

3.2.2 Cableado de los instrumentos

Se procede al cableado de los instrumentos con sus respectivos jacks para un empleo más adecuado durante las prácticas, en vista que se requiere mantener el orden al momento de las conexiones durante las prácticas, las conexiones deben estar bien aisladas para evitar realizar cortocircuitos y dañar los elementos del módulo, esto nos permitirá que los elementos electrónicos queden fijos y no tener la necesidad de moverlos constantemente.

3.2.3 Selección de conductor para cableado

Se requiere realizar un cálculo previo al cableado para establecer el tipo de cable a emplear, de acuerdo a la carga que vamos a emplearen en este caso nos basaremos

a la potencia, corriente nominal y de arranque del motor que utilizaremos para dimensionar de manera correcta y no tener fallas del sistema durante su funcionamiento.

Para realizar el cálculo necesitamos ciertos datos que encontraremos en la placa de datos del motor como se muestra en la figura 30, ubicada en un costado de manera estratégica a fin de mantener la información detallada del motor visible en todo momento



Figura 30. Placa de motor

Para la selección del calibre del conductor nos basaremos en las características técnicas del motor a utilizar, detalladas en la tabla 1

Cabe recalcar que mediante los datos obtenidos de la tabla y la información adquirida en la figura N 14 podemos obtener el tipo de cable recomendado a emplear que en nuestro caso es el cable THHN AWG #14.

3.2.4 Colocación de fusibles

Los fusibles se los coloco de manera estratégica en la parte superior derecha de manera que este accesible a la vista para comprobarlos con frecuencia y reemplazarlos si es necesario.

El cálculo para el dimensionamiento de los fusibles de acuerdo a la potencia utilizada por el motor del banco de pruebas, es mediante la corriente nominal multiplicada por 6, así obtenemos la corriente a la cual debemos adquirir los fusibles.

DATOS

$I_n = 1.02 \text{ A}$

$I_a = ?$

$$I_a = 1.02 \times 6$$

$$I_a = 6,12 \text{ A.}$$

La colocación de estos dispositivos es vital para el modulo, de acuerdo a la operación, se estimó un fusible trifásico de 7 amperios como sistema de seguridad para el banco de pruebas para contrarrestar los efectos de la sobretensión y cortocircuitos, pues es quien va a salvaguardar la integridad de todos los dispositivos ante cualquier eventualidad suscitada

En el módulo como una variación en la red ya sea por tormentas eléctricas o cortocircuitos como se muestra en la figura 31.



Figura 31. Fusibles

3.2.5 Colocación de Sistema de encendido del modulo

Para la alimentación del módulo se requiere instalar unos breakers a la entrada y así poder alimentar de manera fácil, segura a todo el modulo en las secciones a trabajar como se muestra en la figura 32.



Figura 32. Switch de alimentación

3.2.6 Colocación de jacks

La colocación de los jacks es necesaria para la conexión entre dispositivos, encontramos una opción viable para la facilidad de interactuar entre los elementos como se muestra en la figura 33.



Figura 33. Colocación de jacks

3.2.7 Colocación de PLC

En este dispositivo hay que tener mucho cuidado en los detalles por el número de bornes salientes y entrantes del dispositivo, para el cableado se debe ir en orden para evitar confusiones como se muestra en la figura 34.



Figura 34. Cableado de PLC

3.2.8 Cableado de variador de frecuencia

En este dispositivo se debió realizar una conexión de 2 líneas en la entrada y 5 salidas pues este dispositivo tiene la posibilidad de darnos en las salidas corriente trifásica y corriente continua como se muestra en la figura 35.



Figura 35. Cableado de variador de frecuencia.

3.2.9 Cableado de contactores.

Para la conexión de estos dispositivos optamos por el empleo de una regla din para que nos facilite su colocación sobre el modulo, también nos ayuda a que la separación de esto no sea muy grande debido al espacio que contamos y no se desperdicie nada y pueda ser apreciada de mejor manera los efectos al momento de accionarlos como se muestra en la figura 36.

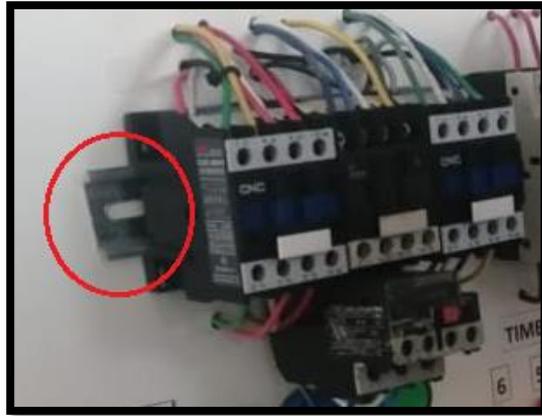


Figura 36. Cableado de contactores

3.2.10 Colocación de guarda motor y temporizador.

En cuanto al guarda motor es un elemento que nos servirá de protección al motor de manera exclusiva y conservarlo en buenas condiciones para las prácticas, es un elemento que no puede faltar en ningún ejercicio, pero antes debemos verificar que este accionado para que este pueda funcionar para el fin que está diseñado.

En cuanto al temporizador se lo ubico cerca al guarda motor para el aprovechamiento de la regla din, este dispositivo nos ayudara en las prácticas que requieran una temporización a la conexión y /o a la desconexión, son muy útiles para distintas aplicaciones en circuitos cíclicos como se muestra en la figura 37.

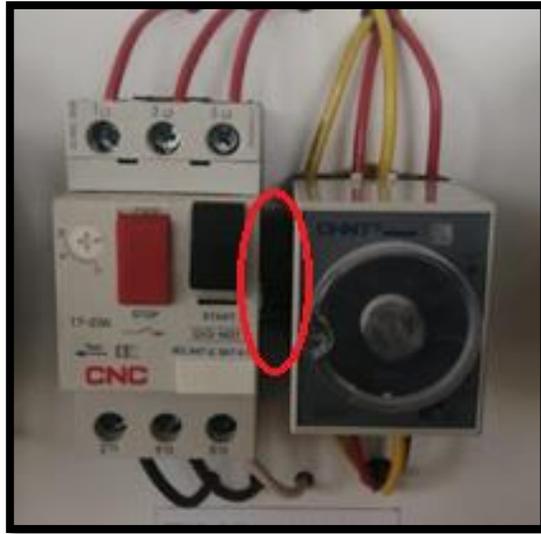


Figura 37. Guarda motor y temporizador

3.2.11 Conexión del motor

Para la conexión del motor se debe reconocer cual va a ser su nivel de voltaje de operación para poder delimitar que tipo de conexión se va a realizar como se muestra en la figura 38.



Figura 38. Colocación de motor

3.2.12 Organización de conductores

Una vez realizada todas las conexiones de los instrumentos, en el módulo se procede a organizar los cables en la parte trasera con el fin de evitar el desorden como se muestra en la figura 39.

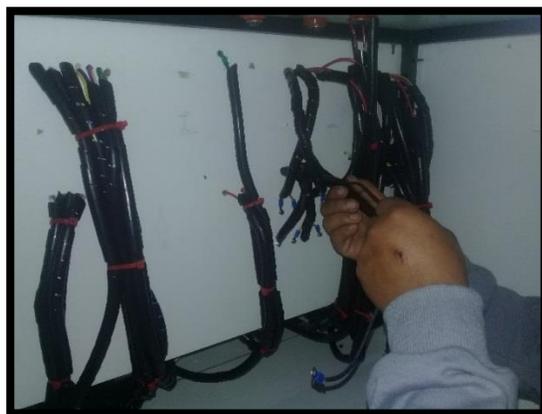


Figura 39. Organización de conductores

3.2.13 Verificación de continuidad

Este procedimiento es esencial pues con este procedimiento comprobaremos el estado de las conexiones que hemos realizado, de las borneras de los instrumentos hacia los jacks ubicados en el módulo.

Como se muestra en la figura 40, para realizar esta prueba es necesario contar con un multímetro y ubicarlo en posición de continuidad para verificar que los cables o conexiones estén en corto circuito.



Figura 40. Comprobación de continuidad.

3.2.14 Colocación de puertas

La parte trasera del módulo dispone de un espacio que cubre el cableado, donde se procedió a colocar unas puertas con bisagras de codo como se muestra en la figura 42, para tener un fácil acceso a las conexiones en caso de querer modificarlas por algún motivo ya sea por mantenimiento o simplemente limpieza, estas también están a cargo de proteger los cableados internos de cualquier agente externo ya sea polvo o agua.

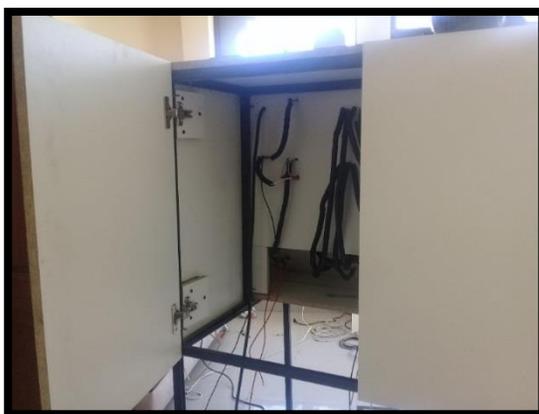


Figura 41. Puertas del modulo

3.2.15 Señalización del modulo

La señalización es muy importante, pues esto nos ayudara a identificar de manera precisa, rápida los bornes de conexión ubicados en el tablero, la ubicación fue similar al del equipo en todo sentido tanto en ubicación y escritura como se muestra en la figura 43.



Figura 42. Señalética del modulo

3.2.16 Producto terminado

Al terminar con la implementación del módulo, se procedió a realizar una guía de prácticas donde se determinó que los estudiantes de la Carrera tecnología en electromecánica podrán poner en prácticas todos los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, es decir se obtendrán mejores resultados en los estudiantes al momento del aprendizaje como se muestra en la figura 41.



Figura 43. Producto terminado

CAPÍTULO IV

MANUAL DEL MÓDULO DE CONTROL INDUSTRIAL



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

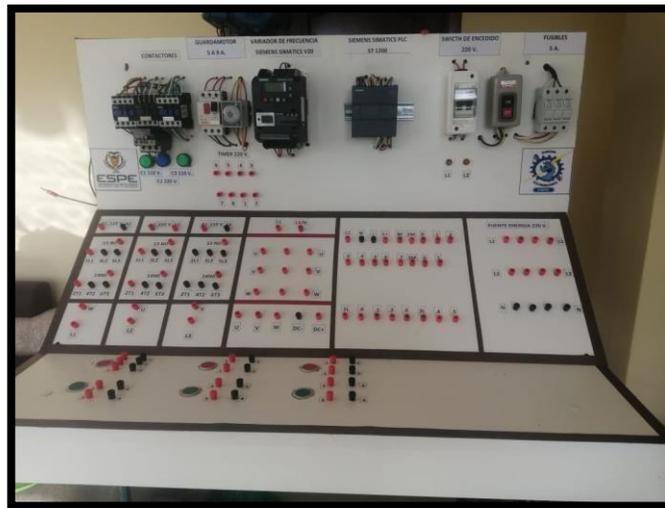


Figura 44. Modulo control industrial

MANUAL DE PRÁCTICAS DEL MODULO, DE CONTROL INDUSTRIAL, PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA, DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, ESPE, LATACUNGA.”

**AUTORES: BARRIGA ALBAN, ROLANDO RODRIGO
DIAZ NINALLUNTA, WILMER GEOVANNI
LATACUNGA**

2020

PRESENTACIÓN

Este presente manual está diseñado para los estudiantes de Carrera de Tecnología en Electromecánica, consiste en una guía didáctica para que puedan realizar prácticas de control industrial, y estas puedan complementarse con los conocimientos teóricos que se han revisado en las materias pertinentes.

Esta guía explica cómo el estudiante debe realizar las conexiones en base a los diagramas y los pasos que deben seguir para conectar los diferentes circuitos conocer de forma práctica en el banco de pruebas de control industrial.

Este proyecto se lo realizo basándose en los conocimientos teóricos – prácticos adquiridos en las aulas. La descripción del problema, el material a utilizar, el posible circuito a seguir, son solo algunas herramientas que se mencionan en el desarrollo de las prácticas de este manual.

PROGRAMADOR LOGICO CONTROLADO PLC S7 1200

DATOS TECNICOS :

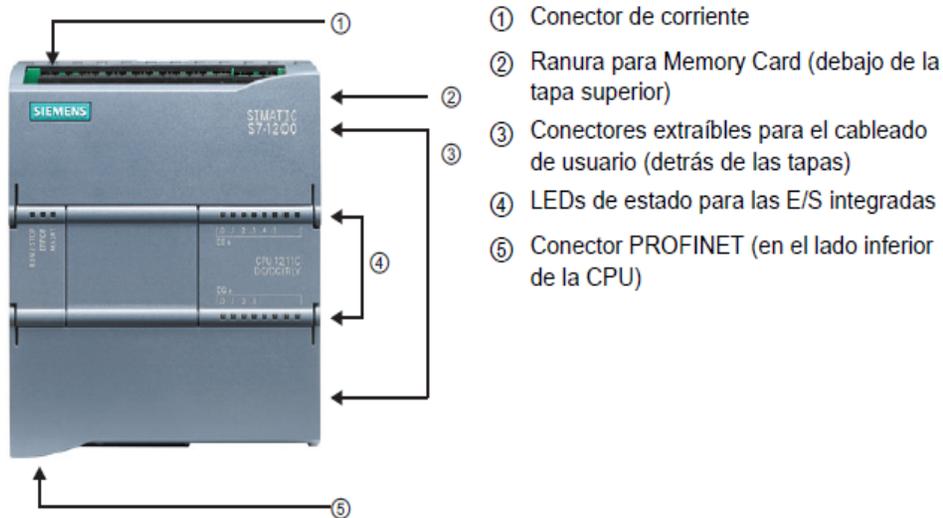


Figura 45. Partes del PLC.

Especificaciones Técnicas.

	CPU 212	CPU 216	CPU 226
Dimensiones	160×80×62 mm	218×80×62 mm	190×80×62 mm
Entradas/salidas	8 DI/6 DO	24 DI/16 DO	24 DI/16 DO
Capacidad de expansión	2 módulos	7 módulos	7 módulos
Contadores/Temporizadores	64/64	256/256	256/256 contadores rápidos +6
Marcas	128	256	256
Operaciones	Operaciones básicas, funciones aritméticas (punto fijo y punto flotante)	+PID	+PID
Protocolos soportados	PPI	PPI, MPI	PPI, MPI, Profibus

Figura 46. Especificación técnica del PLC.

VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS V20



Figura 47. Variador de frecuencia.

DATOS TECNICOS:

El variador de frecuencia SINAMICS V20 de Siemens, ofrece una solución de accionamiento simple y rentable. El variador de frecuencia SINAMICS V20 de Siemens se distingue por sus rápidos tiempos de puesta en marcha, facilidad de uso, robustez y eficiencia de costes. Destaca por su tamaño compacto, disponible en FSA hasta 2,2kW y cubre un rango de potencia desde 0,12 kW hasta 15 kW en tensiones de red Monofásicas y trifásicas.

Datos generales

<input type="checkbox"/> Tipo	Variador de frecuencia
<input type="checkbox"/> Serie	SINAMICS V20
<input type="checkbox"/> Comunicación	USS, Modbus RTU
<input type="checkbox"/> Refrigeración	Ventilador externo
<input type="checkbox"/> Tamaño	FSB

Datos eléctricos

<input type="checkbox"/> Voltaje de funcionamiento	380...480 V AC (+10/-15 %)
<input type="checkbox"/> Frecuencia	47...63 Hz
<input type="checkbox"/> N° de fases entrantes	3 AC
<input type="checkbox"/> N° de fases salientes	3 AC
<input type="checkbox"/> Tensión nominal	400 V
<input type="checkbox"/> Potencia nominal (HO)	3,0 kW
<input type="checkbox"/> Potencia nominal (LO)	3,0 kW
<input type="checkbox"/> Intensidad nominal (HO)	7,3 A
<input type="checkbox"/> Intensidad nominal (LO)	7,3 A
<input type="checkbox"/> Frecuencia de pulso	2 kHz
<input type="checkbox"/> Frecuencia de salida	0...550 Hz
<input type="checkbox"/> Entradas digitales	4

Figura 48. Especificaciones del variador

MOTOR TRIFASICO 0.25 HP



Figura 49. Motor trifásico

DATOS TECNICOS DEL MOTOR

Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula

Cliente	:	
Línea del producto	:	W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2
Carcasa	:	63
Potencia	:	0,25 HP
Frecuencia	:	60 Hz
Polos	:	4
Rotación nominal	:	1705 rpm
Deslizamiento	:	5,28 %
Voltaje nominal	:	208-230/460 V
Corriente nominal	:	1,08-0,976/0,488 A
Corriente de arranque	:	4,59/2,29 A
Ip/In	:	4,7
Corriente en vacío	:	0,832/0,416 A
Par nominal	:	1,01 Nm
Par de arranque	:	280 %
Par máxima	:	290 %
Categoría	:	---
Clase de aislación	:	F
Elevación de temperatura	:	80 K
Tiempo de rotor bloqueado	:	30 s (caliente)
Factor de servicio	:	1,15
Régimen de servicio	:	S1
Temperatura ambiente	:	-20°C - +40°C
Altitud	:	1000 m
Protección	:	IPW55
Masa aproximada	:	7 kg
Momento de inercia	:	0,00055 kgm ²
Nivel de ruido	:	48 dB(A)

Figura 50. Características del motor

CURVA CARACTERÍSTICA DE RENDIMIENTO DEL MOTOR TRIFASICO

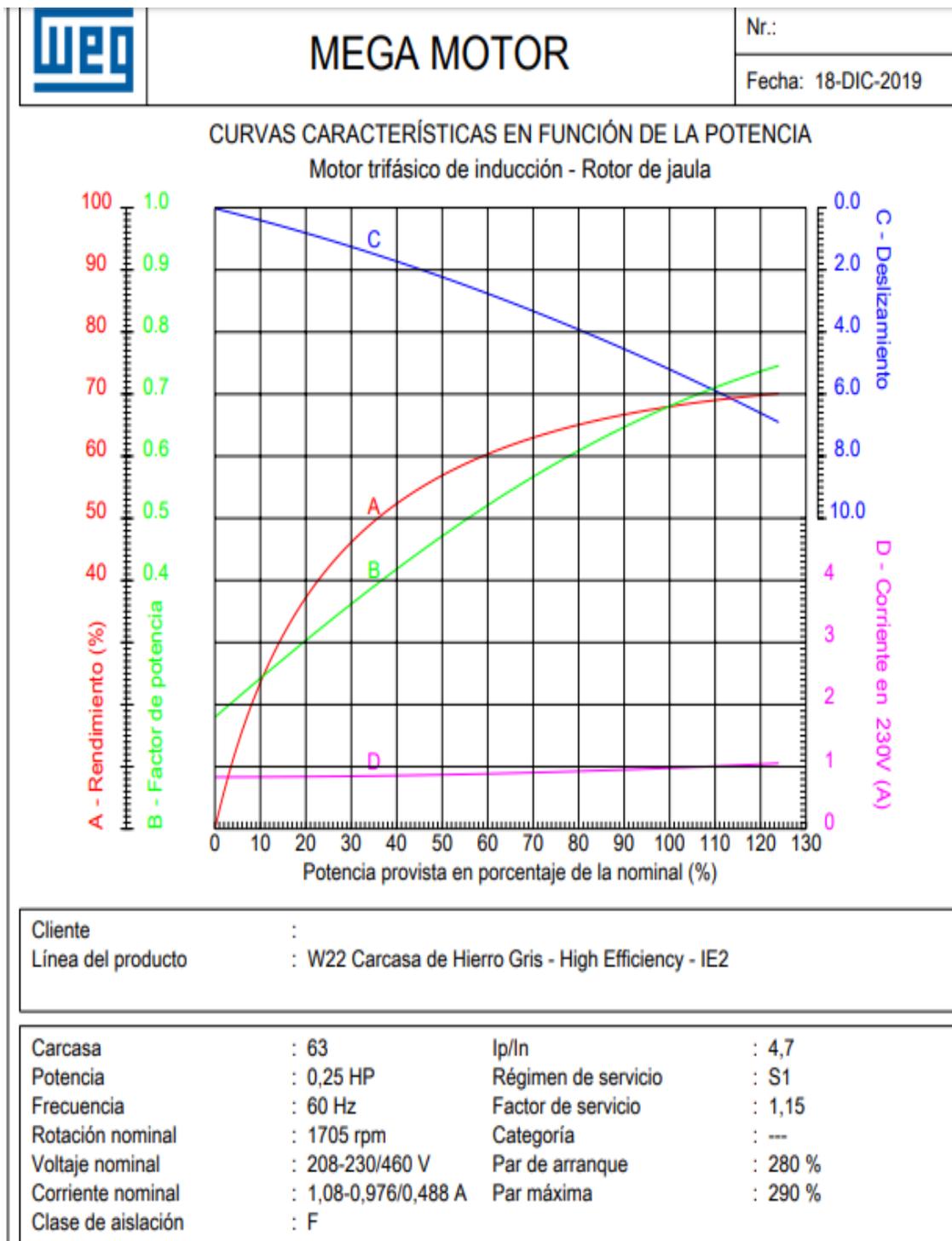


Figura 51. Curva característica del motor



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.1 Práctica # 01

TEMA: Comprobación de funcionamiento de cada uno de los elementos del módulo.

OBJETIVO: Comprobar el correcto funcionamiento tanto del PLC, del Variador, y los contactores al momento de energizarlos.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. Variador de frecuencia
- d. PLC
- e. Cables de conexión
- f. Guarda motor
- g. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1 Empleando el módulo de control industrial realizar una conexión en cada uno de los elementos para energizar.

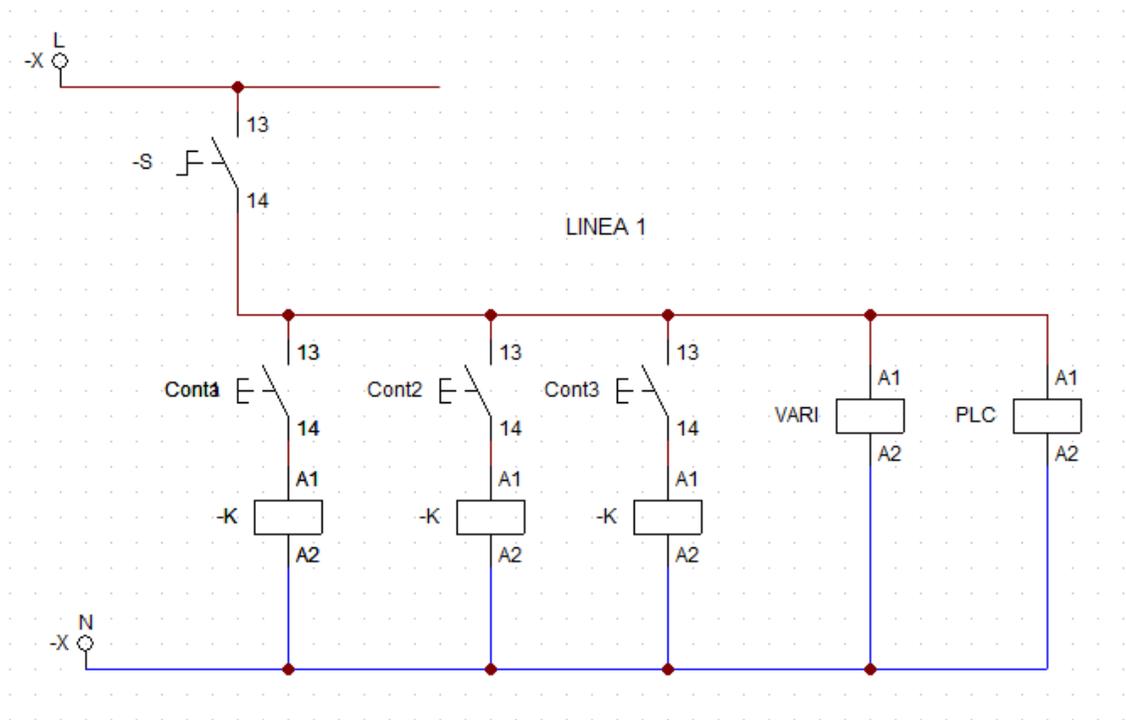


Figura 52. Práctica 01



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.2 Práctica # 02

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque directo de un motor mediante el uso de contactores.

OBJETIVO: Diseñar y armar el circuito de control para el arranque directo de un motor empleando los contactores ubicados en el módulo.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. Motor
- d. Cables de conexión
- e. Guardamotor
- f. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Diseñe un circuito de control y de fuerza para arrancar de manera directa un motor, El circuito debe tener un pulsador de marcha, un pulsador de paro. Para la señalización debe existir una luz para indicar que el motor esta encendido o apagado.

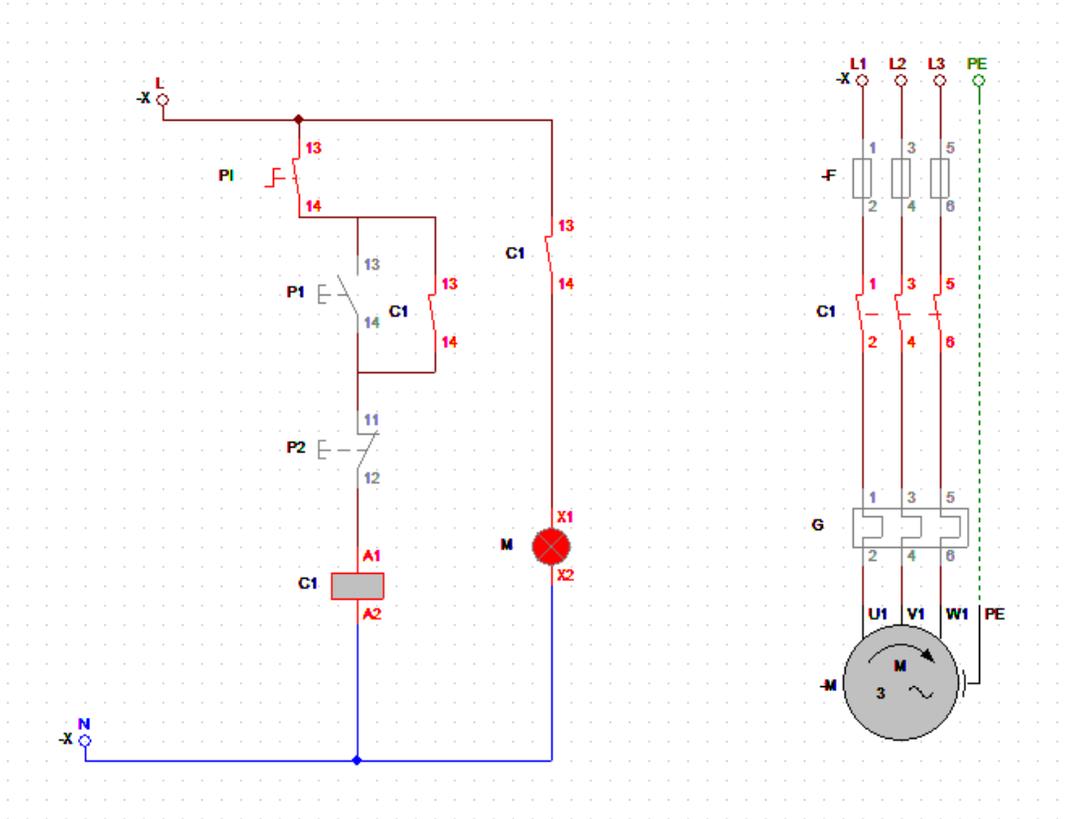


Figura 53. Práctica 02



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.3 Práctica # 03

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque de un motor mediante el uso del variador de frecuencia.

OBJETIVO: Diseñar y armar el circuito de control y de fuerza para el arranque de un motor empleando el variador de frecuencia siemens Sismatic V2 ubicados en el módulo, mediante el correcto ingreso de los parámetros en el dispositivo para el funcionamiento

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Variador de frecuencia
- c. Cables de conexión
- d. Motor
- e. Guarda motor

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Diseñe un circuito de control y de fuerza para arrancar un motor empleando el variador de frecuencia, El circuito debe tener un pulsador de alimentación, y un pulsador

de paro. Para la señalización debe existir una luz para indicar que el motor esta encendido o apagado.

3.2. Para el funcionamiento del dispositivo se deberá llenar ciertos parámetros con datos obtenidos en la placa del motor.

3.2. Hay que tener en cuenta que al momento de ingresar los datos debemos verificar el estado de conexión el motor (estrella o triangulo)

3.3. Una vez introducido los parámetros se procede a presionar el botón de arranque.

Tabla 7

Parámetros del ejercicio

Nº	PARAMETROS	DESCRIPCIÓN
1	P0100	=1: 60 Hz
2	P0304	Tensión nominal del motor
3	P0305	Corriente nominal del motor
4	P0307	Potencia nominal del motor (Si P0100 = 0 o 2, unidad de potencia del motor = [kW] Si P0100 = 1, unidad de potencia del motor = [hp])

CONTINÚA 

5	P0308	Factor de potencia nominal del motor (Visible solamente cuando P0100 = 0 o 2)
6	P0309	Eficiencia nominal del motor (Visible solamente cuando P0100 = 1 El ajuste 0 produce el cálculo interno del valor)
7	P0310	Frecuencia nominal del motor [Hz]
8	P0311	Velocidad nominal del motor [RPM]
9	P1900	Selección de la identificación de datos del motor

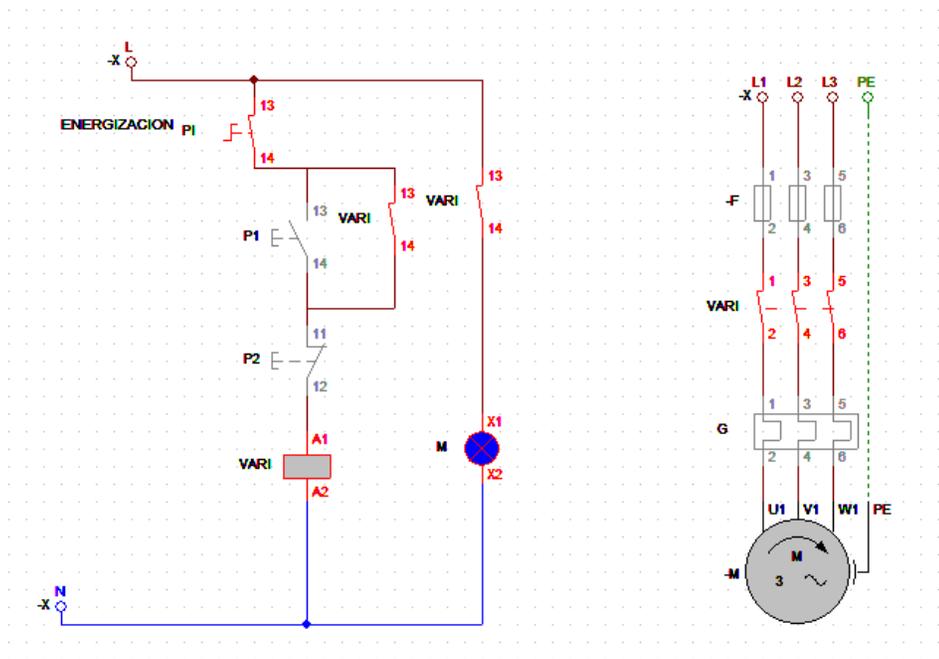


Figura 54. Práctica 03



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.4 Práctica # 04

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque directo de un motor mediante el uso del PLC.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control de control y fuerza para el arranque de un motor trifásico empleando el PLC, mediante La correcta programación en el software TIA PORTAL.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. PLC
- d. Cables de conexión
- e. Guarda motor
- f. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Realice las conexiones en el módulo empleando el PLC para arrancar un motor trifásico

3.2. Diseñe un circuito en el TIA PORTAL para que pueda encender el motor mediante un pulsador

3.3. Cargue el circuito al PLC

3.4. Debe haber un pulsador que lo encienda y este quede enclavado, mientras que otro pulsador apague el circuito.

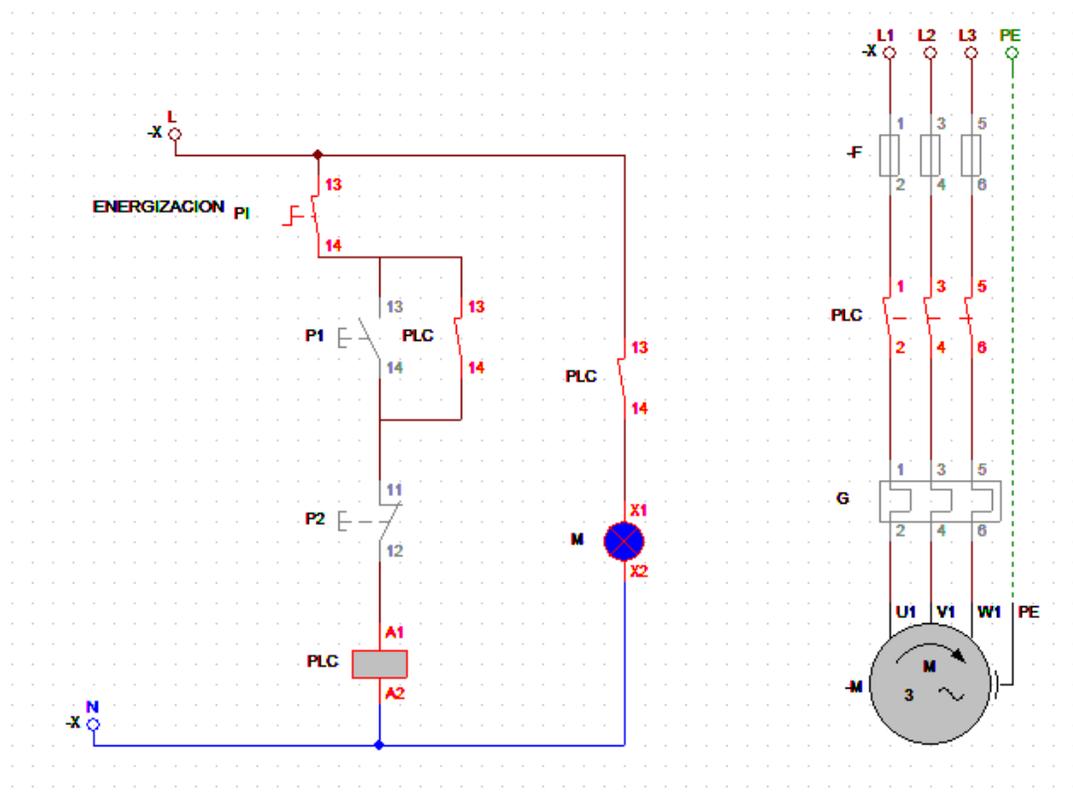


Figura 55. Práctica 04



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.5 Práctica # 05

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque y control de velocidad de un motor mediante el uso del variador de frecuencia.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control de control y fuerza para el encendido de un motor empleando el variador de frecuencia, mediante el cual pueda controlar la velocidad de este, desde el panel de control.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. Variador de frecuencia
- d. Cables de conexión
- e. Guarda motor
- f. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Realice las conexiones en el módulo empleando el variador de frecuencia para arrancar un motor trifásico.

3.2. Alimente el circuito del modulo

3.3. Proceda a dar marcha al motor mediante los botones ubicados frente el variador de frecuencia.

3.4. Mediante el panel de control varíe la frecuencia que a su vez variara la velocidad del motor.

3.5. Apague el motor.

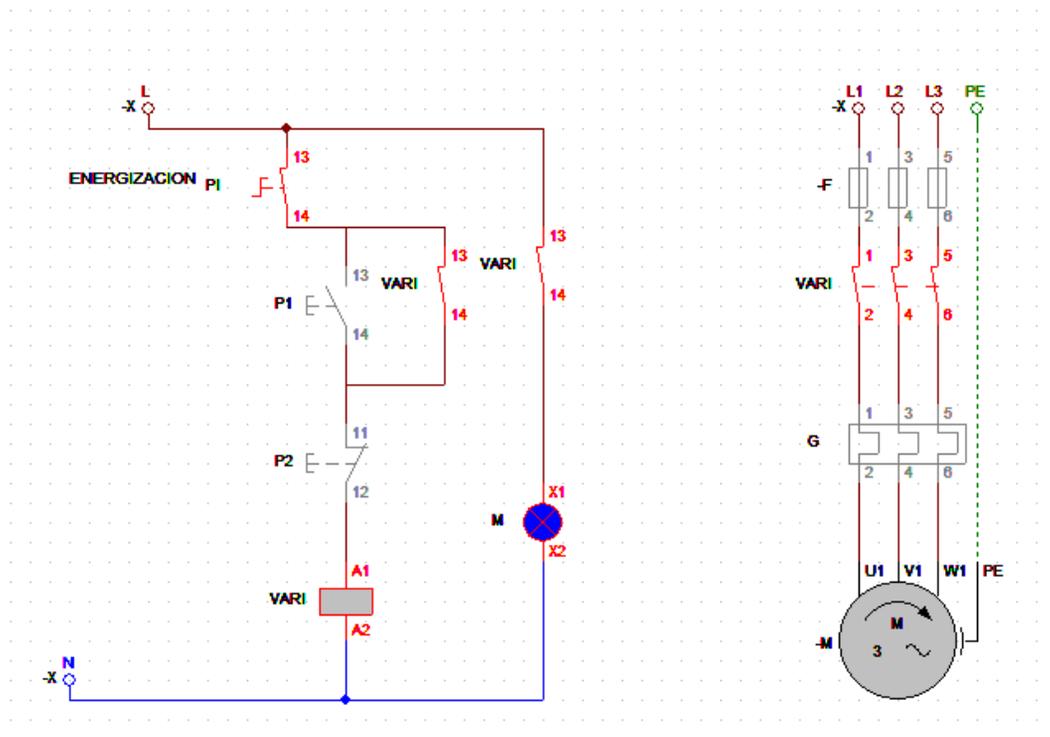


Figura 56. Práctica 05



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.6 Práctica # 06

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque de un motor mediante el uso de un temporizador para la conexión.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control y fuerza para el arranque de un motor trifásico empleando los contactores y el temporizador para la conexión.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. Temporizador
- d. Cables de conexión
- e. Guarda motor
- f. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Realice las conexiones en el módulo empleando los conectores hacia los contactores, al temporizador y al motor.

3.2. Realice las conexiones internas en el temporizador para obtener un ON DELAY que nos servirá en la práctica.

3.3. Pulse el encendido para poner en marcha el circuito.

3.4. Apague el circuito.

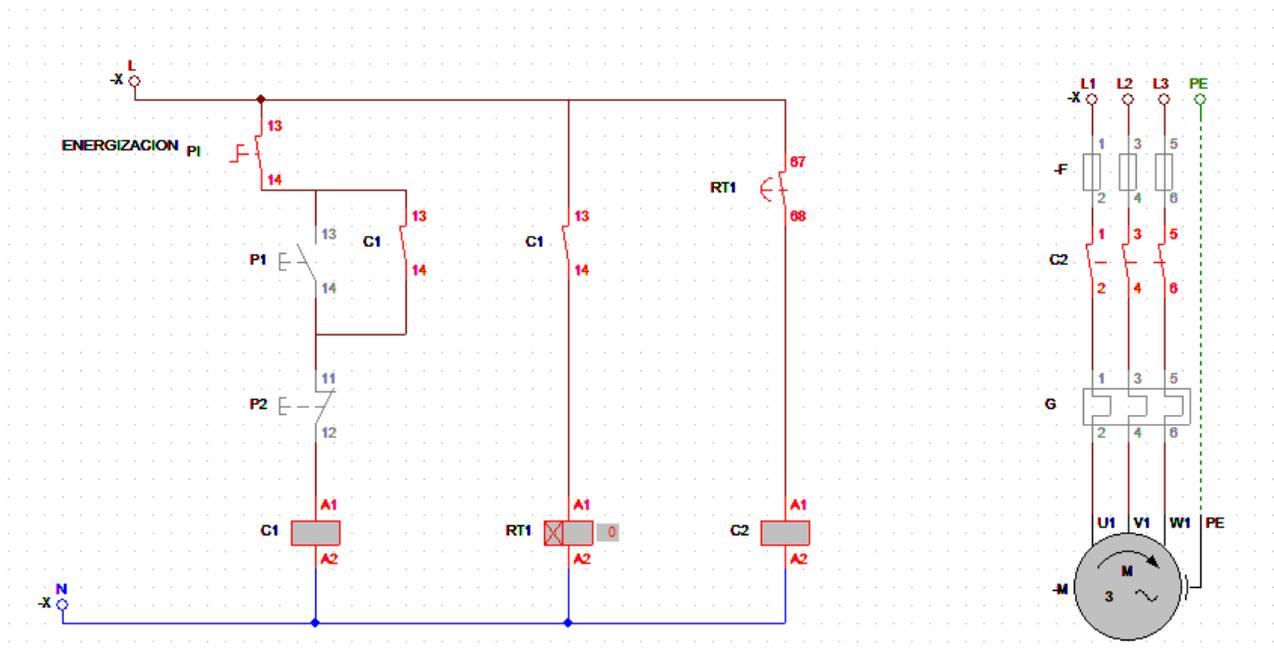


Figura 57. Práctica 06



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.7 Práctica # 07

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque de un motor mediante el uso de un temporizador para la desconexión.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control y fuerza para el arranque de un motor trifásico empleando los contactores y el temporizador para la desconexión.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. Temporizador
- d. Cables de conexión
- e. Guarda motor
- f. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Realice las conexiones en el módulo empleando los conectores hacia los contactores, al temporizador y al motor.



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.8 Práctica # 08

TEMA: Diseño de circuitos de control para un encendido de un motor mediante el uso del PLC y el variador de frecuencia.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control y fuerza para el arranque de un motor trifásico empleando el PLC y el variador de frecuencia en conjunto, a fin de aprovechar la salida trifásica del variador de frecuencia.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. PLC
- c. Variador de frecuencia
- d. Cables de conexión
- e. Guarda motor
- f. Pulsadores

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Realice las conexiones en el módulo empleando los conectores, el PLC y variador de frecuencia para arrancar un motor trifásico.

3.2. Realice las conexiones de tal manera que se aproveche las salida trifásica del variador y direccionarla al motor.

3.3. Realizar una simulación en el TIA PORTAL de tal manera que encienda el motor con un pulsador y para apagar otro pulsador de paro.

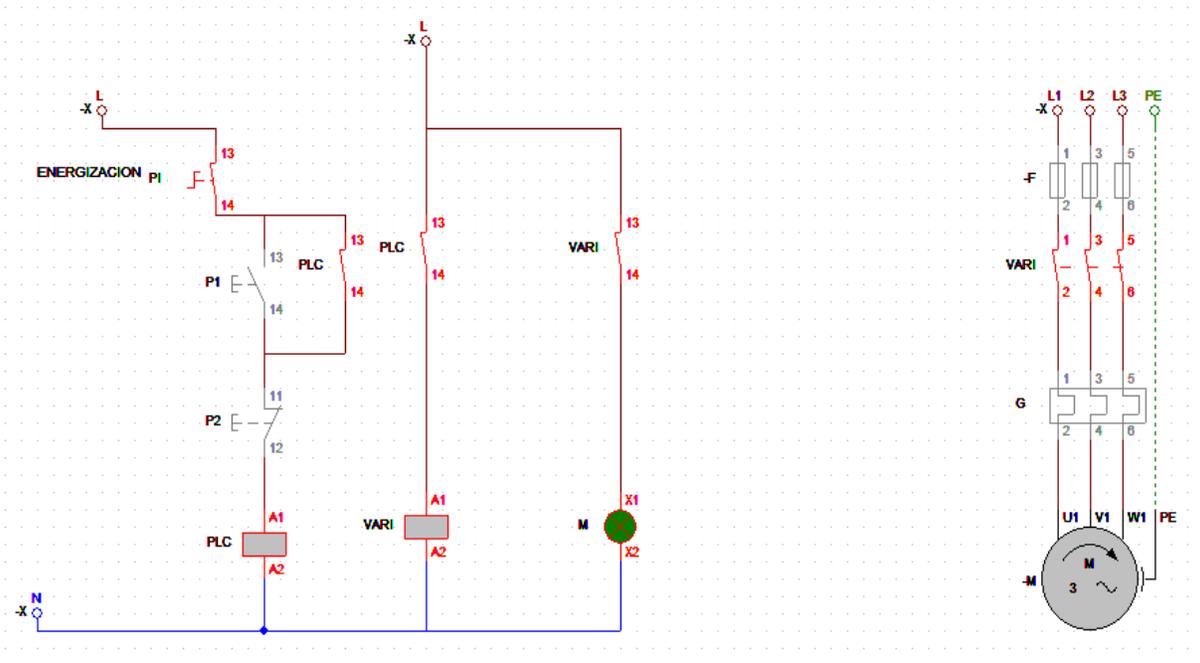


Figura 59. Práctica 08



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.9 Práctica # 09

TEMA: Diseño de circuitos de control cíclico mediante el uso del PLC y los contactores.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control de control y fuerza para el encendido cíclico de lámparas mediante el PLC, y que se pueda detener mediante un pulsador de paro.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación
- b. Contactores
- c. PLC
- d. Cables de conexión
- e. Guarda motor
- f. Pulsador



Carrera: Tecnología en Electromecánica

4.10 Práctica # 10

TEMA: Diseño de circuitos de control para un arranque directo de un motor e inversión de giro mediante el uso del contactores.

OBJETIVO: Diseñar y armar un circuito de control de control y fuerza para el arranque de un motor trifásico y que sea capaz de invertir su giro empleando únicamente contactores.

DIAGRAMA DE PRÁCTICA:

3.1. Realice las conexiones en el módulo empleando contactores para arrancar un motor trifásico

3.2. Diseñe un circuito que al presionar un pulsador ponga en marcha el circuito.

3.3. Un pulsador detenga el circuito y otro cambie de giro al motor.

3.4. Apague el circuito.

MATERIALES:

- a. Línea de alimentación

- b. Contactores
- c. Cables de conexión
- d. Guarda motor
- e. Pulsadores

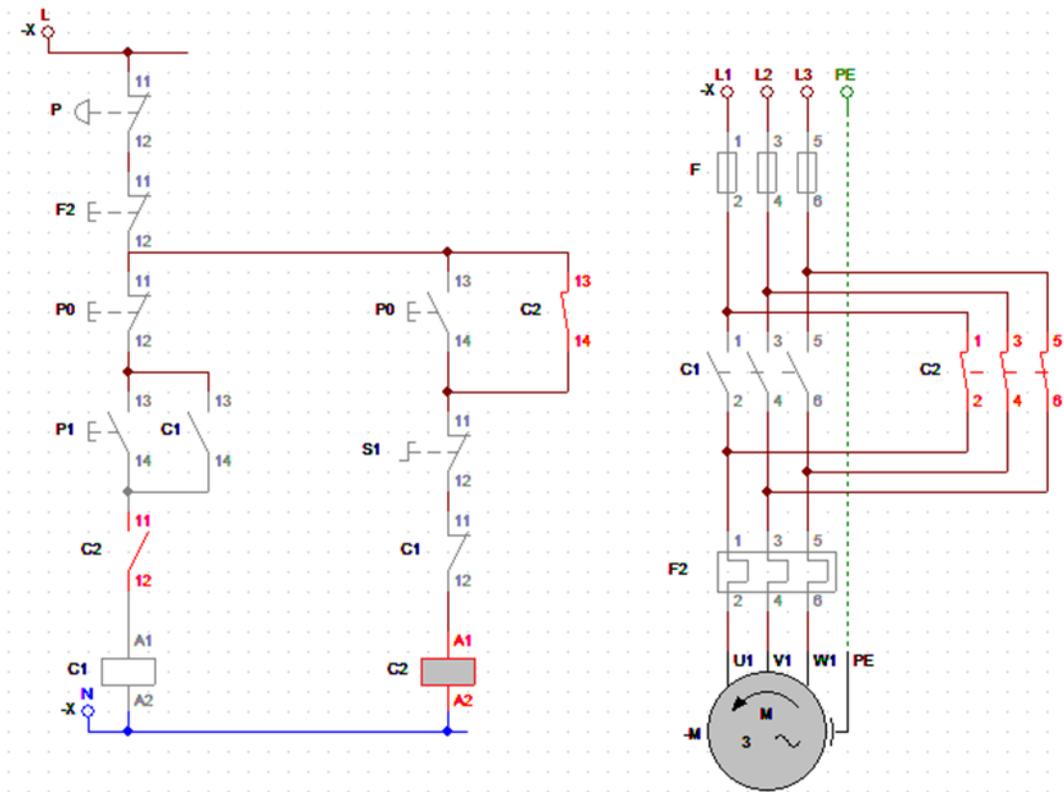


Figura 61. Práctica 10

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se implementó un banco didáctico de control industrial utilizando los elementos establecidos con el fin de mejorar el conocimiento de los estudiantes interactuando lo teórico y práctico como parte fundamental, dentro de la Carrera de Tecnología en Electromecánica de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Se analizó cada elemento que conforma el módulo didáctico, su voltaje de funcionamiento, capacidades y características técnicas, para ser empleados dentro de las diferentes prácticas, con el propósito que no existan daños posteriores.

Se diseñó guías de prácticas para la operación de cada uno de los elementos que conforma el modulo, para determinar el funcionamiento de los mismos.

Se determinó las diferentes variedades de protecciones eléctricas que podemos emplear en base a sus capacidades, tolerancias de voltaje y corriente demandada por el motor para evitar daños en los elementos.

Se observó durante las prácticas que para el uso del banco de pruebas se debe tener conocimientos básicos de control industrial y electricidad.

5.2 Recomendaciones

Al momento de realizar las prácticas emplear todos los dispositivos de seguridad para resguardar los equipos, de igual manera aplicar normas de seguridad para proteger al personal que va a emplear el modulo.

Antes de alimentar el circuito verificar que el banco de pruebas se encuentre con los breakers en posición de apagado para poder manipular y revisar las conexiones realizadas por los estudiantes.

Verificar que los cables de conexión se encuentren en buen estado para que no existan problemas al momento de realizar las prácticas.

Al momento de manipular los cables verificar que las conexiones estén correctas de acuerdo al diagrama de las prácticas, para evitar daños en los equipos.

Mantener el área de trabajo limpia, antes durante y después de cada práctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABB. (s.f.). *ELEMENTOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN*. Barcelona.

Angulo, P. (2009). *Control industrial*. McGraw-Hill.

SAB CABLES(2018). Brockskes, S. (2018). *SAB special cables*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018: <https://www.sab-cables.eu/productos/datos-tecnicos/cables-electricos/construcciones-devenasamericanas.html>

CABLE, G. (2015). *Cables para la construccion*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2018: <https://cdn.generalcable.com/assets/images/latam/Ecuador/THHN-FLEX.pdf?ext=.pdf>

ELECTROCABLES. (s.f.). *Electrocables, listado de cables*. Recuerado el 22 de Noviembre de 2018: <https://www.electrocable.com/index.php/es/categorias-productos/construccion/cobre/thhn.html>

Jose Mlguel Molina, F. J. (2012). *Motores y máquinas eléctricas*. Barcelona: Marcombo.

Kosow, I. L. (2016). *Control de máquinas eléctricas*. Barcelona: Revertè.

PLC, I. (2019). *Tia Portal*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2018 de: <https://www.infoplcn.net/>

PRYSMIAN. (2008). *PRYSMAINGROUP*. Recuerado el 12 de Diciembre de 2018de: https://ar.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/1BT_1_2_Catalogo_cables_BT2013.pdf

Robert Arnold, W. S. (1980). *Máquinas eléctricas corriente alterna*. México, D.F.se: Trillas.

SCRIBD. (2019). *SCRIBD*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2018: <https://es.scribd.com/doc/86468794/Que-significan-las-siglas-THHN>

siemens. (Agosto de 2008). *Siemens.com*. Recuerdo el 15 de Diciembre de 2018 de:

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7200ManualSistema.pdf>

Siemens. (Noviembre de 2009). Controlador programable S7-1200. *SIMATIC S7*. NÜRNBERG, ALEMANIA.

SIEMENS. (Septiembre de 2012). *Modulo TIA PORTAL 010-010* . Recuerdo el 15 de Diciembre de 2018 de:

http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_SCE_ES_010-010_R1209_Startup_S7-1200.pdf

SIEMENS. (Febrero de 2013). Manual del variador. *Convertidor SINAMICS V20*. NÜRNBERG, Alemania.

SIEMENS. (s.f.). Tia Portal.

ANEXOS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por los señores **BARRIGA, ALBAN ROLANDO RODRIGO** y **DIAZ NINALLUNTA, WILMER GEOVANNI**.

En la ciudad de Latacunga, a 24 de enero del 2020

Aprobado por:



ING. PARREÑO OLMOS, JOSÉ ALFREDO, MGS.
DIRECTOR DE PROYECTO


ING. CULQUI TIPAN, JAVIER FERNANDO, MGS.
DIRECTOR DE CARRERA


ABG. PLAZA CARRILLO, SARITA JOHANA
SECRETARIA ACADÉMICA