

“TABLERO DE PRACTICAS ELECTRICAS PARA APLICACIONES DE CONTROL
Y POTENCIA IMPLEMENTANDO CONTACTORES”

YUDY KATHERINE LOPEZ GONZALEZ
CLAUDIA JIMENA MARTINEZ GALLEG0

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS TUNJA
INGENIERIA ELECTRONICA
TUNJA
2017

“TABLERO DE PRACTICAS ELECTRICAS PARA APLICACIONES DE CONTROL
Y POTENCIA IMPLANTANDO CONTACTORES”

YUDY KATHERINE LOPEZ GONZALEZ
CLAUDIA JIMENA MARTINEZ GALLEGO

TRABAJO DE GRADO
Para optar por el título de ingeniero electrónico

OSCAR EDUARDO UMAÑA MENDEZ
M.Sc. Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS TUNJA
INGENIERIA ELECTRONICA
TUNJA
2017

EXONERACION DE RESPONSABILIDADES

Las ideas presentadas en este trabajo son de responsabilidad exclusiva de los autores, No es la opinión de la Universidad Santo Tomás o la Facultad de Ingeniería Electrónica

ACEPTACION

Observaciones

Firma Decano Facultad de Ingeniería Electrónica

Firma Primer Jurado

Firma Segundo Jurado

Firma Director

Firma Director

Tunja, Noviembre del 2017

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, a mis padres Marlen Gallego y Jorge Martínez, a mis hermanas Katherin Martínez y Zulay Martínez, por el apoyo, la dedicación y el esfuerzo que hicieron para la culminación de mis estudios, a mis amigos Camila García, Víctor Suarez, Jonathan Vargas, a todas las personas que de alguna manera me brindaron su apoyo durante estos cinco años, a los ingenieros por el conocimiento y la paciencia, en especial a el Ingeniero Oscar Umaña, por su ayuda, orientación y conocimiento aportados a esta tesis, a esa persona que sabe que es mi apoyo incondicional, que siempre ha estado ahí orientándome en las decisiones que debo tomar, por hacer más fácil lo difícil.

Claudia Jimena Martínez Gallego

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia.

Yuber López, Martha González y Fernando López, por brindarme el apoyo moral y económico en los momentos en los que sentía desfallecer, por el gran esfuerzo que realizaron para lograr la culminación de mis estudios.

A Sebastián Atara López.

Mi novio, quien fue indispensable en los momentos difíciles al brindarme el apoyo moral y sentimental, dándome aliento para no desfallecer a mitad del camino y seguir, para lograr la culminación de esta meta.

A mis amigos.

Que me apoyaron en mi formación profesional, en los momentos difíciles, con la solución de problemas presentados en el transcurso de mi carrera como Ingeniera Electrónica y que ahora seguimos siendo amigos: Daniel Cárdenas,

Fausto Mastrodomenico, Wilmar Moreno, Álvaro Nuncira, Daniel Rivera y David Rodríguez a quienes les tengo un gran cariño y aprecio.

Finalmente a los ingenieros

Aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis, especialmente al Ingeniero Oscar Eduardo Umaña Méndez por el trabajo que realizo como guía y tutor siendo indispensable como apoyo moral y con el aporte de sus valiosos conocimientos.

Yudy López González

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, a mis tutores Ingeniero Oscar Eduardo Umaña, e Ingeniero Luis Fredy Sosa Quintero porque sin su ayuda y conocimiento no hubiese sido posible realizarse este trabajo de grado, a mi familia por su disposición y apoyo, a Manuel Salamanca, Jimmy Boada, Camila García y Diana Ramírez por buenas ideas que se convirtieron en herramientas para la elaboración del tablero, y a la Universidad Santo Tomás Tunja por confiar en nuestro conocimiento y talento.

Claudia Jimena Martínez Gallego

A Dios por ser mi guía en este sendero hasta la llegada de mi meta A la Universidad Santo Tomas y al Ingeniero Camilo Pardo por darnos la confianza y el apoyo para realizar este proyecto. Al Ingeniero Oscar Umaña por sus valiosos conocimientos y aportes, por mantener el buen ambiente laboral en el grupo desarrollador de esta tesis y su ayuda en la realización del tablero de control y potencia.

Al Ingeniero Fredy Sosa por sus ideas innovadoras para el mejoramiento de este proyecto A Manuel Salamanca y Jimmy Boada, por compartir sus ideas para mejorar el diseño del tablero haciendo más fácil muchas tareas de conexión e implementación de circuitos. A Diana Ramírez y Camila García, por su ayuda con conocimientos aplicados a la interfaz gráfica realizada en Labview. Por ultimo a mi compañera de trabajo Claudia Martínez, por el trabajo realizado en el diseño del tablero, implementación de este y desarrollo de guías interactivas que hicimos conjuntamente para la culminación de esta tesis.

Yudy López González

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE IMÁGENES	10
LISTA DE TABLAS	11
GLOSARIO	12
RESUMEN.....	15
PROLOGO.....	16
INTRODUCCION	17
JUSTIFICACION.....	18
IMPACTO ECONOMICO.....	18
IMPACTO AMBIENTAL.....	20
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA	21
2. ESTADO DEL ARTE	23
2.1. <i>Diseño y construcción de un tablero didáctico para el laboratorio de maquinarias enfocado a la enseñanza de prácticas con motores, específicamente para el control del proceso de sincronización de generadores y utilizando la herramienta de LABVIEW para la visualización.....</i>	23
2.2. <i>Tablero Didáctico de PLC: Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca.</i>	23
2.3. <i>Soluciones en Tableros Eléctricos WEG.....</i>	24
2.4. <i>Interruptor con aislamiento de aire SIMOSEC. Siemens</i>	24
3. OBJETIVOS	26
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
4. MARCO TEÓRICO.....	27
4.1. POTENCIA ELECTRICA	27
4.2. ELECTRONICA DE POTENCIA	27
4.3. CONTROL	28

4.4.	MAQUINAS ELECTRICAS	29
4.5.	ELEMENTOS SEMICONDUCTORES	30
4.6.	DRIVERS PARA MOTORES AC	30
4.7.	CONTACTORES	32
4.8.	RELES.....	32
4.9.	DIAGRAMAS ESCALERA	33
4.10.	PLC	34
5.	METODOLOGIA.....	37
5.1.	DEFINICION DE HIPOTESIS	37
5.2.	VARIABLES E INDICADORES.....	37
5.3.	UNIVERSO DE INVESTIGACION	37
5.4.	POBLACION.....	37
6.	RESULTADOS	38
6.1.	ELABORACION DE GUIAS	40
6.1.1.	SECCION DE GUÍAS	41
6.1.2.	SECCION MANUAL DE USUARIO	43
6.1.3.	SECCION AYUDA	44
6.1.4.	MANUAL DE USUARIO.....	45
7.	OTROS APORTES DERIVADOS DEL TRABAJO	57
	CONCLUSIONES	58
	RECOMENDACIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA.....	61
	INFOGRAFÍA.....	62
•	DATOS DE LOS AUTORES.....	63
	INDICE.....	65

LISTAS ESPECIALES

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1 Tablero De Mando Y Potencia Para Bombas 380 V Y 220 V	19
Figura 2: Tablero para protección y distribución de potencia 600VAC máximo (Schneider Electric).....	19
Figura 3 Tablero desarrollado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral	23
Figura 4 : Conexión de PLC con computador del Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca.....	24
Figura 5 Arranque suave para 180cv desarrollado por WEG	24
Figura 6. Tablero SIMOSEC .Siemens	25
Figura 7 : Maquina eléctrica rotativa	29
Figura 8: Arrancador Suave Schneider.....	31
Figura 9: Contactor LC1D09	32
Figura 10: Diagrama de un Relé.....	33
Figura 11: Ejemplo de un diagrama tipo escalera.....	34
Figura 12: PLC Siemens.....	35
Figura 13. HMI Siemens (fuente catalogo Siemens).....	36
Figura 14: Primer diseño del tablero de control y potencia usando contactores (fuente autores).....	38
Figura 15: Rediseño del tablero de control y potencia (fuente autores).....	39
Figura 16: Línea de tiempo del trabajo realizado para la implementación del tablero de control y potencia usando contactores (fuente autores).	40
Figura 17: Interfaz principal en el Software Labview (fuente autores)	41
Figura 18: Interfaz de inicio a las guías de trabajo (fuente autores)	41
Figura 19: Inicio de las guías de bombillos (fuente autores).....	42
Figura 20: Inicio de las guías de motores AC (fuente autores)	43
Figura 21: Manual del usuario (fuente autores)	44
Figura 22 Datasheet delos elementos del tablero (fuente autores).....	44
Figura 23: Ejemplo de los Datasheet implementados (fuente autores).....	45
Figura 24: Interfaz principal en el Software Labview (fuente autores)	46
Figura 25: Interfaz principal en el Software Labview (fuente autores)	46
Figura 26 Interfaz de inicio a las guías de trabajo (fuente autores)	46
Figura 27 Menú principal de guías de bombillos.....	47

Figura 28 abstract guías bombillos	48
Figura 29. Introducción conexión en paralelo de iluminación	48
Figura 30 . Activación circuito	49
Figura 31 Marco teórico conexión en paralelo	49
Figura 32 diagrama unifilar	50
Figura 33 conexión en paralelo de iluminación	51
Figura 34 Actividades conexión en paralelo	51
Figura 35. Generación de reporte	52
Figura 36.pregunta conexión en paralelo de iluminación	52
Figura 37 Terminación de la guía conexión en paralelo	53
Figura 38. Como volver al menú principal desde la interfaz de bombillos	53
Figura 39 como ingresar al manual de usuario	54
Figura 40 manual de usuario	54
Figura 41 como ingresar a la ayuda.....	55
Figura 42 menú de datasheet	55
Figura 43. Datasheet LADT2	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Inventario	38
---------------------------	----

GLOSARIO

- **AC:** sigla usada para definir corriente alterna, la corriente alterna es aquel tipo de corriente eléctrica que se caracteriza porque la magnitud y la dirección presentan una variación de tipo cíclico.
- **Automáticos:** Dispositivo eléctrico que impide el paso de la corriente eléctrica automáticamente en el caso de una sobrecarga en la intensidad de la corriente. También llamado interruptor automático, interruptor protector.
- **Banana:** Un conector de banana es un conector de cable eléctrico que se utiliza para unir cables a equipos.
- **Contactor:** Un contactor es un dispositivo de maniobra destinado a comandar equipamiento eléctrico en estado no perturbado o bajo las sobrecargas normales de servicio, con la posibilidad de ser accionado a distancia y preparado para grandes frecuencias de operación.
- **DC:** sigla usada para definir corriente directa, la corriente directa (CD) o corriente continua (CC) es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz (FEM), tal como ocurre en las baterías, las dinamos o en cualquier otra fuente generadora de ese tipo de corriente eléctrica.
- **Fusible:** Hilo o chapa metálica utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos. Este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido

- **Interfaz:** medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.
- **Interruptor:** Dispositivo para abrir o cerrar el paso de corriente eléctrica en un circuito.
- **Pantalla Touch:** Tipo de pantalla que permite la entrada de datos y órdenes al computador presionando sobre ella con el dedo o algún dispositivo apuntador.
- **Parada de emergencia:** Un botón de parada de emergencia es un botón que es usado solo cuando las funciones de una máquina necesitan ser paradas de inmediato. Sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona.
- **PLC:** controlador lógico programable, es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.
- **Red monofásica:** sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma.

- **Red trifásica:** La tensión trifásica, es esencialmente un sistema de tres tensiones alternas, acopladas, (se producen simultáneamente las 3 en un generador), y desfasadas 120° entre sí (o sea un tercio del Periodo). Estas tensiones se transportan por un sistema de 3 conductores (3 fases), o de cuatro (tres fases + un neutro).
- **Relé:** Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador.

RESUMEN

El ingeniero electrónico tomasino al concluir su pregrado ha adquirido conocimientos teóricos pero no cuenta con una herramienta didáctica para poner en práctica los conocimientos adquiridos teóricamente, es por ello que se ha decidido elaborar un tablero de simulación que contenga tanto los circuitos análogos como los digitales de uso común en las empresas del corredor industrial de Boyacá y en el entorno nacional e internacional.

Por esta razón ha sido diseñado y elaborado un tablero de entrenamiento siguiendo las normas establecidas en el RETIE. Mediante la elaboración de un manual de usuario y guías de laboratorio se pretende que el estudiante se familiarice con las diferentes técnicas de implementación de circuitos de potencia eléctrica a la vez que los relacione con circuitos de control eléctrico y electrónico tales como el PLC Siemens S7 1200 DC/DC combinándolo con contactores, relés de protección, pulsadores y todo el sistema de conexionado de uso industrial, mediante una forma didáctica de tal manera que sea de fácil manipulación y aplicación de las diversas configuraciones de circuitos eléctricos

PROLOGO

La importancia del ingeniero electrónico en la industria se ha visto reflejada notablemente debido a la automatización de los procesos que crece a pasos agigantados, partiendo de eso, se tiene en cuenta que el ingeniero, debe tener un entrenamiento acorde a las necesidades de la industria, por esto se desarrolla un tablero de control y potencia usando contactores para así dar la oportunidad a los estudiantes de tener un acercamiento a prototipos que puedan estar en el entorno de trabajo a nivel de automatización , potencia, instrumentación y control entre otros.

En este trabajo de grado se encontrará el procedimiento que se llevó a cabo para el diseño, construcción e implementación del tablero mencionado anteriormente, manuales técnicos y guías de trabajo diseñadas para dar un óptimo uso al equipo

Con este trabajo se pretende mejorar la calidad profesional del ingeniero electrónico Tomasino al brindarle una herramienta para su familiarización en el entorno con el que se va a encontrar al ejercer su profesión.

INTRODUCCION

En la actualidad para un Ingeniero Electrónico es necesario poner en práctica los conocimientos adquiridos en el área de instrumentación, electrónica de potencia, potencia eléctrica, automatización y control en el transcurso de la carrera para así evitar posibles inconvenientes en el desarrollo de la vida laboral; por tal razón en este trabajo de grado se tiene como fin mostrar el procedimiento para la simulación de las condiciones de circuitos eléctricos y electrónicos industriales en aplicaciones de control y potencia implementándolo con elementos reales tales como relés, contactores, protecciones y demás sistemas empleados industrialmente. Adicionalmente serán diseñadas guías con esquemas tipo escalera, las cuales requieren el uso de un autómata programable o PLC de referencia SIEMENS S7 1200 CPU 1214C DC/DC /RLY así como también instrumentos de potencia y control como contactores, paradas de emergencia y Breakers entre otros que normalmente son usados en la industria.

JUSTIFICACION

El tablero a implementar tiene como propósito que la facultad de ingeniería electrónica de la Universidad Santo Tomas Tunja cuente con una herramienta didáctica que permita que los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades en el montaje, puesta en marcha y prueba de circuitos eléctricos industriales, generando así profesionales mejor preparados.

Es necesario llevar a cabo el diseño y montaje del tablero de prácticas eléctricas para aplicaciones de control y potencia mediante la implementación de contactores, para dotar a la universidad de un equipo adicional para que los estudiantes adquieran experiencia previa a su ingreso a la vida laboral, entrando en contacto con elementos usados en la industria, lo cual es fundamental para el crecimiento intelectual y profesional.

IMPACTO ECONOMICO

Los estudiantes de la facultad de ingeniería electrónica pueden realizar sus prácticas sin ningún costo debido a que encontraran todas las herramientas necesarias para la elaboración de estas con mayor facilidad y rapidez comprendiendo el funcionamiento que ello conlleva.

En la actualidad ya se cuenta con dispositivos con características similares a este prototipo con aplicaciones en la industria, edificios comerciales, mercado residencial, y edificios de oficinas en países como Argentina y en el continente Europeo siendo sus costos de aproximadamente \$50'000.000 COP convirtiéndolo a la moneda local; sin embargo el enfoque de estos proyectos es netamente industrial y comercial como se mostró anteriormente, además que cuenta con el

sistema de potencia y regulación de la misma, pero carece del sistema de automatización de procesos con el que se cuenta en este tablero gracias al PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/LY; también cabe recalcar la interfaz de interacción con la que cuenta el sistema ya que es primera en su tipo dirigiendo el enfoque de este proyecto a la enseñanza a los estudiantes de la Universidad Santo Tomas Tunja.

El costo del prototipo del presente proyecto tiene un valor aproximado de \$20'000000 COP junto a la interfaz que lo acompaña



Figura 1 Tablero De Mando Y Potencia Para Bombas 380 V Y 220 V (ARGENTINA)



Figura 2: Tablero para protección y distribución de potencia 600VAC máximo (Schneider Electric)

IMPACTO AMBIENTAL

Habrá una reducci3n en la compra de elementos que tienen un alto nivel de contaminaci3n como los bombillos incandescentes que como ya es conocido contienen una sustancia altamente toxica, entre sus componentes contiene mercurio y arg3n usados para dirigir el flujo de corriente dentro del tubo, además estos bombillos tienen un alto consumo energético que se verá disminuido en la implementaci3n del tablero.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en la facultad de Ingeniería Electrónica de la universidad Santo Tomas seccional Tunja no se cuenta con las herramientas de aprendizaje para que el estudiante interactúe de una manera segura con elementos de control y protección utilizados en la industria ¿existen herramientas para que el estudiante realice sus prácticas con dispositivos de control y protección industrial? Al hacer una investigación sobre las prácticas de laboratorio en las materias Potencia eléctrica, electrónica de potencia y control, se encontró que la universidad no cuenta con las herramientas para que el estudiante ponga en práctica los conceptos teóricos propuestos por el docente en cada una de las materias mencionadas

Al no existir herramientas para que el estudiante realice sus prácticas se convierte en objetivo de este trabajo el dotar a la facultad de ingeniería electrónica de un tablero de control y potencia mediante la implementación de contactores, relés térmicos, protecciones, regletas de conexión, sistemas de iluminación y motores AC y DC.

1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA

El tablero de prácticas de potencia y control se implementara en la facultad de ingeniería electrónica específicamente en el laboratorio C puesto que en este laboratorio es más factible realizar las prácticas de las materias mencionadas anteriormente.

Este se realizara en un lapso de un año finalizando en NOVIEMBRE de 2017 el diseño y la implementación del tablero, junto con la monografía, las guías y el manual de usuario.

La población a la que va dirigida este proyecto son los estudiantes de la facultad de ingeniería electrónica de la universidad santo tomas Tunja, principalmente a los estudiantes que estén cursando quinto semestre en adelante.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. *Diseño y construcción de un tablero didáctico para el laboratorio de maquinarias enfocado a la enseñanza de prácticas con motores, específicamente para el control del proceso de sincronización de generadores y utilizando la herramienta de LABVIEW para la visualización*

Tablero de pruebas con motores de corriente continua y corriente alterna, consta de elementos de mediciones, fuerza y control, protección e indicadores de funcionamiento cuenta con monitoreo a través Labview realizado en Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil, Ecuador



Figura 3 Tablero desarrollado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral

2.2. *Tablero Didáctico de PLC: Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca.*

El desarrollo del trabajo surge como respuesta a la necesidad de implementar una celda de manufactura integrando un tablero de PLC (Controladores Lógicos Programables), para el Laboratorio de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Automatización industrial, manejo de motores y bandas transportadoras entre otros muchos procesos industriales son llevados a cabo por estos controladores a diario en los diferentes estamentos de la industria, por tanto, los estudiantes no pueden estar fuera de este conocimiento y deben poseer bases

que les permitan interactuar en el momento que lo requieran con estos dispositivos. Dicho tablero didáctico presenta todos los elementos necesarios para realizar y/o simular procesos industriales.

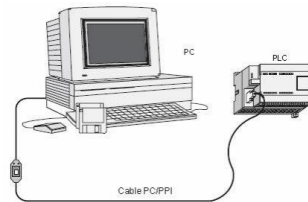


Figura 4 : Conexión de PLC con computador del Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca.

2.3. Soluciones en Tableros Eléctricos WEG

La Fábrica de Tableros Eléctricos WEG está ubicada en el Parque Industrial de San Francisco (Cba.), donde reside la casa matriz de WEG Argentina. Mano de obra especializada es utilizada, para lograr mediante la integración de componentes eléctricos mediante la integración de componentes eléctricos de la misma marca, las mejores soluciones con rapidez y eficiencia.



Figura 5 Arranque suave para 180cv desarrollado por WEG

2.4. Interruptor con aislamiento de aire SIMOSEC. Siemens

Conmutación inteligente: operación compacta, confiable y segura

Los dispositivos de conmutación Simosec con tecnología de aislamiento de aire de hasta 24 kV combinados con funciones de conmutación con aislamiento de gas se montan en la fábrica, se someten a prueba de tipo y están equipados con interruptores interiores de metal según IEC.

El diseño modular de ahorro de espacio permite el uso en subestaciones y subestaciones de transferencia de clientes de suministro de energía y servicios públicos, así como aplicaciones en plantas industriales, centrales eléctricas, minería, industria de construcción naval, suministro de energía de tracción, industria de energía renovable y edificios públicos, tales como edificios, estaciones de ferrocarril, centros comerciales, hospitales y aeropuertos.



Figura 6. Tablero SIMOSEC .Siemens

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un tablero de prácticas eléctricas para aplicaciones en potencia y control mediante el uso de una pantalla Touch, PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/LY, contactores, relés, protecciones y motores.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el tablero de prácticas eléctricas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores.
- Implementar el tablero de prácticas eléctricas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores.
- Realizar las guías de funcionamiento del tablero mediante el software Labview.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. POTENCIA ELECTRICA

La potencia eléctrica es el flujo de energía por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

Cuando una corriente eléctrica fluye en un circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz, movimiento, sonido o procesos químicos. La electricidad se puede producir mecánica o químicamente; o también por la transformación de la luz en las células fotoeléctricas y es el producto de la diferencia de potencial entre terminales de un circuito generando la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo. Por esta razón la potencia es directamente proporcional a la corriente y a la tensión.

4.2. ELECTRONICA DE POTENCIA

Electrónica de potencia es el área de la electrónica que trata de la conversión y control de potencia (energía) eléctrica usando dispositivos en un principio electromecánicos, posteriormente válvulas de vacío (rectificadores de mercurio) y hoy en día semiconductores de potencia. En ella se combina el tratamiento de energía, de electrónica y el control.

La electrónica de potencia tiene sus inicios en el año 1900, con la introducción del rectificador de arco de mercurio. Luego aparecieron, gradualmente, el rectificador de tanque metálico, el rectificador de tubo al alto vacío de rejilla controlada, el

ignitrón, el fanotrón y el tiratrón. Estos se aplicaron al control de la energía hasta la década de 1950. Posteriormente con el descubrimiento del transistor y de los elementos semiconductores o de estado sólido se generó un cambio radical disminuyendo el tamaño de los equipos a la vez que mejorando el aprovechamiento de la potencia manipulada.

La aplicación de los semiconductores facilitó el tratamiento de la energía eléctrica para lograr transformar señales AC a DC, señales DC a AC y sistemas reguladores para hacer la conversión o controlar las señales AC a AC y DC a DC.

4.3. CONTROL

Las teorías de control que se utilizan habitualmente son: la teoría de control clásica (también denominada teoría de control convencional), la teoría de control moderno y la teoría de control robusto.

El control automático ha desempeñado un papel vital en el avance de la ingeniería y la ciencia; se ha convertido en una parte importante e integral en los sistemas de vehículos espaciales, en los sistemas robóticos, en los procesos modernos de fabricación y en cualquier operación industrial que requiera el control de temperatura, presión, humedad, flujo, etc.

El término sistema se emplea para describir un conjunto de componentes que interactúan, alrededor de los cuales se dibuja una frontera imaginaria de modo que solo es de interés la interacción entre la entrada o entradas y su salida o salidas, sin necesidad de estudiar en detalle las interacciones entre los componentes que lo forman. Así el aspecto importante en un sistema es la relación entre las entradas y las salidas teniendo en cuenta la retroalimentación y las posibles perturbaciones que se presenten.

4.4. MAQUINAS ELECTRICAS

Una máquina eléctrica es un dispositivo que transforma energía eléctrica en otro tipo de energía, o viceversa. Los tipos de energía en que se puede transformar la energía eléctrica son la energía cinética (máquinas rotatorias) o la energía potencial de los campos magnéticos (máquinas estáticas). Las máquinas eléctricas estáticas son aquellas que no tienen partes móviles, tales como los transformadores, que son dispositivos que cambian el nivel de tensión (voltaje) de la energía eléctrica en corriente alterna, es decir, estos equipos conservan el tipo de energía (eléctrica) entre su entrada y su salida pero modifica sus propiedades. También se consideran máquinas eléctricas estáticas los inversores y los rectificadores, que son dispositivos encargados de transformar la energía eléctrica de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) y viceversa. Las máquinas eléctricas rotatorias son aquellas que transforman energía eléctrica en energía mecánica, en cuyo caso se dice que la máquina corresponde a un motor, o la energía mecánica en energía eléctrica, en cuyo caso se dice que la máquina corresponde a un generador. Todas las máquinas rotatorias tienen una parte móvil que se denomina rotor y una parte fija que se denomina estator. Al espacio de aire que existe entre la parte fija y móvil de la máquina eléctrica se le denomina entrehierro, por estar las otras dos partes constituidas de material ferromagnético.

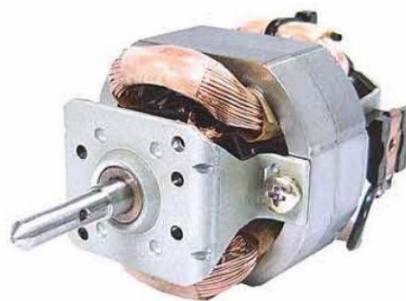


Figura 7 : Máquina eléctrica rotativa

|

4.5. ELEMENTOS SEMICONDUCTORES

Los semiconductores son elementos que tienen una conductividad eléctrica inferior a la de un conductor metálico pero superior a la de un buen aislante. El semiconductor más utilizado es el silicio, que es el elemento más abundante en la naturaleza, después del oxígeno. Otros semiconductores son el germanio y el selenio. Los átomos de silicio tienen su orbital externo incompleto con sólo cuatro electrones, denominados electrones de valencia. Estos átomos forman una red cristalina, en la que cada átomo comparte sus cuatro electrones de valencia con los cuatro átomos vecinos, formando enlaces covalentes. A temperatura ambiente, algunos electrones de valencia absorben suficiente energía calorífica para librarse del enlace covalente y moverse a través de la red cristalina, convirtiéndose en electrones libres. Si a estos electrones, que han roto el enlace covalente, se les somete al potencial eléctrico de una batería, se dirigen al polo positivo.

Es de anotar que existen semiconductores especialmente diseñados y construidos para aplicaciones de electrónica de potencia de tal manera que se pueden hacer configuraciones serie, paralelo o una aplicación en donde se mezclen estos dos tipos de circuitos para lograr valores de tensión y de corriente aplicables a montajes de potencia apoyados por el uso de disipadores de calor y sistemas de refrigeración. Dentro de este tipo de semiconductores encontramos los denominados diodos de potencia, tiristores, triac, fets, mosfet y transistores de potencia cuya principal función es la de actuar como interruptores de estado sólido permitiendo el paso o la interrupción de la corriente eléctrica según la polarización y el uso al cual se destina

4.6. DRIVERS PARA MOTORES AC

Están constituidos por otros equipos para comando de motores de corriente alterna, tales como arrancadores suaves, que se emplean sólo para la partida y parada de los motores, y no para modificar la velocidad en régimen permanente, estos dispositivos entregan voltaje y frecuencia variable conforme a la necesidad del motor y la carga conectada a él. Para tal efecto, toma la alimentación eléctrica de la red, la cual tiene voltaje y frecuencia fija, este la transforma en un voltaje continuo (Rectificador más Filtro) y luego lo transforma en voltaje alterno trifásico de magnitud y frecuencia variable por medio de un Inversor. Contando sólo con esta última etapa (Inversor) es posible también alimentar estos motores a partir de un suministro de corriente continua (por ejemplo baterías). También se puede contar con un rectificador monofásico de modo de poder alimentar un motor trifásico a partir de una fuente de alimentación monofásica.

La forma de onda del voltaje de salida en estricto rigor no es una senoide perfecta, toda vez que entregan una señal de pulso modulada a partir de una frecuencia de conmutación alta. En todo caso con los equipos actuales, donde podemos encontrar frecuencias de conmutación del orden de los 50 KHz, los contenidos de armónica son bastante bajos, por lo que agregando filtros pasivos cumplen las exigencias normativas impuestas por muchos países.



Figura 8: Arrancador Suave Schneider

(Manual de arrancadores suaves y variadores de velocidad.Schneider)

4.7. CONTACTORES

El contactor es un elemento electromecánico que permite la conexión automática (eléctrica) de elementos de alimentación para equipo eléctrico. El contactor cumple las funciones de un interruptor, abriendo y cerrando un circuito para controlar una carga, como un motor, lámparas, etc. Pero el accionamiento del contactor no es manual. El accionamiento del contactor se hace a través de un electroimán que se activa al circular una corriente eléctrica a través de su bobina. Al alimentar la bobina tanto los contactos principales como los auxiliares cambiarán de posición. Alimentando al motor a través de los contactos principales cerrando el primero y cambiando el estado de los contactos auxiliares.



Figura 9: Contactor LC1D09

(Datasheet Schneider.LC-D.CONTACTORES)

4.8. RELES

Los relés son un componente imprescindible y existente en prácticamente cualquier máquina, automatismo o instalación y que por tanto es de especial importancia ya que seguro se encontrara en prácticamente cualquier automatismo o accionamiento de máquina.

Los contactos de los relés pueden ser normalmente abiertos y/o normalmente cerrados. Esta definición viene debido a la configuración de ellos. Los NA en ausencia de tensión en la bobina del relé estarán abiertos, es decir que no dejarán pasar intensidad aguas abajo. Por el contrario los NC estarán cerrados en ausencia de tensión en la bobina. Cuando por la bobina exista una tensión los contactos normalmente abiertos se cerrarán y los normalmente cerrados se abrirán, es decir cambiarán el estado inicial o normal.

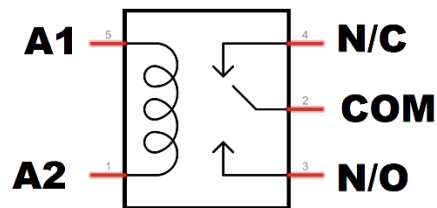


Figura 10: Diagrama de un Relé

4.9. DIAGRAMAS ESCALERA

El diagrama de escalera o “Ladder logic” es un método utilizado para programar PLC o autómatas programables. El diagrama de escalera fue uno de los primeros lenguajes utilizados para programar PLC debido a su similitud con los diagramas de relés que ya conocían.

Este lenguaje permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso, con ayuda de símbolos de contactos normalmente cerrados (N.C.) y normalmente abiertos (N.A.), relés, temporizadores, contactores, registros de desplazamiento, etc.

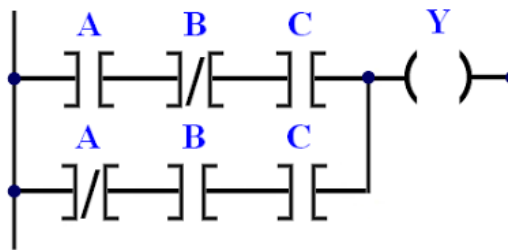


Figura 11: Ejemplo de un diagrama tipo escalera

(fundamentos de logica digital)

4.10. PLC

Dispositivo electrónico usado en automatización industrial. Un PLC controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, procesa y recibe señales digitales y analógicas, puede aplicar estrategias de control. Su sigla PLC corresponde a Programmable Logic Controller o Controlador lógico programable.

Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para: programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales y otras aplicaciones.

Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su memoria de almacenamiento, y un microprocesador integrado, corre el programa. Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por sensores, que gracias al programa elaborado por el usuario, logran implementar la operación a través de los actuadores de la instalación.

Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en la industria: fabricación de plástico, cementos, siderurgia, procesamiento de alimentos, en máquinas de embalajes,

entre otras; en fin, son posibles de encontrar en todos aquellos sistemas que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellos que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

Dentro de las funciones que un PLC puede desarrollar se encuentra la de procesar señales de referencia, compararlas con la salida, detectar errores, corregirlos y lograr que los resultados sean almacenados. Además cumplen la importante función de ser programados, pudiendo introducir, crear y modificar las instrucciones dadas por el usuario.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra: Ahorro en el tiempo de elaboración de proyectos, automatizar más de un proceso sin incremento de costos. Estos dispositivos son robustos, diseñados para trabajo industrial, de tamaño reducido y bajo costo de mantenimiento. Sin embargo, los controladores lógicos programables, o PLC, presentan ciertas desventajas como: La necesidad de contar con personal calificado para su programación y mantenimiento.



Figura 12: PLC Siemens

4.11. HMI- INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

El término interfaz de usuario se define como "todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporcionan la información y el control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo".

La interfaz de usuario / interfaz hombre-máquina (HMI) es el punto de acción en que un hombre entra en contacto con una máquina. Para que una interfaz hombre-máquina (HMI) sea útil y significativa, debe estar adaptada a los requisitos y capacidades del ser humano.



Figura 13. HMI Siemens (fuente catalogo Siemens)

5. METODOLOGIA

5.1. DEFINICION DE HIPOTESIS

¿Existen herramientas para que el estudiante realice sus prácticas con dispositivos de control y protección industrial? Al hacer una investigación sobre las prácticas de laboratorio en las materias Potencia eléctrica, electrónica de potencia y control, se encontró que la universidad no cuenta con las herramientas para que el estudiante ponga en práctica los conceptos teóricos propuestos por el docente en cada una de las materias mencionadas.

5.2. VARIABLES E INDICADORES

- Diseño y montaje del Hardware
- Elaboración del manual
- Elaboración de guías
- Prueba de los montajes establecidos y verificación de su operación

5.3. UNIVERSO DE INVESTIGACION

Universidad Santo Tomas Tunja y ampliación a USTA Colombia

5.4. POBLACION

Estudiantes de ingeniería electrónica, ingeniería mecánica e ingeniería de sistema.

6. RESULTADOS

Como primera medida se realizó el diseño del tablero a implementar para este proyecto como se muestra a continuación.

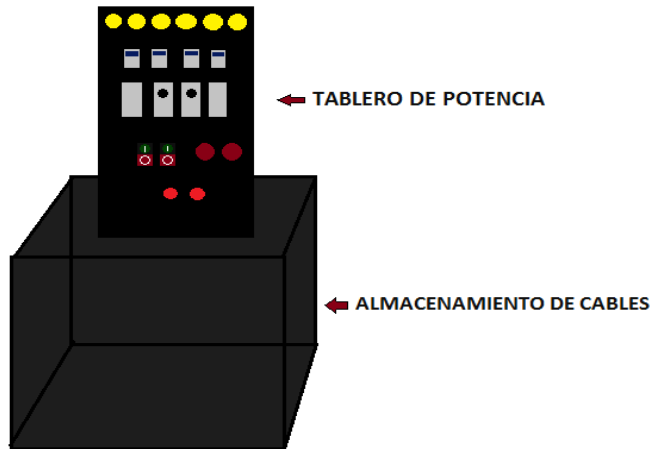


Figura 14: Primer diseño del tablero de control y potencia usando contactores (fuente autores)

Luego de tener claro el diseño, se realizó un inventario de los materiales con los que contaba la universidad para el desarrollo de este proyecto, como se puede observar en la siguiente tabla

Cantidad	Elemento
20	frenos de borda
20	bordas de conexión unipolares
6	Contactores LC1 D09F7
1	Relé LRD08
1	Relé LRD06
3	Breakers de 6A, 2A, 4A
2	bordas de tierra
2	Temporizadores
2	botón pulsador doble
2	botón parado de emergencia

Tabla 1: Inventario (fuente autores)

Se realizó el montaje en físico del tablero procurando que este fuera un prototipo amigable con el usuario, la parte superior del prototipo cuenta con un tablero el cual está provisto de seis bombillos de potencia, cuatro Breakers de protección, cuatro contactores LC1 D09F7 Schneider, dos relés LRD08 y LRD06, dos botones con pulsador doble, para el encendido y apagado de los circuitos a implementar y dos botones cabeza de hongo usados para las paradas de emergencia; en la parte inferior el prototipo cuenta con una caja metálica la cual está dispuesta para el almacenamiento de cables y elementos adicionales del sistema para la utilización en las guías propuestas y fijación de los Breakers de activación del prototipo

Con el propósito de actualizar el prototipo con elementos de programación, control analógico y digital se rediseño adicionando los siguientes equipos: Una pantalla Touch SIMATIC HMI KTP700, un PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/RLY y un motor trifásico Siemens de 0,5 HP, 1590 rpm.

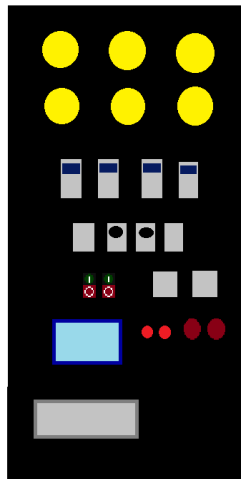


Figura 15: Rediseño del tablero de control y potencia (fuente autores)

Para un claro entendimiento acerca del procedimiento que se llevó a cabo se muestra a continuación una línea de tiempo con la evolución que tuvo el diseño y posterior desarrollo del “Tablero de control y potencia usando contactores”

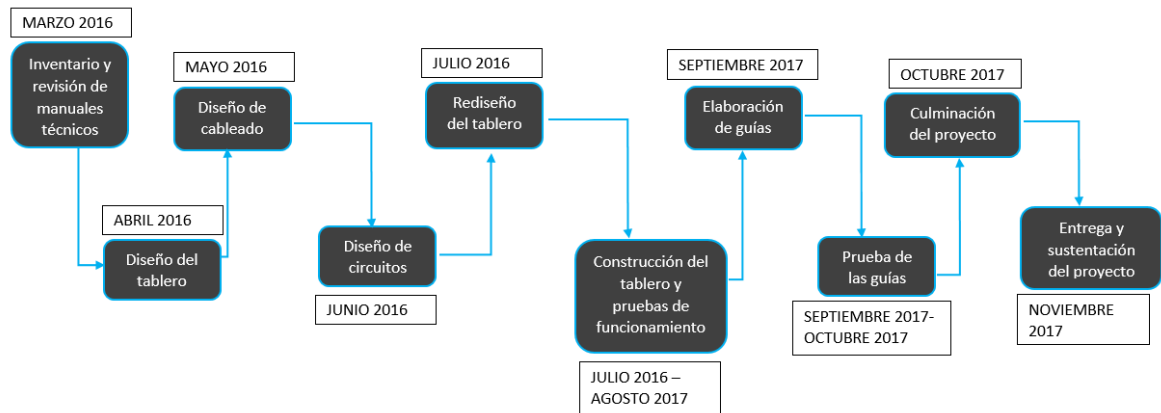


Figura 16: Línea de tiempo del trabajo realizado para la implementación del tablero de control y potencia usando contactores (fuente autores).

6.1. ELABORACION DE GUIAS

Se realizó el diseño de guías para el uso del tablero de potencia y control siguiendo los lineamientos que son aplicados en las áreas de control, potencia, electrónica de potencia, automatización entre otras, es decir fueron diseñadas con el fin de ser un refuerzo de aprendizaje para el estudiante en las materias asociadas a este proyecto.

Se diseñó y se implementó una interfaz gráfica, en el software Labview, construyendo un entorno más amigable para el usuario, que mejora la habilidad de montaje e interpretación de circuitos industriales por parte del estudiante logrando un crecimiento en el desarrollo de sistemas de potencia para la vida laboral.

La interfaz gráfica principal cuenta con una imagen frontal del tablero de control y potencia, una sección en donde se encontraran las guías a desarrollar, un manual de usuario del tablero y por ultimo con una pestaña de ayuda; cabe destacar que en el despliegue de la pestaña de guías el usuario se encontrara con dos secciones las cuales mostraran guías para motores y guías para bombillos.



Figura 17: Interfaz principal en el Software Labview (fuente autores)

6.1.1. SECCION DE GUÍAS

La sección de guías cuenta con dos hipervínculos que llevarán al usuario a la opción que desee: Ya sea bombillos o motores AC como se puede observar a continuación



Figura 18: Interfaz de inicio a las guías de trabajo (fuente autores)

En el área de bombillos el usuario encontrara las diferentes guías de encendido, en varias configuraciones, usando contactores y relés, también cuenta con configuraciones de encendido con PLC.



Figura 19: Inicio de las guías de bombillos (fuente autores)

En el área de motores AC al igual que en el área anterior se contara con guías para diferentes configuraciones de arranque e inversión de giro de motores, conexión triangulo y estrella entre otros. Además de configuración usando el PLC.



Figura 20: Inicio de las guías de motores AC (fuente autores)

Cada una de estas guías cuenta con una estructura basada en las normas convencionales aplicadas en la actualidad a los trabajos de los estudiantes por parte de sus docentes, teniendo una estructura como la siguiente: Abstract, marco teórico, circuito de conexiones eléctricas y un circuito guía para las conexiones al tablero, contando con de la interacción que brinda la interfaz que permite un aprendizaje más rápido debido a que es más probable que el estudiante se familiarice con los conceptos aplicados mediante procedimientos didácticos visuales.

6.1.2. SECCION MANUAL DE USUARIO

En esta sección el usuario encontrara una breve explicación del tipo de cableado a emplear en las conexiones del tablero y el que debe usar teniendo en cuenta las variables de corriente, voltaje, potencia, temperatura que soporta el cable.

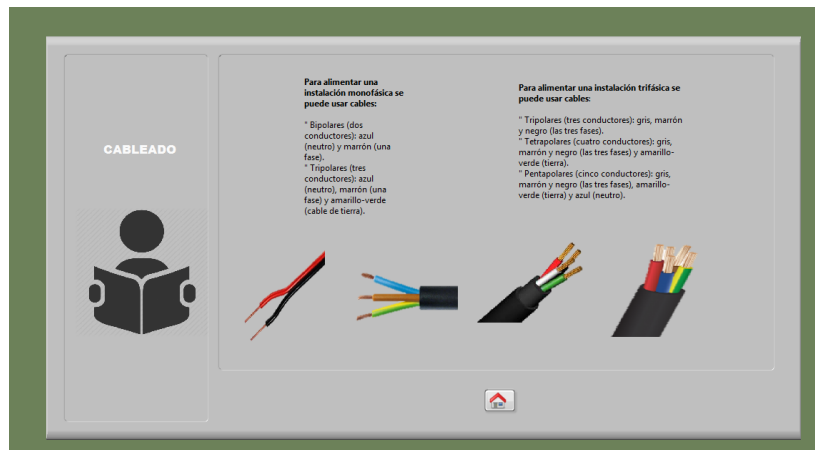


Figura 21: Manual del usuario (fuente autores)

6.1.3. SECCION AYUDA

El usuario tendrá mayor claridad para la conexión de los circuitos al llegar a esta sección ya que contara con un menú el cual tiene todas las hojas de datos característicos (Datasheet) de los elementos que conforman el tablero de control y potencia.

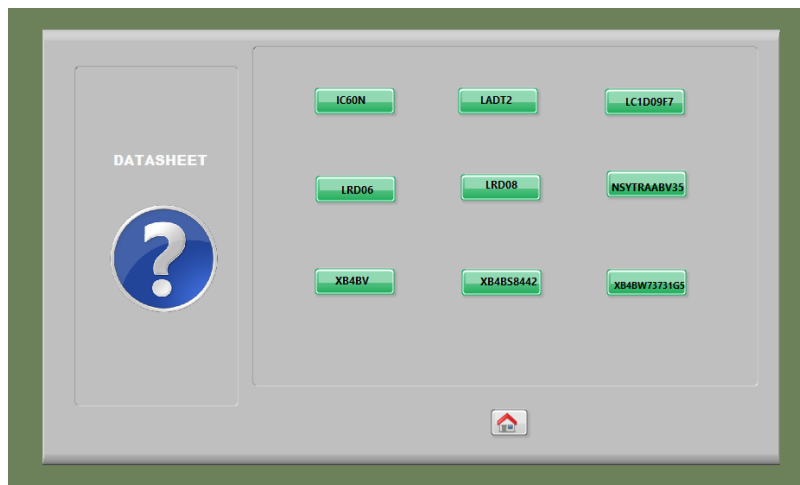


Figura 22 Datasheet de los elementos del tablero (fuente autores)

El esquema que el usuario observara en cada uno de los Datasheet consiste en una recopilación de la información más relevante acerca del funcionamiento de cada dispositivo.

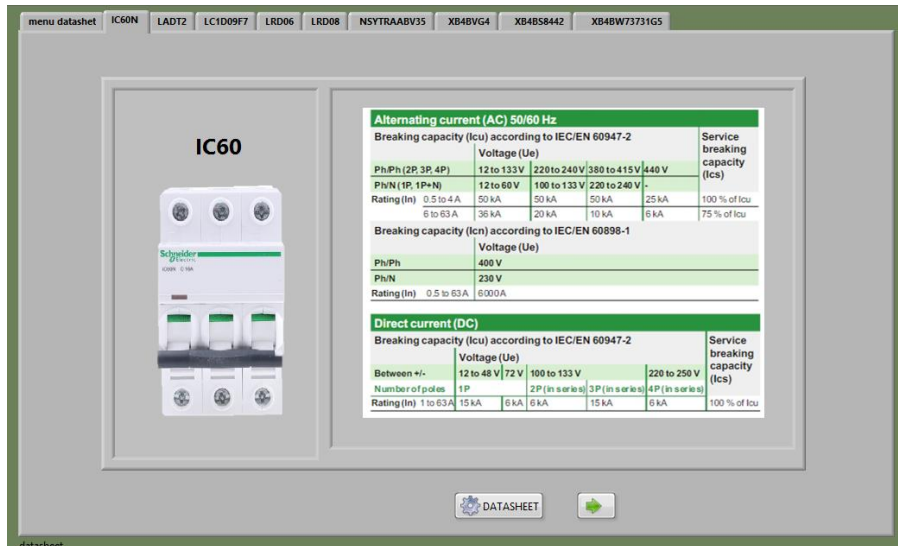


Figura 23: Ejemplo de los Datasheet implementados (fuente autores)

6.1.4. MANUAL DE USUARIO

Se ingresa a la interfaz principal en donde se encontrará un menú se tiene la posibilidad de ingresar a guías, manual de usuario o ayuda.



Figura 24: Interfaz principal en el Software Labview (fuente autores)

Se ingresa dando click en el botón guías



Figura 25: Interfaz principal en el Software Labview (fuente autores)

Al oprimir el botón guías se abre una nueva página en el que podemos escoger guías de bombillos o guías de motores.



Figura 26 Interfaz de inicio a las guías de trabajo (fuente autores)

Si se oprime el botón bombillos para ingresar y comenzar a realizar las guías de bombillos. En este se encuentran múltiples conexiones que se pueden realizar en el “Tablero de prácticas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores”

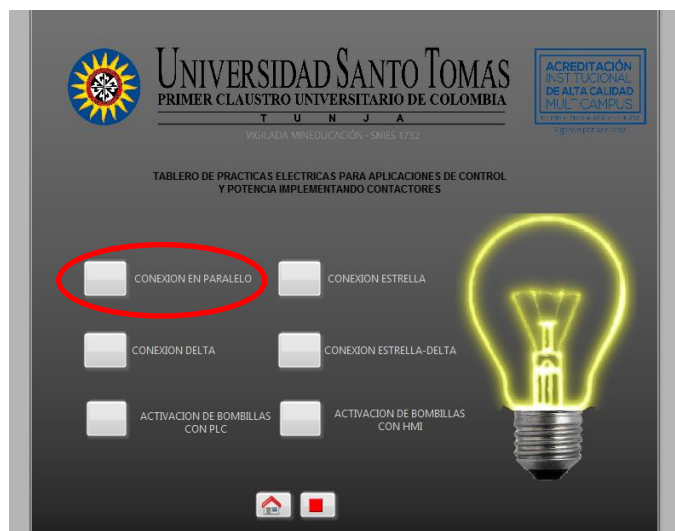


Figura 27 Menú principal de guías de bombillos

Al oprimir el botón de conexión en paralelo se abre la guía conexión en paralelo de iluminación en donde se encuentra un abstract del “Tablero de prácticas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores”



Figura 28 abstract guías bombillos

Luego se le da click en siguiente, en donde se encuentra una breve introducción a la guía de conexión en paralelo de iluminación.

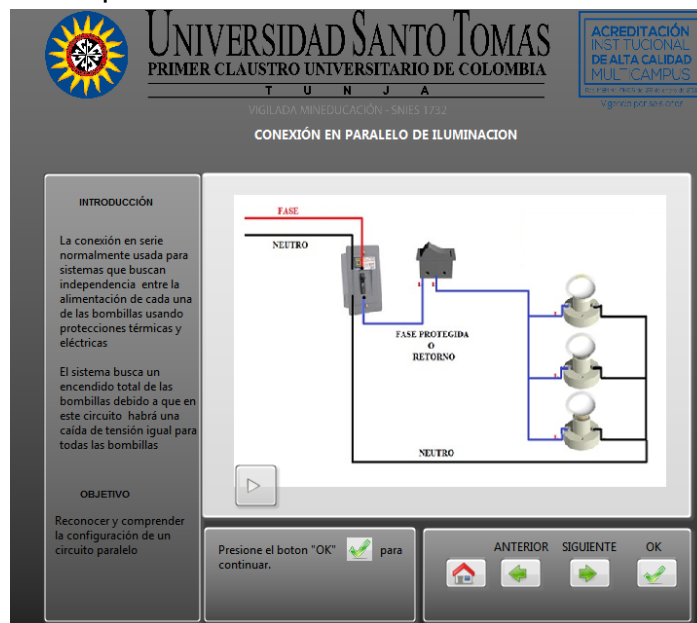


Figura 29. Introducción conexión en paralelo de iluminación

Al dar Play en la interfaz se puede observar dinámicamente el encendido de los bombillos.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
VIGILADA MINEUCACIÓN - SNIES 1732

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS

CONEXIÓN EN PARALELO DE ILUMINACION

INTRODUCCIÓN

La conexión en serie normalmente usada para sistemas que buscan independencia entre la alimentación de cada una de las bombillas usando protecciones térmicas y eléctricas

El sistema busca un encendido total de las bombillas debido a que en este circuito habrá una caída de tensión igual para todas las bombillas

OBJETIVO

Reconocer y comprender la configuración de un circuito paralelo

Presione el boton "OK" para continuar.

ANTERIOR SIGUIENTE OK

Figura 30 . Activación circuito

Al dar click en siguiente, se encuentra un marco teórico que enriquece en conocimiento al usuario para el desarrollo de la guía.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A
VIGILADA MINEUCACIÓN - SNIES 1732

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD MULTICAMPUS

CONEXIÓN EN PARALELO DE ILUMINACION

MARCO TEÓRICO

CIRCUITO PARALELO

Se habla de conexión en paralelo de un circuito recorrido por una corriente eléctrica o por un fluido a presión cuando varios conductores o elementos se hallan unidos paralelamente, mejor dicho, con sus extremos comunes; se diferencia de la conexión en serie porque, en ésta, dichos extremos se hallan situados uno a continuación de otro.

Presione el boton "OK" para continuar.

ANTERIOR SIGUIENTE OK

Figura 31 Marco teórico conexión en paralelo

Al dar click en siguiente se encuentra el diagrama unifilar de la conexión en paralelo de iluminación, con las instrucciones a seguir para realizar la configuración en el “tablero de prácticas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores”

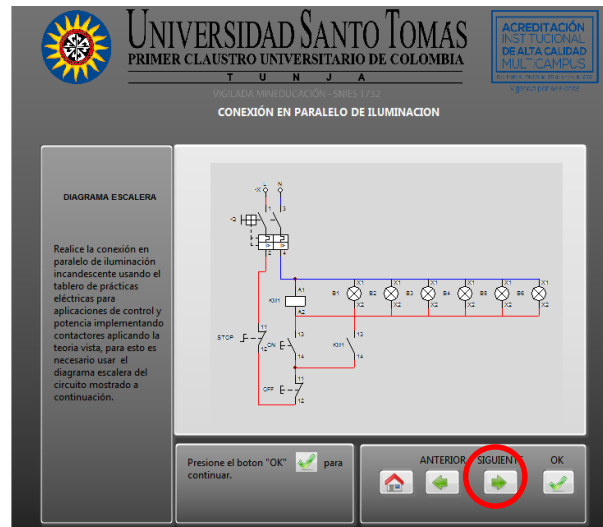


Figura 32 diagrama unifilar

Al dar click en siguiente se encuentra el diagrama más grafico de la conexión en paralelo de iluminación, con las instrucciones a seguir para realizar la configuración en el “tablero de prácticas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores”

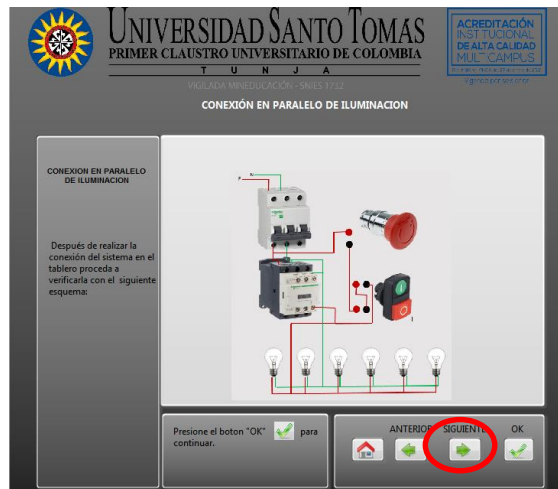


Figura 33 conexión en paralelo de iluminación

En las actividades a realizar se encuentran una serie de numerales a desarrollar, en la tabla se ingresan los valores medidos, luego de llenar la tabla y el nombre del operador se debe dar click en generar reporte.



Figura 34 Actividades conexión en paralelo

Al generar el reporte se ejecuta un documento en Word con los resultados de la práctica que serán guardados por el usuario, luego se da click en siguiente.

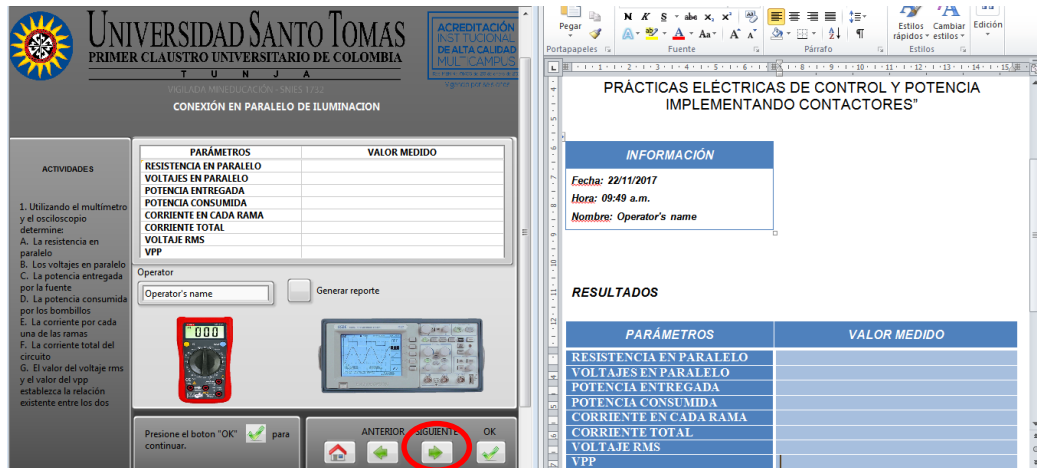


Figura 35. Generación de reporte

En la siguiente página se desarrollan los cuestionamientos indicados, el programa muestra si la respuesta es correcta o incorrecta.

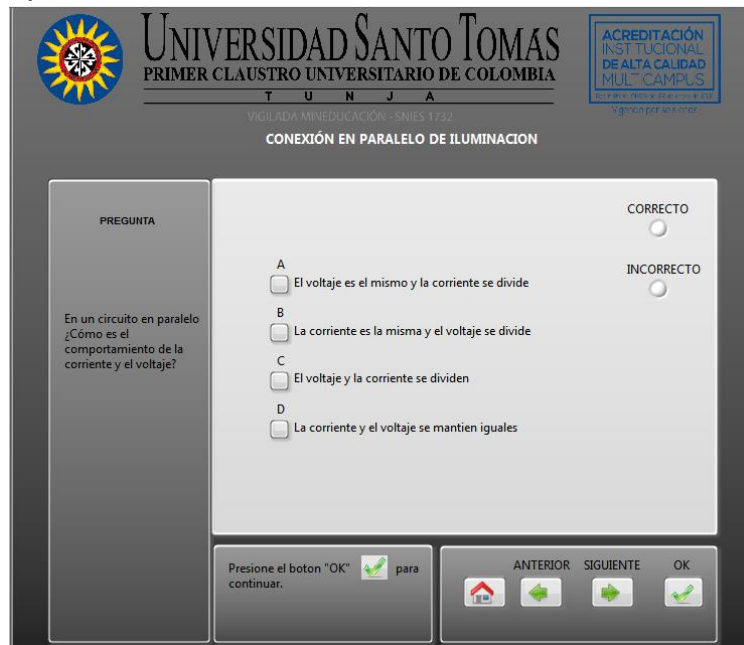


Figura 36.pregunta conexión en paralelo de iluminación

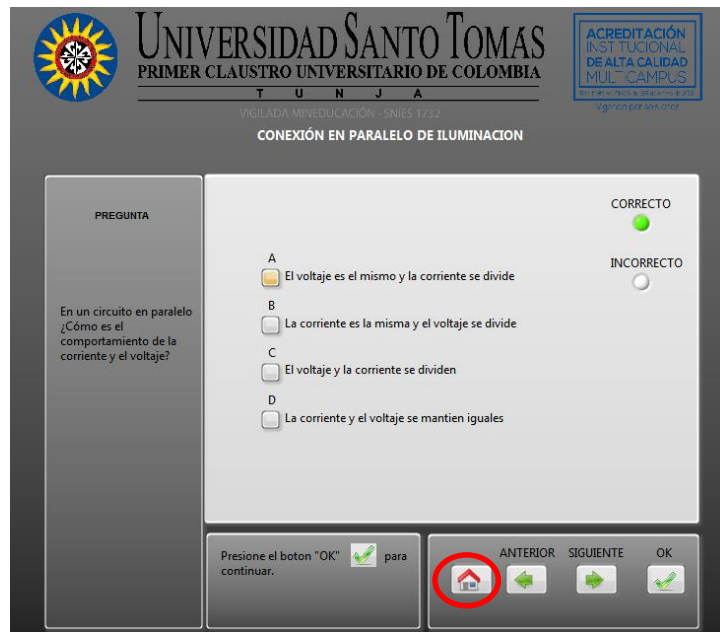


Figura 37 Terminación de la guía conexión en paralelo

Al terminar la guía damos click en inicio para volver a la pagina menú principal de bombillos.



Figura 38. Como volver al menú principal desde la interfaz de bombillos

Luego damos click en inicio para volver a la pagina menú principal de bombillos, se da click en el icono de la casa para regresar a la pantalla principal.

Para ingresar al manual de usuario damos click en el boton manual de usuario.



Figura 39 como ingresar al manual de usuario

Al dar click se obtendrá información del tipo de cableado a usar. Luego se le da click en el icono de la casa para volver a la página principal.



Figura 40 manual de usuario

Si desea puede ingresar a la ayuda para obtener más información acerca del “tablero de prácticas eléctricas para aplicaciones de control y potencia implementando contactores.




Figura 41 como ingresar a la ayuda

En la sección de ayuda se encuentran los respectivos datasheet de los elementos o componentes del tablero.



Figura 42 menú de datasheet


Al dar click en el botón LADT2 se encuentra su respectivo datasheet con las especificaciones técnicas esté.




UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

T U N J A

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1732



LADT2



Complementary	
Mounting location	Front
[U] rated insulation voltage	500 V - certifications CSA 960 V - conforming to IEC 60947-5-1 300 V - certifications UL
[U _e] rated operational voltage	960 V AC 25 - 400 Hz
[I _e] conventional free air thermal current	10 A at ≤ 60 °C
I _{ms} rated making capacity	250 A at ≤ 690 V DC conforming to IEC 60947-5-1 140 A at ≤ 690 V AC conforming to IEC 60947-5-1
Permissible short-circ. rating	140 A at -5...60 °C 100 ms
	120 A at -5...60 °C 500 ms
	100 A at -5...60 °C 1 s
Protection type	GG fuse ≤ 10 A rating according to operational current for U _e ≤ 690 V
Associated fuse rating	IEC 60247-5-1
Mechanical durability	5 Mcycles
Minimum switching current	5 mA
Minimum switching voltage	17 V
N _{ov} -overlap time	1.5 ms on energisation (no overlap between NC and NO contact)
	1.5 ms on de-energisation (no overlap between NC and NO contact)
Timer type	On delay
Time delay range	0.1...30 s
Insulation resistance	> 10 MΩ/min
Product weight	0.36 kg

Figura 43. Datasheet LADT2

7. OTROS APORTES DERIVADOS DEL TRABAJO

Interés por parte de la comunidad académica por conocer más acerca de los elementos montados en el tablero.

Facilitar a los docentes la evaluación de las prácticas de laboratorio realizadas para las asignaturas de electrónica de potencia, potencia eléctrica y control.

Facilitar a los estudiantes la presentación de reportes de las prácticas de laboratorio siguiendo el formato establecido.

Permitir al estudiante el ahorro en la adquisición de elementos propios para la práctica de laboratorio, además de lograr disminuir el tiempo utilizado para la realización de los montajes.

CONCLUSIONES

El desarrollo del tablero de control y potencia usando contactores genera facilidad para el aprendizaje de temas que han sido abordados teóricamente, logrando que el estudiante desarrolle las guías de laboratorio propuestas, con rapidez y teniendo claridad del tema, además que gracias al diseño interactivo del tablero, el docente podrá elaborar un sinnúmero de guías a parte de las que ya se tienen en la interfaz, creando en el estudiante interés adicional; y un crecimiento de conocimiento significativo dando a su vida profesional futura experiencia y calidad, que normalmente no se desarrolla dentro de las aulas de clase ya que en este entorno normalmente se hacía un esfuerzo mayor en el conocimiento teórico.

Gracias a la implementación de este proyecto en los laboratorios de la Universidad Santo Tomas Tunja se tiene un dispositivo el cual puede transportarse de un lugar a otro, esto puede ser usado no solo en las clases sino que también a largo plazo puede llegar a ser centro de capacitaciones para estudiantes y trabajadores de la Universidad.

Aunque en el mercado existen dispositivos que buscan cumplir las mismas funciones, el tablero del presente proyecto tiene un costo mucho menor y un mayor número de funcionalidades, generando una reducción de costos a la Universidad Santo Tomas Tunja en cuanto a la adquisición de equipos didácticos especializados.

Se obtuvo un tablero interactivo de control y potencia usando contactores, relés, breakers, PLC, HMI, motores, paradas de emergencia que es entregado a la Universidad Santo Tomás Tunja para su utilización como banco de pruebas y guías de laboratorio por los estudiantes de la facultad de ingeniería electrónica y demostraciones para personal de arquitectura, ingeniería civil, ingeniería de sistemas e ingeniería mecánica.

Fueron elaboradas guías de fácil comprensión para favorecer la aplicación por parte de los estudiantes mediante el uso del tablero, las cuales se entregan por medio de una interfaz gráfica en el software Labview; esta interfaz cuenta con una carpeta en la que se encuentran los documentos de las guías, un manual de usuario y una opción de ayuda.

RECOMENDACIONES

Como primera medida se recomienda al usuario revisar la interfaz gráfica en la sección manual de usuario y posteriormente en la sección ayuda en la que encontrará el tipo de cableado que puede usar para la realización de las guías, además de las hojas técnicas de los implementos usados en este tablero para así evitar daños físicos en la persona que lo utilice y también que se pueda dañar los dispositivos.

Cuando se apliquen las guías, antes de activar el circuito es necesario revisar las conexiones, cada guía cuenta con imágenes de verificación de conexión de los circuitos.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERT MALVINO/ DAVID J. BATES. 7ma edición. Principios de electrónica.

DANIEL W. HART. Prentice-Hall, 2001. Electrónica de potencia.

GRAINGER & STEVENSON / JOHN JOSEPH GRAINGER / WILLIAM D. 3ra edición. Análisis de sistemas eléctricos de potencia.

JESÚS FRAILE MORA. 5ta edición. Maquinas eléctricas.

L.PIOTROVSKI / M. KOSTENKO. 1ra edición. Maquinas eléctricas II.

MUHAMMAD H. RASHID: 3ra edición. Electrónica de potencia.

RICHARD DORF / JAMES A. SVOBODA. 6ta edición. Circuitos Eléctricos.

STEPHEN J. CHAPMAN. 4ta edición. Maquinas eléctricas

WILLIAM H. HAYT. JR/ JACK E. KEMMERLY/ STEVEN M. DURBIN. 8va edición. Análisis de circuitos en ingeniería.

KATSUHIKO OGATA.5ta edición. Ingeniería de Control Moderna

W.BOLTON.2da edición. Ingeniería de Control

INFOGRAFÍA

<http://www.etitudela.com/Electrotecnia/downloads/introduccion.pdf>

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/DRIVES-variadores%20de%20velocidad%20.pdf>

<http://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/funcionamiento-de-los-tres-tipos-de-reles-mas-utilizados/>

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5238/1/Dise%C3%B1o%20y%20Construcci%C3%B3n%20de%20un%20Tablero%20didactico%20para%20el%20laboratorios%20de%20maquinarias.pdf>

ANEXOS

Interfaz gráfica en el software Labview

- DATOS DE LOS AUTORES

Yudy Katherine López González

Tunja, Boyacá, Colombia 06 de abril de 1996. Realizo su formación bachiller Académico en la Escuela Normal Superior Santiago De Tunja obteniendo su título de bachiller en el 2012 , en el año 2013 ingreso al programa de Ingeniería Electrónica en la Universidad Santo Tomas seccional Tunja. Voluntaria en grupos de la rama estudiantil de la IEEE específicamente en eventos de WIE, participo en la logística de evento del programa VEX como Robótica extrema, en el año 2013 fue ponente en el evento RED COLSI de semillero de investigación realizado en la ciudad Duitama en Boyacá, en el 2015 participo en la versión del mismo evento realizado en la ciudad Sogamoso, Boyacá , tiene énfasis en instrumentación, con profundización en ingeniería médica, energías renovables, instrumentación médica, metrología, capaz de realizar desarrollos en áreas de potencia y control manejando sistemas de contactores y demás protecciones eléctricas y electrónicas además del uso de autómatas programables.

Claudia Jimena Martínez Gallego

Nacida en Miraflores Boyacá el 4 de diciembre de 1991. Graduada del colegio José María Córdoba en Tauramena Casanare el 5 de Diciembre de 2008, En el 2009 curso el Tecnólogo en Diseño e integración de Automatismos Mecatrónicos en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) Yopal. En el 2012 ingresa al programa de Ingeniería Electrónica en la universidad Santo Tomas Tunja, ha participado como

ponente en red de semilleros de investigación REDCOLSI Duitama y Sogamoso, así como en Simposio Internacional de Ingeniería y Desarrollo de Nuevas Tecnologías en la universidad Santo Tomas Tunja. Posee competencias en Automatización, sensorica, control, PLC, diseño y desarrollo de productos, instrumentación médica, potencia, seguridad en riesgo eléctrico y metrología.

INDICE

AGRADECIMIENTOS, 6	LISTA DE TABLAS, 9
ANEXOS, 50	LISTAS ESPECIALES, 9
BIBLIOGRAFÍA, 48	MAQUINAS ELECTRICAS, 27
CONCLUSIONES, 45	MARCO TEÓRICO, 25
CONTACTORES, 30	METODOLOGIA, 35
CONTENIDO, 7	OBJETIVO GENERAL, 24
CONTROL, 26	OBJETIVOS, 24
DEDICATORIA, 5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS, 24
DEFINICION DE HIPOTESIS, 35	OTROS APORTES DERIVADOS DEL TRABAJO, 44
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA, 20	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, 20
DELIMITACION DEL PROBLEMA, 20	PLC, 32
DIAGRAMAS ESCALERA, 31	POBLACION, 35
<i>Diseño y construcción de un tablero didáctico, 22</i>	POTENCIA ELECTRICA, 25
DRIVERS PARA MOTORES AC, 28	PROLOGO, 15
ELABORACION DE GUIAS, 38	RECOMENDACIONES, 47
ELECTRONICA DE POTENCIA, 25	RESULTADOS, 36
ELEMENTOS	RESUMEN, 14
SEMICONDUCTORES, 28	Sección Ayuda, 42
ESTADO DEL ARTE, 22	Sección Guías, 39
GLOSARIO, 11	Sección Manual de Usuario, 41
IMPACTO ECONOMICO, 17	<i>Tablero Didáctico de PLC:</i> , 22
IMPACTO MEDIOAMBIENTAL, 19	UNIVERSO DE INVESTIGACION, 35
INTRODUCCION, 16	VARIABLES E INDICADORES, 35
JUSTIFICACION, 17	
LISTA DE IMÁGENES, 9	