



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO MULTIFUNCIONAL PARA
LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA.**

**Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros
Electromecánicos.**

Autores:

Flores Jacome Evelin Valeria

Sillagana Guano Alex Vladimir

Tutor:

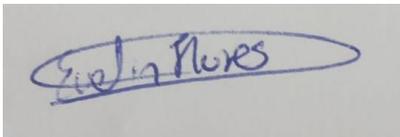
M. Sc. Johnatan Israel Corrales Bonilla

LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2022

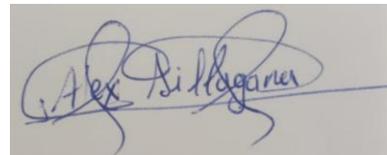
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo: FLORES JACOME EVELIN VALERIA, SILLAGANA GUANO ALEX VLADIMIR, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO MULTIFUNCIONAL PARA LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA”, siendo el M. Sc. JOHNATAN ISRAEL CORRALES BONILLA, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink that reads "Evelin Flores". The signature is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Flores Jacome Evelin Valeria
C.I: 0504475831

A handwritten signature in blue ink that reads "Alex Sillagana". The signature is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Sillagana Guano Alex Vladimir
C.I: 1804330270

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO MULTIFUNCIONAL PARA LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA” de FLORES JACOME EVELIN VALERIA, SILLAGANA GUANO ALEX VLADIMIR de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Marzo del 2022



M. Sc. JOHNATAN ISRAEL CORRALES BONILLA

C.I: 0503145518

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto el postulante FLORES JACOME EVELIN VALERIA, SILAGANA GUANO ALEX VLADIMIR con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO MULTIFUNCIONAL PARA LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

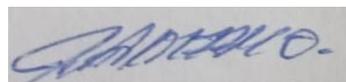
La Maná, Marzo del 2022

Para constancia firman:



M. Sc. William Armando Hidalgo Osorio

LECTOR 1



M. Sc. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

LECTOR 2



Firmado electrónicamente por:
**ALEX DARWIN
PAREDES
ANCHATIPAN**

M. Sc. Alex Darwin Paredes Anchatipan

LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradecer a Dios por darnos las bendiciones a lo largo de nuestra vida académica, además a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, ya que nos han compartido su conocimiento para ser unos excelentes profesionales y competitivos en el ámbito laboral.

Evelin & Alex

DEDICATORIA

Dedico este gran logro a mi esposo Limber Cobeña, mi hija Camila Cobeña y mi madre Gladis Jacome por apoyarme tanto emocionalmente como económicamente por ser esas personas que me impulsan cada día seguir adelante y cumplir con mis sueños de convertirme en una ingeniera.

Evelin Flores

Quisiera dedicar este logro muy importante en mi vida a mi familia que son quienes apoyaron una larga y difícil carrera gracias por todas esas palabras de aliento, de motivación que han ayudado hacer un estudiante perseverante capaz de lograr lo propuesto, de manera especial a mi pareja que ha estado pendiente para no darme por vencido a lo largo de la carrera universitaria.

Alex Sillagana

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

Implementación de un módulo didáctico multifuncional para la asignatura de electrónica de potencia.

Autor:

Flores Jacome Evelin Valeria

Sillagana Guano Alex Vladimir

RESUMEN

El presente proyecto está basado en la implementación de un módulo didáctico multifuncional para la materia de electrónica de potencia, está compuesto por circuitos donde se identifican las transformaciones de corrientes que se estudia en la materia. El primer módulo es una fuente variable que transforma la energía alterna en energía continua, para medir sus formas de ondas e identificar las diferencias y su comportamiento; el segundo módulo es el circuito PWM que conserva su energía continua, este principal componente tiene como voltaje máximo 30 voltios y un voltaje mínimo de 0.64 voltios, su forma cuadrada se lo puede identificar usando el osciloscopio; el tercer módulo es un circuito inversor cuya función es la de transformar una corriente directa en una corriente alterna, ingresa un voltaje de 12 voltios y como salida se tendrá un voltaje de 110 voltios, toda la conversión de la energía se observará en el instrumento de medida; el cuarto módulo es un circuito de control de fase, en este se variará el ancho de pulso en una onda completa.

Palabras clave: Diseño, módulo, control, electrónica, transformar, circuito.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THE MANNA EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES - CIYA

Implementation of a multifunctional didactic module for the subject of power electronics.

Author:

Flores Jacome Evelin Valeria

Sillagana Guano Alex Vladimir

ABSTRACT

The present project is based on the implementation of a multifunctional didactic module for the subject of power electronics, it is composed of circuits where the current transformations studied in the subject are identified. The first module is a variable source that transforms alternating energy into direct energy, to measure their waveforms and identify the differences and their behavior; the second module is the PWM circuit that conserves its continuous energy, this main component has a maximum voltage of 30 volts and a minimum voltage of 0.64 volts, its square shape can be identified using the oscilloscope; the third module is an inverter circuit whose function is to transform a direct current into an alternating current, it enters a voltage of 12 volts and as output will have a voltage of 110 volts, all energy conversion will be observed in the measuring instrument; the fourth module is a phase control circuit, this will vary the pulse width in a full-wave.

Keywords: Design, module, control, electronics, transform, circuit.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO MULTIFUNCIONAL PARA LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA”** presentado por: **Evelin Valeria Flores Jacome, Alex Vladimir Sillagana Guano**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias de Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Marzo del 2022

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
<i>AGRADECIMIENTO</i>	v
<i>DEDICATORIA</i>	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
1 INFORMACIÓN GENERAL	xvi
2 INTRODUCCIÓN	1
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
5 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
5.1. Beneficiarios directos:	2
5.2. Beneficiarios indirectos:	3
6 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6.1. Planteamiento del problema	3
6.2. Delimitación del problema	3
7 OBJETIVOS	3
8 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TARES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
9 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
9.1 Evolución de la electrónica de potencia	5
9.2 Definición de la electrónica de potencia.....	6
9.3 Fundamentos de la electrónica de potencia	7
9.4 Importancia de la electrónica de potencia.....	8
9.5 Componentes de base en la electrónica de potencia.....	8
9.5.1 Diodos.....	8
9.5.2 Tiristores	9

9.5.3 La familia de los tiristores	9
9.5.4 Estructura de un tiristor	10
9.5.5 Aplicaciones de la electrónica de potencia	10
9.5.6 Dispositivos semiconductores de potencia	11
9.5.7 Diodos de Potencia	12
9.5.8 Tiristores	14
9.6 Mosfet de potencia.....	15
9.7 Convertidores de potencia	16
9.8 Convertidor de potencia.....	17
9.9 Convertidor conmutado básico	18
9.10 Convertidor reductor.....	18
9.11 Convertidor elevador	19
9.12 Convertidor cuk	19
9.13 Controlador de voltaje de CA monofásico	19
9.14 Rectificador.....	20
9.14.1 Rectificador de media onda	20
9.14.2 Circuito rectificador de onda completa.....	21
9.14.3 Rectificador de onda completa de doble puente Gratz	22
9.14.4 Rectificador monofásico de onda completa controlado.....	23
9.14.5 Rectificador síncrono.....	23
9.14.6 Convertidores de energía eléctrica.....	23
9.14.7 Tipos de convertidores.....	24
9.15 Ventajas de la electrónica de potencia.....	26
10 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	27
10.1.1 Módulo de fuente de alimentación variable AC/DC	27
10.1.2 Módulo Controlador PWM DC/DC.....	29
10.1.3 Módulo Inversor DC/AC	31
10.1.4 Controlador de fase AC/AC.....	33
10.1.5 Hipótesis	36
10.1.6 Pregunta científica	36
11 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	36
11.1 Aplicaciones del microcontrolador como dispositivo de control de potencia.	36

11.2 Estructura modular.....	36
11.2.1 Fuente variable.....	37
11.2.2 Control de velocidad y luminosidad PWM.....	38
11.2.3 Módulo inversor DC/AC	40
11.2.4 Módulo control de fase	42
11.3 Validación del módulo.....	44
12 Presupuesto para la ejecución del proyecto	45
13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
13.1 Conclusiones.....	46
13.2 Recomendaciones	46
14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
15 ANEXOS	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de estudiantes que reciben la materia de electrónica de potencia.	2
Tabla 2: Número de estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica.	3
Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.	4
Tabla 4: Lista de módulo de fuente variable.	27
Tabla 5: Materiales para el módulo controlador DC.	29
Tabla 6: Materiales para el módulo inversor.	31
Tabla 7: Materiales para el circuito control de fase AC/AC.	34
Tabla 8: Presupuesto del proyecto final.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura y simbología de un tiristor.....	10
Figura 2: Curva característica de un diodo de potencia.....	13
Figura 3: Simbología de un tiristor.....	14
Figura 4: Simbología del mosfet	15
Figura 5: Tiristor tipo IGBT.	16
Figura 6: Estructura de un convertidor de potencia.....	17
Figura 7: Circuito rectificador	20
Figura 8: Rectificador de media onda.....	21
Figura 9: Rectificador de onda completa.....	22
Figura 10: Rectificador de onda completa tipo puente doble.....	22
Figura 11: Rectificador controlado.....	23
Figura 12: Circuito convertidor de energía.....	24

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1: Beneficios de la electrónica de potencia.	26
Imagen 2: Circuito fuente variable.	28
Imagen 3: Diseño de cargas de una fuente variable.	29
Imagen 4: Circuito controlador DC.	30
Imagen 5: Diagrama de carga del control DC.	31
Imagen 6: Circuito inversor DC/AC.	32
Imagen 7: Diagrama de carga del inversor.	33
Imagen 8: Circuito inversor AC/AC.	35
Imagen 9: Diagrama de carga del control de fase.	35
Imagen 10: Forma de onda en AC/DC.	37
Imagen 11: Corriente rectificada DC.	38
Imagen 12: Corriente que pasa por la parte de filtrado.	38
Imagen 13: Forma de onda de carga y descarga.	39
Imagen 14: Ancho de pulso.	40
Imagen 15: Onda cuadrada DC.	41
Imagen 16: Forma de onda en la parte positiva y negativa.	41
Imagen 17: Sumatoria de onda positiva y negativa.	42
Imagen 18: Forma de onda en corriente alterna.	42
Imagen 19: Control del ancho de pulso en corriente alterna.	43
Imagen 20: Forma de onda al regular la corriente.	43
Imagen 21: Practicas del módulo didáctico con los estudiantes.	44

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Implementación de un módulo didáctico multifuncional para la asignatura de electrónica de potencia”

Fecha de inicio:	Octubre del 2021
Fecha de finalización:	Marzo del 2022
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social
Equipo de trabajo:	Flores Jacome Evelyn Valeria Sillagana Guano Alex Vladimir
Tutor del Proyecto:	M. Sc. Johnatan Israel Corrales Bonilla
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Procesos Industriales
Sub líneas de investigación de la carrera:	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos
Núcleo Disciplinar:	Conversión de Energía

2 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto a ejecutar está basado en el proceso de estudio que ayudará a los estudiantes a interpretar de mejor manera los circuitos de potencia, de esta manera se contribuirá de manera positiva al desarrollo tecnológico del taller de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, además se ayudará a hacer que las clases sean más didácticas y entretenidas, de esta manera se enriquecerá el conocimiento práctico de los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica. Se realizará cuatro circuitos importantes como son: el circuito PWM con un integrado 555 donde se controlará la velocidad de un motor de corriente directa, el cual hará la función de convertir la corriente directa en corriente directa DC-DC, se conectará una fuente de alimentación; donde se convertirá la corriente alterna en corriente directa AC-DC, además se incorporará un circuito control de fase, el cual controlará el arranque de un motor de corriente alterna AC-AC, y finalmente un circuito inversor donde se transformará la corriente directa en corriente alterna DC-AC.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El propósito de este proyecto es conocer el funcionamiento y las aplicaciones del módulo de dispositivos electrónicos de potencia para el fortalecimiento del conocimiento por medio de la práctica en los estudiantes de la carrera de Electromecánica. De esta manera se obtendrá un impacto positivo en los estudiantes debido a que experimentarán de manera práctica lo teórico contribuyendo en el desarrollo tecnológico de los futuros profesionales que el catedrático imparta de manera teórica, de esta manera se contribuirá al desarrollo tecnológico para obtener profesionales de excelencia.

Se dará una solución a una problemática que tiene los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná como es, la falta del desarrollo práctico, los circuitos solamente se los conoce de manera teórica y no práctica, además de aquello no se conoce el comportamiento de un circuito, sus cargas, la dirección, trabajo; es por ello que se implementará el módulo didáctico para la asignatura de electrónica de potencia. De esta manera mejorar el conocimiento por medio de la realización de prácticas en el laboratorio. El módulo está compuesto de cuatro circuitos el circuito PWM con un integrado 555, circuito fuente de alimentación, circuito control de fase, circuito inversor donde se pueda manipular la corriente directa y transformar en alterna.

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la falta de equipamiento en el laboratorio se ha visto la necesidad de construir módulos didácticos en diferentes disciplinas como neumática, hidráulica, electricidad, electrónica etc. Este proyecto se concentra en implementar un módulo para la materia de electrónica de potencia. Es importante la realización del proyecto para ayudar al equipamiento del laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná, además establecer mejoras en la práctica de los estudiantes de la carrera de Electromecánica, para así lograr una mejora en el ámbito profesional. Los módulos didácticos facilitan el aprendizaje ya que un circuito eléctrico de potencia realizado de manera teórica se observará su funcionamiento y comportamiento, de esta manera poder comparar los resultados obtenidos y analizar los diagramas. Al implementar el módulo el docente brindará una cátedra mucho más interesante incentivando al estudiante a seguir con la carrera ya que abre muchas oportunidades en el campo laboral.

5 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Este proyecto tiene un impacto social importante para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná y los docentes de la carrera ya que con la creación de módulos didácticos el proceso de formación de estudiantes será de mejor manera así se contribuirá a una mejor calidad de profesionales, se tiene dos tipos de beneficiarios los cuales son:

5.1. Beneficiarios directos:

Son los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería electromecánica, los estudiantes entenderán de manera práctica lo que el docente imparta de manera teórica, y los docentes avanzarán sin ningún problema el silabo establecido en cada semestre.

Tabla 1: Número de estudiantes que reciben la materia de electrónica de potencia.

Hombres	Mujeres	Total
33	2	35

Fuente: Dirección de la carrera de Electromecánica.

5.2. Beneficiarios indirectos:

La carrera de Ingeniería en Electromecánica

Tabla 2: Número de estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica.

Hombres	Mujeres	Total
257	20	277

Fuente: Dirección de la carrera de Electromecánica.

6 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

6.1. Planteamiento del problema

En la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná no existe un laboratorio o taller para realizar diferentes tipos de prácticas, además no se puede hacer las practicas porque no hay los instrumentos adecuados para realizar, es por eso la necesidad de implementar el módulo didáctico de circuitos eléctricos de potencia en la carrera y con eso se ayudará a fortalecer el conocimiento y vayan a la par tanto el estudio teórico y el estudio práctico.

6.2. Delimitación del problema

El presente proyecto se ejecutará para el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná. El tiempo de ejecución es desde el mes de octubre del 2021 a marzo del 2022.

7 OBJETIVOS

7.1. Objetivo General

- Implementar un módulo de dispositivos electrónicos de potencia para el mejoramiento de prácticas en la carrera de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná.

7.2. Objetivo Específicos

- Analizar diferentes tipos de dispositivos electrónicos de potencia utilizados en la asignatura de electrónica.
- Diseñar los circuitos electrónicos de potencia mediante el software proteus.
- Implementar los módulos didácticos de electrónica de potencia.

- Realizar las pruebas necesarias con el equipo adecuado para analizar el comportamiento de los circuitos.

8 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Metodología
Analizar diferentes tipos de dispositivos electrónicos de potencia utilizados en la asignatura de electrónica.	Recopilar información necesaria de distintas fuentes acerca de los dispositivos electrónicos.	Variedad de circuitos integrados y sus aplicaciones con los dispositivos electrónicos.	Investigación bibliográfica.
Diseñar los circuitos electrónicos de potencia mediante el software de proteus.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el diseño electrónico y simulación de los circuitos que integran módulo de potencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de los circuitos de potencia con PWM, TRIAC, SCR, Fuente de alimentación, control de fase y un inversor controlado. 	Investigación bibliográfica. Investigación de campo.
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la simulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que todos los circuitos funcionen de manera correcta. 	

Implementar el módulo didáctico de electrónica de potencia.	Diseñar y ensamblar los circuitos de potencia.	Módulos listos para la implementación.	Investigación bibliográfica. Investigación de campo.
Realizar las pruebas con el osciloscopio, para observar sus ondas.	Conectar el osciloscopio cuando los circuitos estén funcionando.	Resultados y conclusiones del funcionamiento del módulo didáctico.	Investigación bibliográfica. Investigación de campo.

Fuente: Realizado por los autores.

El módulo didáctico tiene partes muy importantes y su funcionamiento dependerá del tipo de circuito que se elija para la ejecución del módulo, los componentes a funcionar será dos motores el uno de corriente alterna y el otro de corriente directa y además de una lámpara todos estos componentes los controlaremos por el módulo, para la construcción de los módulos se cotizará el precio y su calidad como componentes principales tenemos el PWM con un circuito integrado 555, una fuente de alimentación, un control de fase y un inversor controlado. Una vez diseñado y ejecutado los circuitos se imprimirá para realizar el ensamblaje de los demás componentes una vez realizado esto proceder a la ejecución de la carcasa del módulo entonces unimos todos los componentes para hacer funcionar los módulos, finalmente recogemos los resultados mediante un instrumento de medición electrónica como es el osciloscopio donde observaremos las ondas su forma y comportamiento de esta manera tendremos las conclusiones de los módulos didácticos de electrónica de potencia.

9 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

9.1 Evolución de la electrónica de potencia

La historia de la electrónica de potencia nace por el año 1900 con el inicio de estudio del rectificador de arco de mercurio. Posteriormente el rectificador de tanque metálico, tubo de vacío controlado por la rejilla, el fanotrón y el tiratrón; son los que se ocupaba para el control de potencia hasta aproximadamente 1950. La electrónica comienza en 1948 con la creación del transistor de silicio en Bell Telephone Laboratories, que es una compañía estadounidense de investigación y

desarrollo científico; Bardeen, Brattain y Schockley fueron los creadores de dicho transistor, gran parte de la tecnología moderna en la electrónica avanzada surge a partir de ese invento. La microelectrónica ha evolucionado con el pasar de los años partiendo de los semiconductores de silicio, posteriormente en el año 1956 en el laboratorio Bell se inventa el transistor de disparo PNP y se le definió como tiristor o rectificador controlado de silicio SCR. Después de ello llega la segunda revolución electrónica que inicia en el año 1958, por desarrollar el tiristor comercial por la General Electric Company ya que fue el comienzo de una nueva era de la electrónica de potencia (Rashid, 2004).

Durante muchos años ha surgido la necesidad de controlar la potencia eléctrica en los sistemas de tracción y los controladores industriales impulsados por motores eléctricos; esto ha llevado a un rápido desarrollo del sistema Waed-Leonard con el objetivo de obtener un voltaje de corriente directa variable. La electrónica de potencia ha evolucionado la idea de control para conversión de potencia y el control de motores eléctricos, la electrónica de potencia intercala la energía, la electrónica y el control. El control es la encargada de la norma permanente y las características dinámicas de los sistemas de lazo cerrado. La energía está ligada con el equipo de potencia estática y rotativa o giratorio, para generar transmisión y distribución de energía eléctrica. La electrónica se ocupa de los dispositivos y circuitos de estado sólido requeridos en el procedimiento de las señales para cumplir con los objetivos de control que la persona requiera. La electrónica de potencia se la define como la aplicación de la electrónica de estado sólido para el control y la conversión de la energía eléctrica. La electrónica de potencia se basa en el primer término, el intercambio de dispositivos semiconductores de potencia con el desarrollo de la tecnología de los semiconductores de potencia las capacidades del manejo de la energía y la velocidad de conmutación de los dispositivos de potencia han mejorado rotundamente. El avance de la tecnología de los microprocesadores-microcomputadoras tiene un impacto sobre el control y la síntesis de la estrategia de control para los dispositivos semiconductores de potencia. El equipo de electrónica de potencia moderna utiliza: semiconductores de potencia, microelectrónica, que tiene el poder y la inteligencia del cerebro (Rashid, 2004).

9.2 Definición de la electrónica de potencia

La electrónica de potencia se define como el campo de la electrónica que se encarga del tratamiento y transformación de señales procurando que las pérdidas energéticas sean las mínimas posibles.

Los circuitos electrónicos de potencia convierten la energía eléctrica de un tipo en otro mediante la utilización de diferentes dispositivos electrónicos semiconductores actuando como interruptores, para controlar o modificar una tensión o una corriente. Las aplicaciones de los circuitos electrónicos de potencia abarcan desde los equipos de conversión de alta potencia, como los sistemas de transmisión de corriente continua (DC), hasta aparatos de uso común, como, por ejemplo, las fuentes de alimentación de los ordenadores portátiles. La electrónica de potencia incluye aplicaciones en la que los circuitos procesan o trabajan con rangos desde mili vatios hasta los megavatios. El diseño de los equipos de conversión de potencia precisa de numerosas disciplinas de la ingeniería eléctrica. La electrónica de potencia incluye aplicaciones de la teoría de circuitos, la teoría de control, electrónica, electromagnetismo, microprocesadores para el control de la conversión. Los avances conseguidos en la capacidad de conmutación de los semiconductores, combinados con el interés de mejorar el rendimiento y las prestaciones de los diferentes dispositivos han convertido a la electrónica de potencia un área de la ingeniería electrónica de rápido crecimiento. Los diferentes dispositivos que se utilizan en la electrónica de potencia, se pueden reducir al concepto de interruptor electrónico. El interruptor electrónico se caracteriza por tener dos estados, activado y desactivado, lo que idealmente se corresponde con un cortocircuito y un circuito abierto, respectivamente. Las aplicaciones que utilizan dispositivos de conmutación son muy interesantes debido a sus bajas pérdidas de potencia. Cuando un interruptor es ideal, la tensión de conmutación o la corriente de conmutación serán nulas, es decir la potencia absorbida por el interruptor será también nula. Los dispositivos reales absorben algo de potencia cuando están en conducción y cuando tienen lugar a transiciones entre los estados de conducción y no conducción, aunque el rendimiento del circuito puede ser bastante alto (Alarcón, 2020).

9.3 Fundamentos de la electrónica de potencia

El fundamento de la electrónica de potencia está bien establecido. Sin embargo, las características de los dispositivos se reestablecen continuamente y se agregan nuevos diseños. En la electrónica de potencia se usa el método, empezando de abajo hacia arriba, que interpreta primero las características de conversión de dispositivos, después sus aplicaciones, la electrónica de potencia permite aplicar y transformar la energía eléctrica para distintos fines como alimentar controladamente otros equipos, transformar la energía eléctrica de continua a alterna o viceversa, y controlar la velocidad y el funcionamiento de máquinas eléctricas. Esto incluye tanto aplicaciones

en sistemas de control, sistemas de compensación de factor de potencia y de armónicos como para suministro eléctrico a consumos industriales o incluso la interconexión de sistemas eléctricos de potencia de distinta frecuencia (Rashid, 2004).

9.4 Importancia de la electrónica de potencia

Electrónica de potencia es la parte de la electrónica encargada del estudio de dispositivos, circuitos, sistemas y procedimientos para el procesamiento, control y conversión de la energía eléctrica. La electrónica de potencia se ha introducido de lleno en la industria en aplicaciones como las fuentes de alimentación, cargadores de batería, variadores de velocidad de motores. Es la electrónica industrial quien estudia la adaptación de sistemas electrónicos de potencia a procesos industriales. Siendo un sistema de potencia aquel circuito electrónico que se encarga de controlar un proceso industrial, donde interviene un transvase y procesamiento de energía eléctrica entre la entrada y la carga, formado por varios convertidores, transductores y sistemas de control, que van evolucionando y creciendo constantemente (Gómez, 2019).

9.5 Componentes de base en la electrónica de potencia

Los componentes semiconductores de potencia que vamos a caracterizar se pueden clasificar de acuerdo a su grado de controlabilidad los más importantes para la evolución de la tecnología son:

9.5.1 Diodos

Estado de ON y OFF controlables por el circuito de potencia.

Es el elemento semiconductor formado por una sola unión PN, son dispositivos unidireccionales, no pudiendo circular corriente en sentido contrario al de conducción. El único procedimiento de control consiste en invertir la tensión ánodo cátodo, no disponiendo de ningún terminal de control los diodos tienen dos tipos de recuperación de corriente:

- **Recuperación inversa:** La transición de conducción a bloqueo no es instantánea, cuando los diodos conducen la corriente continua, el área central de la unión está saturada con la mayor parte del portador, y aunque un circuito externo obliga a eliminar la corriente aplicando un voltaje inverso, cuando la corriente pasa de cero, todavía tienen portadores que cambian la dirección del movimiento y permiten la conducción de corriente inversa durante el tiempo de recuperación inversa (t_{rr})(Reyes Pérez & Moya Velasco, 2018).

- Recuperación de transición: Esta es otra histéresis menos importante que la anterior, cuando el diodo pasa del estado bloqueado al conductor, durante la transición al estado de conducción, la respuesta del diodo es inicialmente bloqueada a eléctrica. Es esta respuesta la responsable de la sobretensión VFP, provocada por la modulación de la conductividad del diodo durante la inyección de portadores minoritarios. Por lo tanto, el diodo parece una resistencia cuyo valor disminuye con el tiempo. Esta resistencia equivalente está relacionada con la concentración del portador minoritario inyectado. Por lo tanto, VFP depende del ancho y la resistividad de la región central del diodo (Reyes Pérez & Moya Velasco, 2018).

9.5.2 Tiristores

El tiristor, originalmente diseñado como un equivalente estático para reemplazar el tiristor de gas, se está estableciendo rápidamente en una variedad de campos, es importante de los tiristores, además de la conmutación pura y simple, la transformación de la velocidad del motor y la división. de luz, de hecho, el tiristor permanece normalmente bloqueado hasta el momento en que es conductor actuando sobre su electrodo de disparo, este momento se puede ajustar con alta precisión, el paso de las magnitudes deseadas de corriente a su valor medio. Básicamente, existen dos posibles modos de funcionamiento, por ejemplo, onda AC rectificadas; gracias a los tiristores, es posible dejar pasar algunos cambios bloqueando otros (Lilen, 1973, p. 59).

9.5.3 La familia de los tiristores

Tiristor hace referencia a toda una familia de elementos semiconductores que son similares, en principio, a las antiguas válvulas "thyatron", por lo que el nombre tiristor deriva precisamente de la contracción de thyatron y transistores. El tiristor tiene dos estados estables dependiendo del efecto de retroalimentación de las uniones en la estructura PNPN; estas uniones pueden ser dos o más, y los elementos pueden ser unidireccionales o bidireccionales, con dos o más terminales, distinguiéndose así los "diodos" de dos terminales de los "diodos" de tres terminales y los "cuadripolares" de cuatro terminales (Lilen, 1973).

Dentro de esta gran familia cabe distinguir:

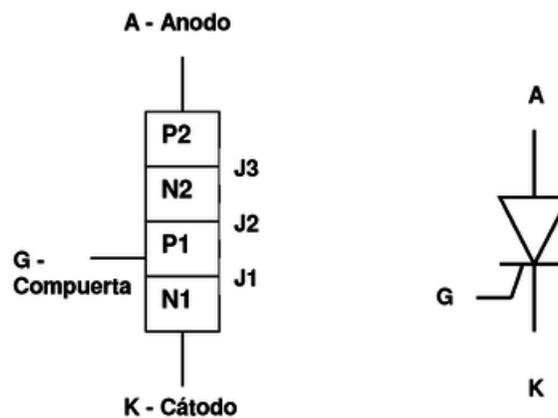
- Los tiristores propiamente dichos.
- Los triacs.
- Los fototiristores o tiristores fotosensibles.

- Los tiristores bloqueables.
- El conmutador unilateral de silicio “SUS”, “silicon unilateral switch”.
- El conmutador bilateral de silicio “SBS”, “silicon bilateral switch”.
- El tiristor tetrodo de dos electrodos de mando “SCS”, “silicon controlled switch”.
- El diodo shockley o también llamado diodo tiristor de cuatro capas.

9.5.4 Estructura de un tiristor

La estructura de un tiristor nos ayudará a explicar los fenómenos involucrados en el experimento. Esta estructura se puede convertir en un diagrama eléctrico para que se entienda el encendido del dispositivo, incluso si el dopaje de las capas de silicio del tiristor lo hace incompatible con este montaje con las dos bombillas Semiconductor. Un tiristor es un dispositivo semiconductor de cuatro capas de estructura PNPN con tres uniones PN que tienen tres terminales: ánodo, cátodo y puerta, los tiristores se producen por difusión, cuando el voltaje en el ánodo resiste debe ser positivo para las uniones catódicas J1 y J3 con polarización directa o inversa, se puede ver en la figura 1.(Rashid, 2004)

Figura 1: Estructura y simbología de un tiristor.



Fuente: <https://www.google.com/search?q=estructura+de+un+tiristor&rlz>

9.5.5 Aplicaciones de la electrónica de potencia

La necesidad de control de energía eléctrica para sistemas de tracción de motores eléctricos y controladores industriales ha existido durante muchos años, se ha convertido en el desarrollo de la industria, la electrónica de potencia sin duda ha logrado un desarrollo que sobresale en una gran

variedad de productos de alta potencia, incluidos controles de calefacción, iluminación controles, accionamientos de motores, fuentes de alimentación, sistemas de propulsión de vehículos y sistemas de corriente continua de tensión alta. La electrónica de potencia es una de las ramas de la ingeniería eléctrica donde se utiliza principalmente en fábricas y talleres donde se utilizan dispositivos de control de grandes consumidores de energía, sistemas electrónicos de potencia, en cualquier tipo de equipo donde se requiera otra fuente de alimentación. puede ser alimentado por la red eléctrica (Ponce, 2017).

Como se mencionó anteriormente, las aplicaciones de la electrónica de potencia son innumerables. Además de los ya mencionados, destacan los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIUPS), sistemas de control del factor de potencia, balastos electrónicos para iluminación de alta frecuencia, entre fuentes de energía renovables y red eléctrica, etc. Las líneas de investigación actuales apuntan a integrar dispositivos eléctricos y de control en un solo chip, reduciendo costos y escalando sus aplicaciones potenciales. Sin embargo, existen dificultades a superar tales como el aislamiento entre el área de trabajo de alta tensión y los circuitos de control, así como la disipación de la potencia perdida (Alarcón, 2020).

9.5.6 Dispositivos semiconductores de potencia

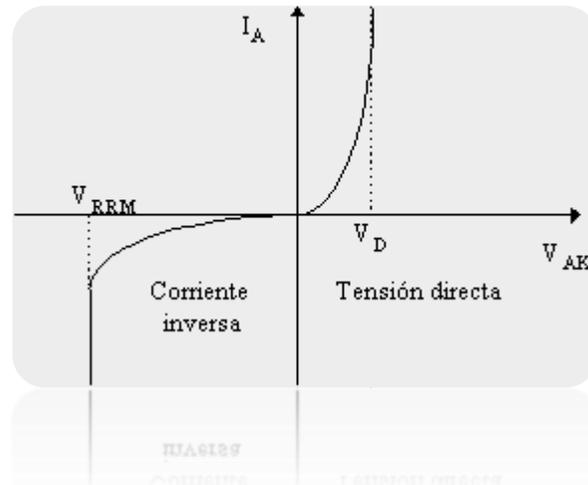
La selección de dispositivos de potencia para una aplicación dada depende no solo de los niveles de corriente y voltaje requeridos, sino también de las características de conmutación. La velocidad de conmutación y la pérdida de potencia asociada son dos factores muy importantes en los circuitos electrónicos de potencia. A continuación, se analizarán los dispositivos más importantes utilizados en estos circuitos. Desde el desarrollo del primer tiristor de control SCR a fines de 1957, se han logrado grandes avances en los dispositivos semiconductores de potencia, hasta 1970 el tiristor convencional se usó de una manera única para el control de potencia en aplicaciones industriales, durante la década de 1970 varios tipos de dispositivos semiconductores de potencia se desarrollaron y estuvieron disponibles comercialmente y se pueden dividir en cinco categorías principales: 1) Diodos de potencia 2) Tiristor 3) Transistor bipolar de fuente conectada) Módulo de potencia 5) Transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) y transistor de inducción estática (SIT) (Castillo, 2017).

9.5.7 Diodos de Potencia

Este dispositivo tiene algunas diferencias estructurales con respecto a los diodos de señal pequeña, pueden bloquear voltajes de decenas de miles de voltios y corrientes de miles de amperios, se usan en rectificadores de engranajes, momento de inercia en regulador de conmutación Tiene carga condensador de inversión, aislamiento de tensión y recuperación de la energía atrapada en el circuito de potencia. Los transistores de potencia se pueden clasificar en cuatro grandes categorías: transistores de unión bipolar (BJT), transistores de efecto de campo de semiconductores de óxido de metal (MOSFET); transistores inductivos estáticos (SIT); Transistor bipolar de puerta aislada (IGBT)(Ferrerías, 2020).

Un diodo eléctrico tiene dos terminales, uno negativo y otro positivo. Los diodos de potencia vienen en tres tipos: propósito general, alta velocidad (o recuperación rápida) y schottky. Diodos de uso general. O la aplicación general puede alcanzar 6000A y 500A, la potencia del diodo de recuperación rápida puede alcanzar 6000V y 1000A. Los tiempos de recuperación rápidos son esenciales para la conversión de alta frecuencia de los convertidores de potencia. Los diodos Schottky suelen tener un voltaje bajo desde el estado encendido (o conductor) y tiempos de recuperación muy cortos de solo nanosegundos. La corriente de fuga, o corriente de parada, aumenta con la clasificación de sobre voltaje y su clasificación está limitada a 100 V y 300 A. pequeña, en el caso normal de 0,5 a 102 V. Si el voltaje del cátodo es mayor que el voltaje del ánodo, se dice que el diodo está bloqueado. El transistor BJT tiene tres regiones activas: región de corte de señal, región lineal y región de saturación; en la región de corte está el momento en que la corriente de base es cero y la corriente de colector tiene un valor muy bajo que puede soportar una tensión colector-emisor alta; en la región lineal el transistor actúa como amplificador, no se usa en aplicaciones eléctricas porque no corresponde al modo de operación como interruptor y en la región de saturación la corriente de colector es alta y hay una caída de tensión muy fuerte entre colector y emisor por lo que la disipación de energía es muy baja(Factory, 2017).

Figura 2: Curva característica de un diodo de potencia.



Fuente: <https://www.uv.es/marinjl/electro/diodo.html>

Los MOSFET de fuente son un dispositivo controlado por voltaje, ya que tiene una impedancia de entrada muy alta en la electrónica de potencia, se pueden utilizar con voltajes superiores a 1000 V si la corriente que circula por ellos es baja y superiores a 100 A si el voltaje también es bajo. . . El transistor de inducción estática (SIT) es un dispositivo JFET único de alta potencia y alta frecuencia, a excepción de la estructura de compuerta enterrada vertical, con aplicaciones de frecuencia de audio público y de bajo ruido, baja distorsión y alta capacidad. El transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) combina las ventajas de BJT y MOAFET y es por eso que tienen una alta impedancia de entrada como MOSFET y baja pérdida de conducción como BJT; Gracias a estas características, su aplicación es muy amplia, como en alimentación, protección de circuitos, activación y desactivación de píxeles en la pantalla de la computadora, control de motores por cambios de amplitud y frecuencia y onda sinusoidal aplicada al motor, el IGBT emite un pulso modulado en amplitud y ancho, el lastre de una lámpara fluorescente, ya que la frecuencia del pulso producido en el rango del oído humano también se utiliza en compresores de aire acondicionado o refrigeradores (Tébar-Martínez, 2017).

Dependiendo de las aplicaciones, existen varios tipos de diodos:

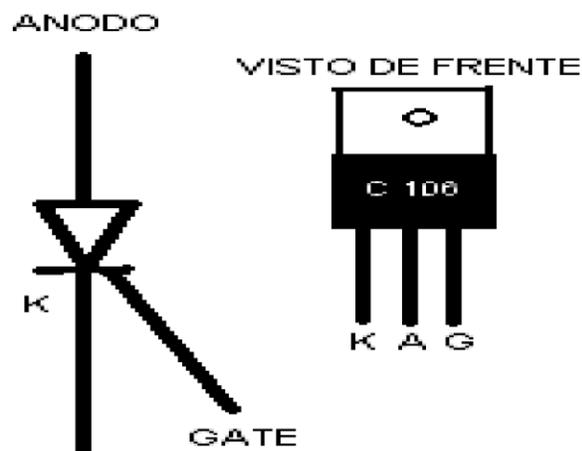
- Diodos Schottky. Se utilizan cuando se requiere una caída de tensión directa muy pequeña (típicamente 0,3 V) para circuitos con baja tensión de salida. Tienen una capacidad limitada para sujetar el voltaje a 50-100 V.

- Diodos de recuperación rápida. Son adecuados para circuitos de alta frecuencia combinados con interruptores controlables donde se requieren tiempos de recuperación cortos. Para unos pocos cientos de voltios y unos pocos cientos de amperios, estos diodos tienen un trr de unos pocos microsegundos.
- Diodos de frecuencia de línea. El voltaje de estado ON de estos diodos es lo más pequeño posible y, por lo tanto, tienen un trr grande, que solo es aceptable en aplicaciones de frecuencia de línea. Estos diodos son capaces de bloquear varios kilovoltios y conducir varios kiloamperios. Conectividad en serie y/o paralelo para adaptarse a cualquier rango de voltaje o corriente (Hurtado, 2017).

9.5.8 Tiristores

El tiristor es un componente ideal en la electrónica de potencia, originalmente también conocido como el equivalente estático para reemplazar los tiristores de gas, se estableció rápidamente en varios campos, el más importante de los cuales es la conmutación pura y simple, atenuación del motor y atenuación de la luz. El tiristor normalmente permanece bloqueado mientras no lo haga conductor actuando sobre su electrodo de disparo. Dado que en este punto se puede fijar con cualquier precisión, es posible controlar a voluntad el amperaje al valor medio. Existen principalmente dos modos de funcionamiento, por ejemplo, una onda AC rectificada que, gracias al tiristor, no puede dejar pasar más que unos pocos modos alternos, bloqueando otras ondas (Lilen, 1973).

Figura 3: Simbología de un tiristor.



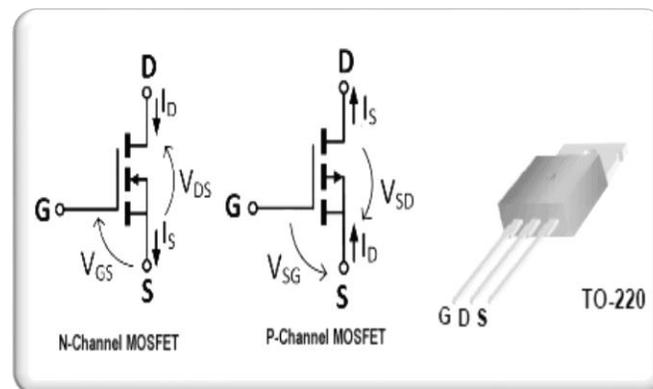
Fuente: <http://www.matte.cl/wp-content/uploads/2016/11/Apunte->

9.6 Mosfet de potencia

Un transistor de efecto de campo de óxido de metal o MOSFET es un transistor que se utiliza para amplificar o convertir una señal electrónica. Es el transistor más utilizado en la industria de la microelectrónica, ya sea en circuitos analógicos o digitales, aunque los transistores de unión bipolar alguna vez fueron mucho más comunes. Casi todos los microprocesadores comerciales se basan en transistores MOSFET. El MOSFET es un dispositivo de cuatro terminales llamado fuente (S), drenaje (D), puerta (G) y sustrato (B). Sin embargo, la base suele estar conectada internamente a la terminal de alimentación y por esta razón se puede encontrar un MOSFET de tres terminales.

El término "metal" en el nombre MOSFET ahora es incorrecto ya que el aluminio como material de puerta hasta que a mediados de la década de 1970 fue reemplazado por polisilicio debido a su capacidad para formar puertas autoalineables. Las puertas de metal están ganando popularidad nuevamente, porque es difícil acelerar la operación del transistor sin usar componentes metálicos en la puerta. El transistor de efecto de campo de puerta aislada o IGFET es un término relacionado equivalente a MOSFET. El término IGFET es más inclusivo porque muchos MOSFET usan puertas no metálicas y aisladores de puerta sin óxido. Otro dispositivo relacionado es el MISFET, que es un transistor de efecto de campo semiconductor aislante de metal (Gómez Pardillo, 2017).

Figura 4: Simbología del mosfet.

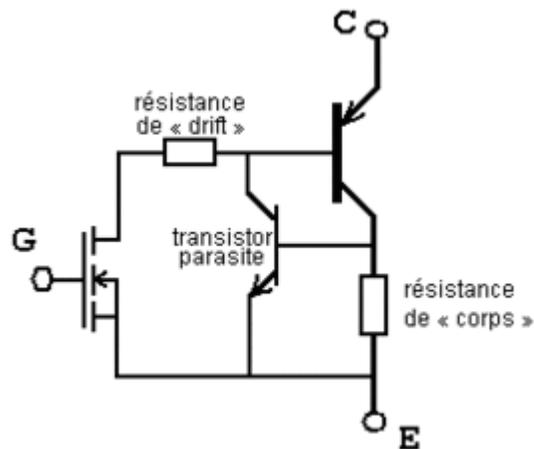


Fuente: <https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/imagenes/2012/11/mosfetscapsula.gif>

Transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) y transistores inductivos estáticos (SIT). El transistor IGBT es adecuado para velocidades de conmutación de hasta 100 kHz y ha reemplazado al BJT en muchas aplicaciones. Se utiliza en aplicaciones de alta y media potencia como fuentes de alimentación conmutadas, control de tracción en motores y cocinas de inducción. El módulo

IGBT grande consta de múltiples dispositivos en paralelo que pueden manejar altas corrientes del orden de cientos de amperios con un voltaje de sujeción de 6000 voltios. El IGBT se puede diseñar como un transistor Darlington híbrido. Tiene la capacidad de manejo de corriente de un dipolo, pero no requiere corriente de base para mantenerse. Sin embargo, la transición fundamental puede ser igual de alta (Lilen, 1973).

Figura 5: Tiristor tipo IGBT.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Transistor_IGBT

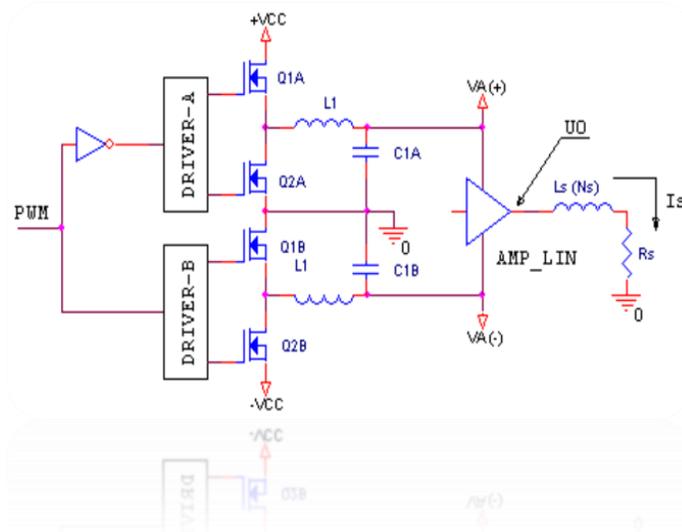
Maneja más potencia los segundos son más lentos que ellos y viceversa que los primeros. Este es un dispositivo de conmutación en un sistema de alto voltaje. El voltaje de activación de la puerta es de aproximadamente 15 V. Esto brinda la ventaja del control del sistema de energía al aplicar una señal de entrada eléctrica muy baja a la puerta(Lilen, 1973).

9.7 Convertidores de potencia

En primer lugar, para entender qué es un convertidor de potencia, hay que pensar en dos cosas muy importantes y básicas: la carga y la tensión de alimentación. La fuente de tensión de la fuente de alimentación puede ser de corriente continua (CC) o de tensión alterna (CA) y la carga es el elemento que consume tensión. Por su parte, el bloque intermedio entre estos dos elementos es el convertidor de potencia que toma la tensión de la fuente y la transforma, la regula y la restituye a la carga. En los últimos años, los convertidores de conmutación han ganado importancia y popularidad debido a los recientes avances en la tecnología de semiconductores. Estos interruptores

electrónicos están disponibles hoy en día con velocidades de conmutación muy altas y capacidades de manejo de potencia muy altas (Ferrerías, 2020).

Figura 6: Estructura de un convertidor de potencia.



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Estructura-del-convertidor-de-potencia-clase-H-B-Estructura-del-control-del_fig1_263512036

9.8 Convertidor de potencia

Para controlar una fuente de alimentación, es necesario convertirla, y las características de conmutación del equipo fuente permiten dicha conversión, los circuitos convertidores de potencia pueden clasificarse de acuerdo con su descripción funcional y pueden realizar una o más de las siguientes funciones:

- Inversión (C.D.-C.A.).
- Ciclo-conversión (C.A.-C.A. a diferentes frecuencias) controladores de C.A. (C.A.-C.A. a las mismas frecuencias).
- Conversión (C.D.-C.D.).
- Rectificación (C.A.-C.D.).

Convertidores de potencia de C.D.

Un convertidor de CC. puede considerarse equivalente a un transformador de corriente alterna. con una relación de rotación en constante cambio que, al igual que su relación analógica, se puede utilizar para aumentar o disminuir el voltaje en la fuente de alimentación; Los interruptores que se usan para procesar la energía desde la entrada hasta la salida son semiconductores que se usan en

configuraciones de conmutación, como las entradas de CC. y proviene de la etapa de post-filtración. Estos dispositivos normalmente funcionan a frecuencias por encima de la frecuencia de línea, varios cientos de kHz. Es por eso que estos circuitos de conversión de energía se denominan convertidores de CC o reguladores de conmutación. Para aplicaciones de alta frecuencia, se utiliza un regulador debido a que la principal aplicación comercial del circuito es en sistemas donde se requiere un voltaje de salida de CC estable y regulado dependiendo de si se usa un transformador de voltaje de salida o no (Alarcón, 2020).

9.9 Convertidor conmutado básico

Una alternativa más eficiente al regulador lineal es el convertidor de conmutación. En un convertidor de interruptor, el transistor actúa como un interruptor electrónico, completamente encendido o apagado (saturado o cortado para transistores bipolares BJT). Este circuito también se conoce como chopper DC. Dispositivo que permite controlar la corriente ON - OFF (conectar y desconectar) en circuitos eléctricos con cargas resistivas e inductivas. Permite controlar un circuito eléctrico desde 2 puntos diferentes.

- Sistema modular
- Tensión Nominal (VN): 125 / 250V~
- Corrientes Nominal (IN): 10^a

9.10 Convertidor reductor

En algunas aplicaciones, puede ser suficiente controlar el componente de CC de la salida de pulsos, pero el objetivo suele ser producir una salida de CC pura. Una forma de obtener una salida continua en un circuito es insertar un filtro de paso bajo después del interruptor. El diodo proporciona un camino para la corriente de la bobina cuando el interruptor está abierto y tiene polarización inversa cuando el interruptor está cerrado. Este circuito se llama convertidor o convertidor reductor porque el voltaje de salida es menor que el voltaje de entrada. El convertidor reductor o buck es un convertidor de potencia, DCDC sin aislamiento galvánico, que tiene un voltaje menor en su salida que en su entrada. De diseño similar a un convertidor elevador, también es una fuente de alimentación conmutada con dos dispositivos semiconductores (transistor S y diodo D), un inductor L y posiblemente un condensador C en la salida. La forma más sencilla de reducir el voltaje de CC es usar un circuito divisor de voltaje, pero los circuitos divisores consumirán mucha energía en

forma de calor. Los convertidores reductores, por otro lado, pueden ser altamente eficientes (más del 95 % con circuitos integrados) y autorregulables (Lopez, 2021).

9.11 Convertidor elevador

Este es otro interruptor convertidor que funciona abriendo y cerrando periódicamente un interruptor electrónico. Se llama convertidor elevador porque el voltaje de salida es más alto que el voltaje de entrada. Cuando el ciclo de trabajo del interruptor alcanza la unidad, la salida se vuelve infinita. Los componentes reales y con pérdidas evitarán que la salida se vuelva infinita, las formas de onda de voltaje y corriente del convertidor aumentan. La corriente media en la bobina se calculará teniendo en cuenta que la potencia suministrada por la fuente debe ser igual a la potencia absorbida por la resistencia de carga (Ibarz Claret, 2020).

9.12 Convertidor cuk

La magnitud de la tensión de salida puede ser mayor o menor en la entrada, y polaridad inversa en la salida. La bobina de entrada actúa como un filtro para la alimentación de CC y evita la existencia de un alto contenido de armónicos. A diferencia de lo que ocurría en la topología del convertidor anterior, donde la transferencia de energía está asociada a la bobina, la transferencia de energía al convertidor Cuk dependerá del capacitor (Iglesias Alonso & others, 2021).

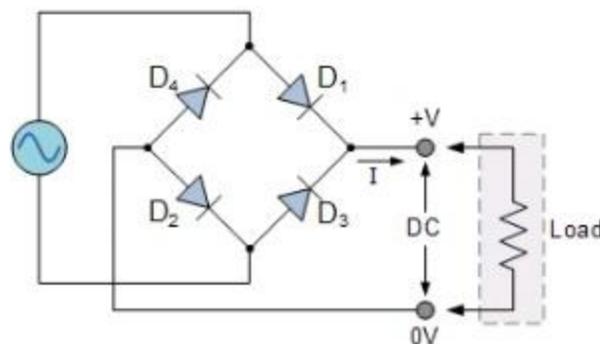
9.13 Controlador de voltaje de CA monofásico

Funcionamiento básico Controlador de voltaje monofásico básico. Los interruptores electrónicos utilizados son SCR conectados en anti paralelo. Esta disposición de SCR permite que la corriente fluya en ambas direcciones a través de la carga. Esta conexión de SCR se denomina anti paralelo o paralelo inverso porque los SCR conducen la corriente en direcciones opuestas, un triac es equivalente a dos SCR conectados en paralelo. El principio de funcionamiento de un regulador de voltaje C.A. monofásico controlado es similar al de un rectificador controlado de media onda en la sección, en este caso cambian las corrientes de carga positiva y negativa. La variación del regulador de voltaje se puede analizar de la misma manera que la de un rectificador controlado por C.A.(Ferrerías, 2020).

9.14 Rectificador

Un rectificador es un dispositivo electrónico que convierte la corriente alterna en corriente continua. Esto se hace utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, tubos de vacío o tubos de gas como los tubos de vapor de mercurio (actualmente no se utilizan). Según las características de la corriente alterna que utilizan, se clasifican en monofásicos, cuando se alimentan de una sola fase de la red eléctrica, o trifásicos, cuando se alimentan de tres fases. Según el tipo de rectificador, pueden ser de media onda, cuando se utiliza sólo un medio ciclo de la corriente, o de onda completa, cuando se utilizan ambos medios ciclos. El tipo más básico de rectificador es un rectificador monofásico de media onda, que consta de un solo diodo entre la fuente de alimentación de CA y la carga. En aplicaciones electrónicas, la entrada es una forma de voltaje de CA que se obtiene de la red de distribución pública proporcionada por la compañía eléctrica y debe convertirse a un voltaje de CC, por lo que se debe usar un regulador. Los rectificadores también se conocen como convertidores de corriente, ya que convierten la corriente alterna en corriente continua que, a su vez, controla cualquier circuito eléctrico (Iglesias Alonso & others, 2021).

Figura 7: Circuito rectificador.



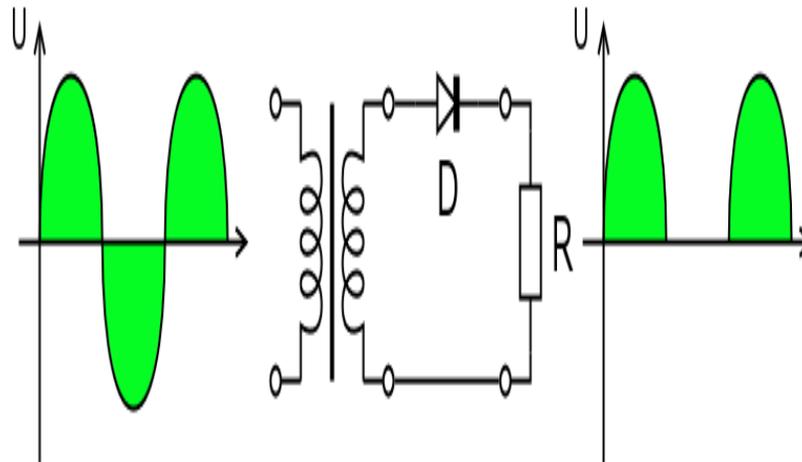
Fuente: <https://electronicaonline.net/circuito-electrico/que-es-un-puente-rectificador/>

9.14.1 Rectificador de media onda

La principal aplicación de los diodos es la producción de tensión continua de corriente alterna y los llamados rectificadores, un sistema rectificador típico consta de señales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia de suministro. Un circuito que genera un rectificador de media

onda, usando solo un amplificador operacional como seguidor de voltaje. El voltaje de entrada es positivo en polarización directa y puede ser reemplazado por un cortocircuito. Por otro lado, si el voltaje de entrada es negativo, el detiene el diodo en la dirección opuesta y puede ser reemplazado por un circuito abierto(Castillo, 2017).

Figura 8: Rectificador de media onda.

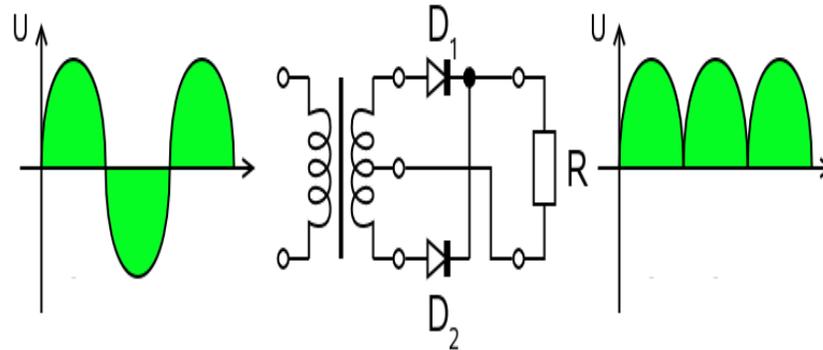


Fuente: <https://www.wikiwand.com/es/Rectificador>

9.14.2 Circuito rectificador de onda completa

Este circuito convierte completamente la forma de onda de entrada a una polaridad constante (positiva o negativa) en la salida, invirtiendo la relación negativa (o positiva) (medio ciclo) de la forma de onda. El rectificador de onda completa utiliza dos diodos con un transformador en el medio. El transformador convierte el voltaje AC de entrada a otro voltaje AC del valor deseado, este voltaje es rectificado en la primera media onda por los diodos D1 y en la segunda media onda con los diodos D2, que la carga R reciba un voltaje de cd muy impuro porque no está filtrado ni estabilizado. En este circuito tomamos el valor de potencial cero en la derivación intermedia del transformador(Anato, 2016).

Figura 9: Rectificador de onda completa.

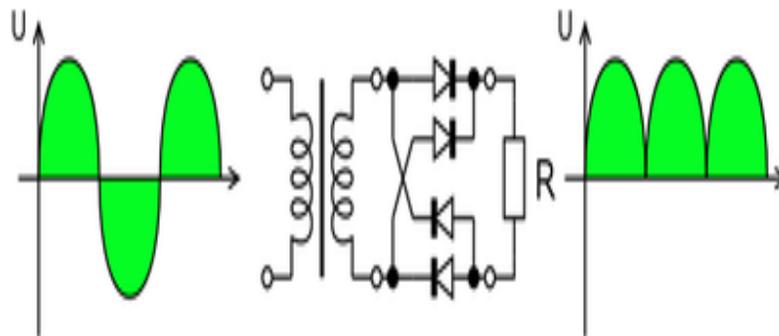


Fuente: <https://es.lambdageeks.com/full-wave-rectifier/>

9.14.3 Rectificador de onda completa de doble puente Gratz

Este es un rectificador de onda completa, a diferencia del anterior, solo se necesita usar un transformador si el voltaje de salida es diferente del voltaje de entrada. Para facilitar la explicación del funcionamiento de este circuito, el diodo colocado encima se denomina D1 y los diodos en orden descendente se denominan D2, D3 y D4. En la corriente alterna, donde el punto superior del devanado secundario del transformador es positivo con respecto al punto inferior de dicho devanado secundario, la corriente fluye de la siguiente manera: Punto superior del devanado secundario; Diodo D1 > () resistencia de carga R () y gt; Diodo D > punto bajo secundario. En el siguiente medio ciclo, cuando el punto alto del secundario sea negativo y el punto bajo sea positivo, será igual a: El punto bajo del secundario y gt; Diodo D2 > () Resistencia de carga R () y gt; Diodo D3 > punto superior del secundario (Anato, 2016).

Figura 10: Rectificador de onda completa tipo puente doble.

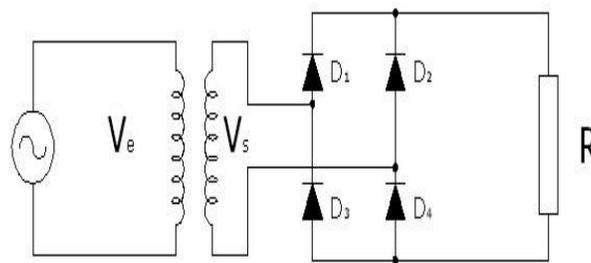


Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador>

9.14.4 Rectificador monofásico de onda completa controlado

También conocido como Convertidor Monofásico ACCC, donde está conformado por cuatro tiristores de conexión en puente, su principal característica es que puede ser totalmente controlado, maneja dos cuadrantes es decir puede alimentar y recibir energía en la carga resistiva que opera un rectificador monofásico totalmente controlado como un rectificador monofásico semiaccionado, es importante tener en cuenta que para las cargas resistivas el ángulo de disparo alfa es de 0 a 180 grados(Pérez, 2016).

Figura 11: Rectificador controlado.



Fuente: <https://electronicaonline.net/circuito-electrico/que-es-un-puente-rectificador/>

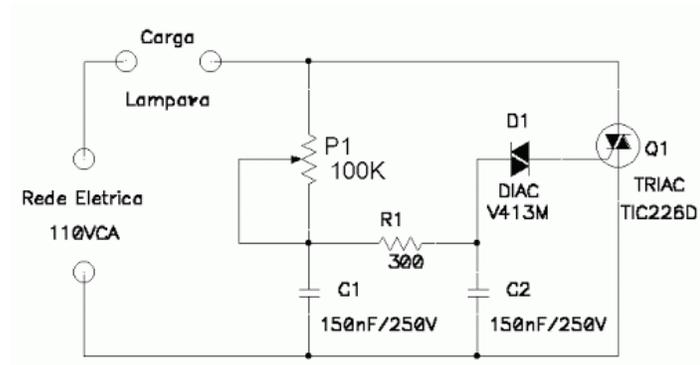
9.14.5 Rectificador síncrono

Hay aplicaciones en las que la caída de tensión directa en los diodos provoca una baja eficiencia en algunos circuitos D.C-D.C. Un rectificador síncrono reemplaza los diodos con transistores MOSFET, que están controlados por un circuito controlador que los impulsa cuando el voltaje se vuelve negativo.

9.14.6 Convertidores de energía eléctrica

La función principal de un convertidor de tensión es recibir y convertir toda la energía eléctrica que recibe el sistema. Un convertidor de potencia es un sistema o dispositivo electrónico cuyo propósito es convertir energía eléctrica entre dos formatos diferentes. Por ejemplo, tome la corriente continua de la corriente alterna. El concepto original de un convertidor puede ampliarse para incluir aspectos como: eficiencia, reversibilidad, nivel ideal, fiabilidad, volumen o tecnología por citar solo los más importantes(Ferreras, 2020).

Figura 12: Circuito convertidor de energía.



Fuente: <https://www.pngegg.com/es/png-esonv>

9.14.7 Tipos de convertidores

se puede clasificar de acuerdo con sus diferentes funciones. Uno de los usuarios más importantes es el grupo de acuerdo con la entrada y salida de energía. Principalmente y de acuerdo con este criterio, se pueden configurar cuatro grupos grandes:

- Convertidores CA / CC o rectificador. Este tipo de convertidor convertirá una corriente de reemplazo directa, una fase o trifásica. Desde la perspectiva de los lectores, son de importancia básica porque a menudo se usan en las siguientes máquinas: máquinas DC, incluso estimulantes circuitos y máquinas o máquinas asíncronas. El control de velocidad escalar y vectorial en máquinas asíncronas se logra mediante cierto tipo de convertidor de CC/CA que requiere voltaje de CC como fuente de alimentación. Otra aplicación de este tipo de convertidores es el frenado de motores asíncronos o máquinas síncronas. El uso de convertidores AC/DC en máquinas síncronas se dirige a dos grandes grupos de aplicaciones. En el caso de un generador síncrono, se requiere corriente continua para excitar la máquina. Desde el punto de vista del uso como motor, se requiere un convertidor AC/DC para controlar la excitación, en el caso del control de velocidad de la máquina, se requiere un rectificador como paso previo para controlar la excitación. alimentará la máquina a voltaje y frecuencia variable. También es importante señalar el campo de los generadores síncronos de pequeña y mediana capacidad que operan en grandes modos de velocidad variable, como las turbinas eólicas. En este tipo de aplicación, es común utilizar un convertidor AC/DC para convertir la energía generada en corriente DC aguas arriba del transformador DC/AC para acoplar al sistema eléctrico a frecuencia y tensión fija. o motor

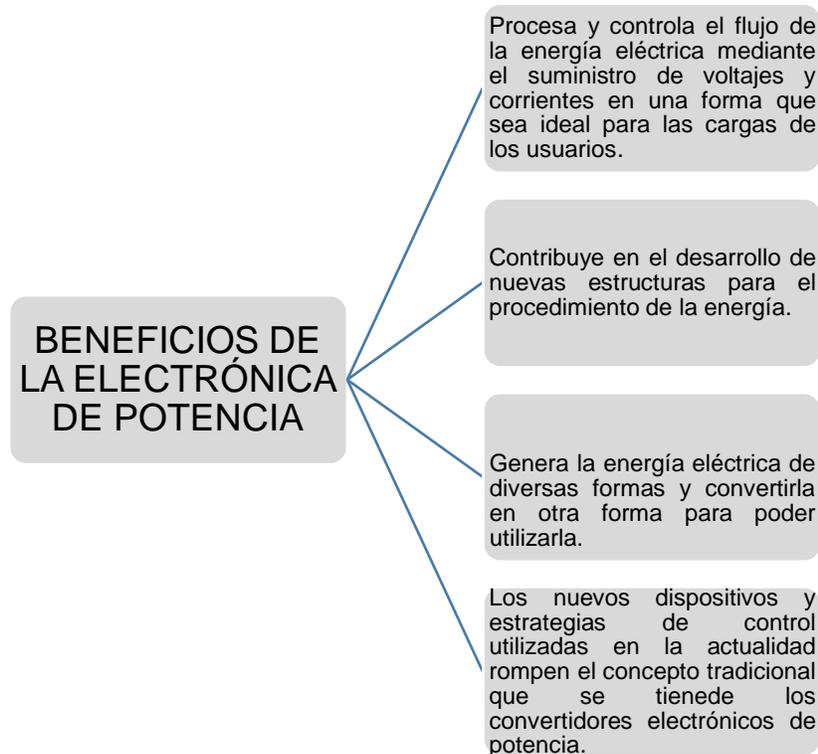
especial. Algunas máquinas, como los motores paso a paso, requieren que la alimentación de CC se cambie correctamente para lograr la capacidad de control. Lo mismo ocurre con algunas máquinas sin escobillas (sin escobillas) que requieren una fuente de corriente continua como el paso anterior para alimentar el convertidor CC/CA(Canteli, 2010).

- Convertidor CC/CC. Este tipo de convertidor convierte un cierto valor de entrada de corriente continua en otro valor de salida, con capacidades que incluyen aislamiento galvánico entre entrada y salida. Desde el punto de vista del variador, su campo de aplicación es el mismo que el del convertidor AC/DC, con la diferencia de que la fuente de alimentación no es AC, sino continua. Su uso está reservado para sistemas embebidos donde la distribución de energía se realiza en corriente continua, o en algunas situaciones específicas su uso en combinación con un rectificador no controlable permite diseñar convertidores de corriente alterna a corriente directa con mejor factor de potencia(Canteli, 2010).
- Convertidor CC/CA. Este tipo de convertidores también se conocen como inversores. Básicamente, convierten la corriente continua en corriente alterna, con la capacidad de controlar tanto la frecuencia como el valor eficaz de la tensión o la corriente de salida, lo que los hace esenciales para el diseño de convertidores de frecuencia asíncronos y síncronos basados en máquinas. Dado que la distribución de energía generalmente se realiza en corriente alterna, a menudo se combinan con un rectificador. También se utilizan para acoplar la energía generada por el aerogenerador al sistema eléctrico, que se caracteriza por un motor principal de alta velocidad variable(Pérez, 2016).
- Adaptador CA/CA. Estos tipos de convertidores se usan ampliamente en diseños de arrancadores suaves para reducir la corriente requerida al arrancar motores de inducción. En su estructura de control más básica, su función es modificar el valor eficaz de la tensión de entrada, conservando su frecuencia, aunque también puede conseguir tensiones de salida con frecuencia múltiplos de Entrada. En este último caso, reciben el nombre específico de convertidor de ciclo, que durante la última década ha jugado un papel especial en el diseño de los sistemas de tracción(Anato, 2016).

9.15 Ventajas de la electrónica de potencia

Brinda regulación primaria y secundaria, servicios adicionales a la red MR que puede pensarse como un grupo de producción que actúa como una central eléctrica convencional, brindando servicios para la red a la que se conecta, puede proporcionar cargas conectadas dentro de su área de cobertura en momentos en que la red no puede hacerlo. Calidad de la energía Los usuarios conectados al MR se benefician de una mejor calidad de servicio al mejorar la continuidad y el suministro de energía, reducir la energía no distribuida y aumentar la calidad de la forma de onda. La compatibilidad y escalabilidad de MR permite importar a la red diferentes tipos de producción, lo que además de aumentar la disponibilidad de energía, amplía la matriz energética permitiendo una producción continua y alta confiabilidad. Eficiencia Se minimizan las pérdidas de transmisión, se optimiza la utilización de la red existente y, además, al utilizar los recursos energéticos disponibles en las regiones, el consumo de energía primaria es menor. Por otro lado, los dispositivos también pueden generar calor o vapor como subproducto, cerca del punto de consumo, que puede utilizarse en aplicaciones residenciales, industriales o comerciales (Medina, 2014).

Imagen 1: Beneficios de la electrónica de potencia.



Fuente: Realizado por los autores.

10 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En este estudio se tomará un enfoque empírico, ya que la construcción del módulo didáctico para la asignatura de electrónica de potencia se realizará mediante cuatro circuitos importantes para el estudio de materiales como son los circuitos de control de fase, reóstatos de potencia, Circuitos PWM, circuitos inversores. Para el análisis de formas de onda y elementos electrónicos que se pueden utilizar en cuatro circuitos que se pueden utilizar para controlar una cantidad eléctrica, se utiliza un enfoque matemático que nos permite determinar las partes de la electrónica adecuada que realizará el módulo práctico a través del cálculo de cantidades eléctricas. como voltaje, corriente, resistencia, donde nos permitirán elegir elementos eléctricos y electrónicos y medidas de conservación. La aplicación que busca dar este módulo es permitir que el estudiante de la carrera de Ingeniería electromecánica de la Universidad de Cotopaxi Extensión La Maná observe cantidades y formas de ondas eléctricas a través de conexiones establecidas, con un osciloscopio.

10.1.1 Módulo de fuente de alimentación variable AC/DC

En este módulo educativo enseñara cómo administrar correctamente el voltaje o seleccionar el voltaje correctamente, hay una serie de componentes electrónicos que funcionan con voltaje mínimo, como un LED que funciona de 1.5v; para este módulo se controlará un voltaje de hasta 30v de corriente continua, la corriente que va a circular por este circuito será de 1.5 Amperios ingresando un voltaje de 12 voltios soportando una potencia de 18 watts; para la construcción de este módulo se usan los siguientes elementos:

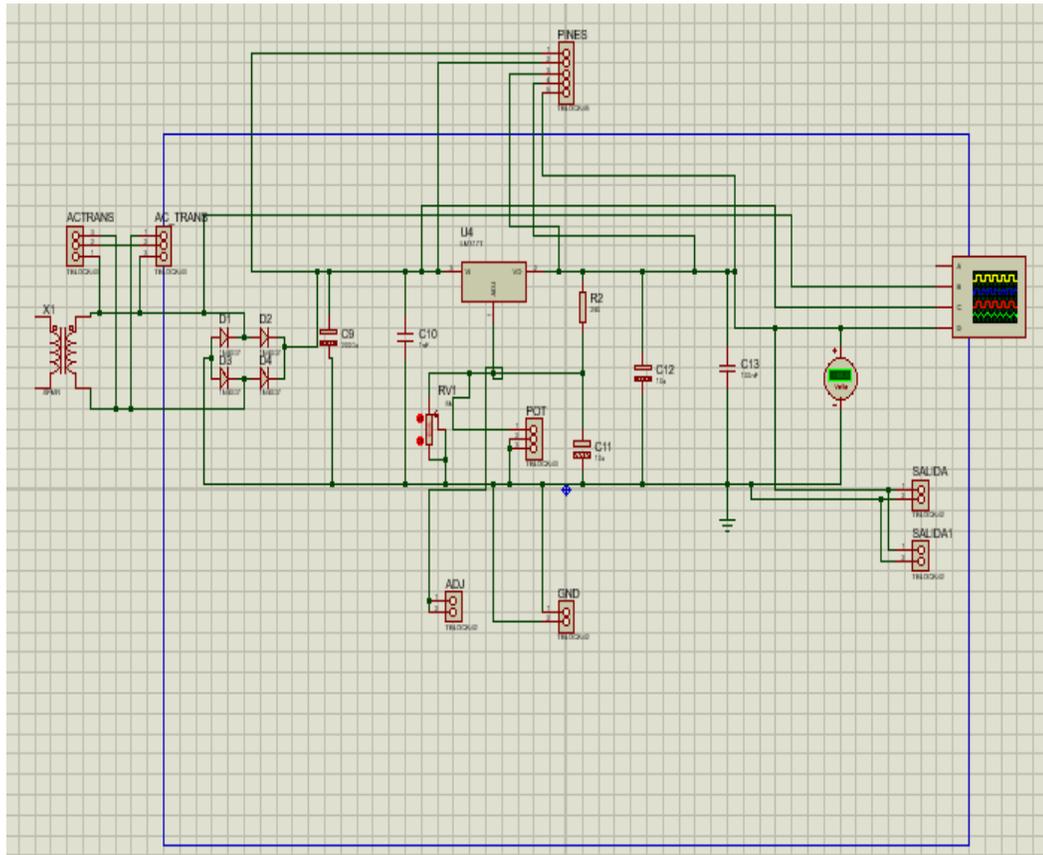
Tabla 4: Lista de módulo de fuente variable.

ITEM	NOMBRE	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
1	Diodo	1N4007	4
2	Condensador electrolítico	10uF, 2000 Uf	3
3	Condensador electrolítico	1nF, 100nF	2
4	Resistencia	240 Ω	1
5	Potenciómetro	5k	1
6	Puente de diodos	1N407	1
7	Transformador	120v – 12v	1

Fuente: Realizado por los autores.

En la imagen 2 se aprecia el diseño del circuito con una fuente variable y sus respectivos elementos, así como el dispositivo de medición (osciloscopio); existen variedad de diseños de estos circuitos, pero se ha elegido uno de los más utilizados que se utiliza en electrónica de potencia.

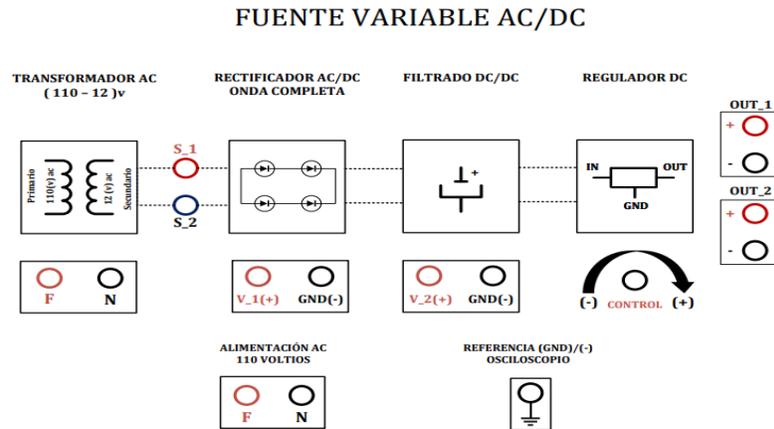
Imagen 2: Circuito fuente variable.



Fuente: Realizado por los autores

Este módulo ayudará para que el estudiante pueda medir el voltaje tanto en voltaje alterno como continuo. El control de las fuentes se puede hacer variando manualmente las perillas de voltaje con un potenciómetro; tenemos una fuente de entrada de corriente alterna de 120 v, se controlan las salidas de voltaje para obtener una corriente continua, la salida del módulo varía la corriente de 0v-30v que se puede evidenciar en la pantalla del módulo; este módulo solamente se evidenciara ese cambio para poder diferenciar el comportamiento en corriente alterna y en corriente continua, además de esto se observara lo que hace cada componente para obtener la corriente continua.

Imagen 3: Diseño de cargas de una fuente variable.



Fuente: Realizado por los autores.

10.1.2 Módulo Controlador PWM DC/DC

El circuito permite controlar motores de corriente directa. Se usa para motores pequeños, con una corriente nominal máxima de hasta 800 mA. Mediante este módulo el estudiante podrá comprobar la técnica de modulación PWM por medios cualitativos (medición con instrumentos) sin perder la vista el diseño de los circuitos electrónicos los cuales están plasmados sobre el módulo, en este circuito tiene una corriente de 5 Amperios con un voltaje de entrada de 12 voltios y la potencia del circuito es de 60 W. Para este circuito tenemos los siguientes materiales:

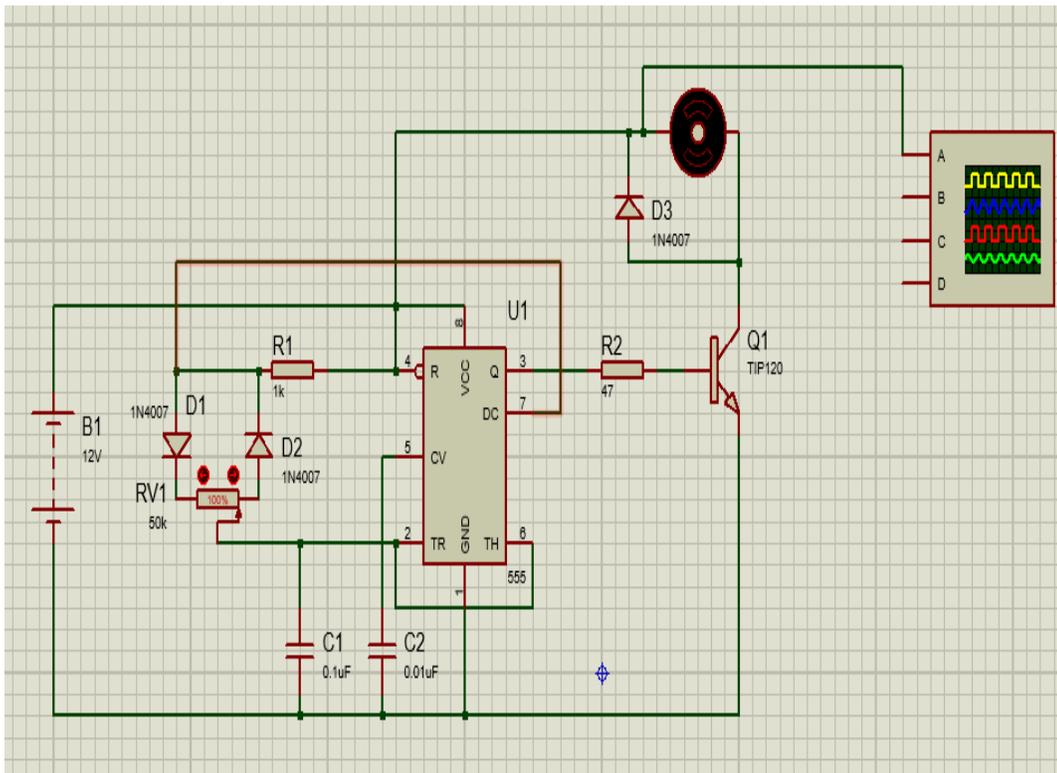
Tabla 5: Materiales para el módulo controlador DC.

ITEM		NOMBRE	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
1		Diodo	1N40007	3
2		Condensador cerámico	50 μ F	4
3		Resistencia	47k, 1k	2
4		Potenciómetro	50k	1
5		Transistor	Tip120	1
6		Motor	12v	1
7		Integrado	Lm555	1

Fuente: Realizado por los autores

Se tiene el circuito simulado en el programa proteus para verificar su funcionalidad y se ha escogido el mostrado en la imagen 4 para la implementación en el módulo didáctico.

Imagen 4: Circuito controlador DC.

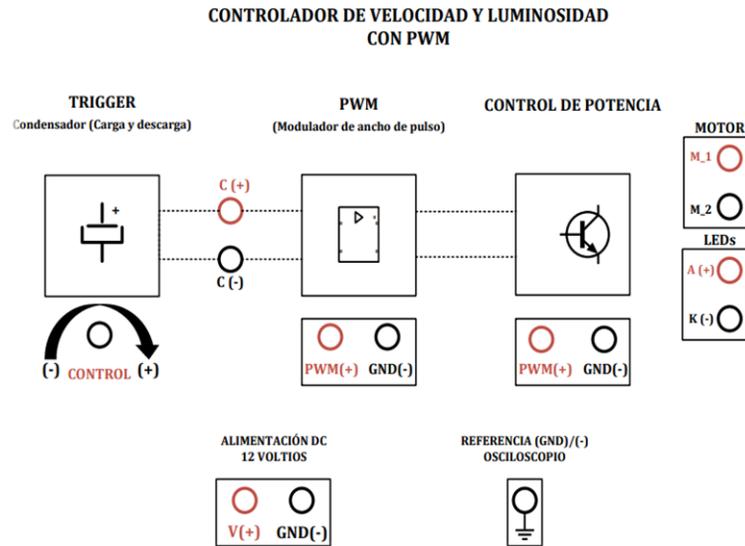


Fuente: Realizado por los autores.

En la práctica del módulo didáctico, se medirá la velocidad con que trabaja un motor DC, antes de ejecutar el circuito los cables deben estar conectados correctamente como esta graficado en el tablero del módulo didáctico, para de esta manera no tener ningún tipo de problema con el motor de corriente continua. El comportamiento de la corriente será observado a través de un osciloscopio, de la misma manera se procederá a regular la intensidad luminosa de los focos leds con un potenciómetro.

En este módulo se observará la modulación por ancho de pulso, este tipo de señal de voltaje es utilizado para modificar la cantidad de energía que se envía a la carga y es regulada por medio del potenciómetro.

En la imagen 5 se observa el diagrama de carga del control DC:

Imagen 5: Diagrama de carga del control DC.

10.1.3 Módulo Inversor DC/AC

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada que es de corriente directa a un voltaje simétrico de salida en corriente alterna, con la magnitud de frecuencia deseada para lo que necesita trabajar en este caso será encender un bombillo, en este circuito circula una corriente de 2 Amperios con un voltaje de entrada de 12 voltios de corriente continua obteniendo los 110 voltios y una potencia de 220 W. Para la construcción de este módulo de utilizó los elementos que se utilizó para este módulo son los siguientes:

Tabla 6: Materiales para el módulo inversor.

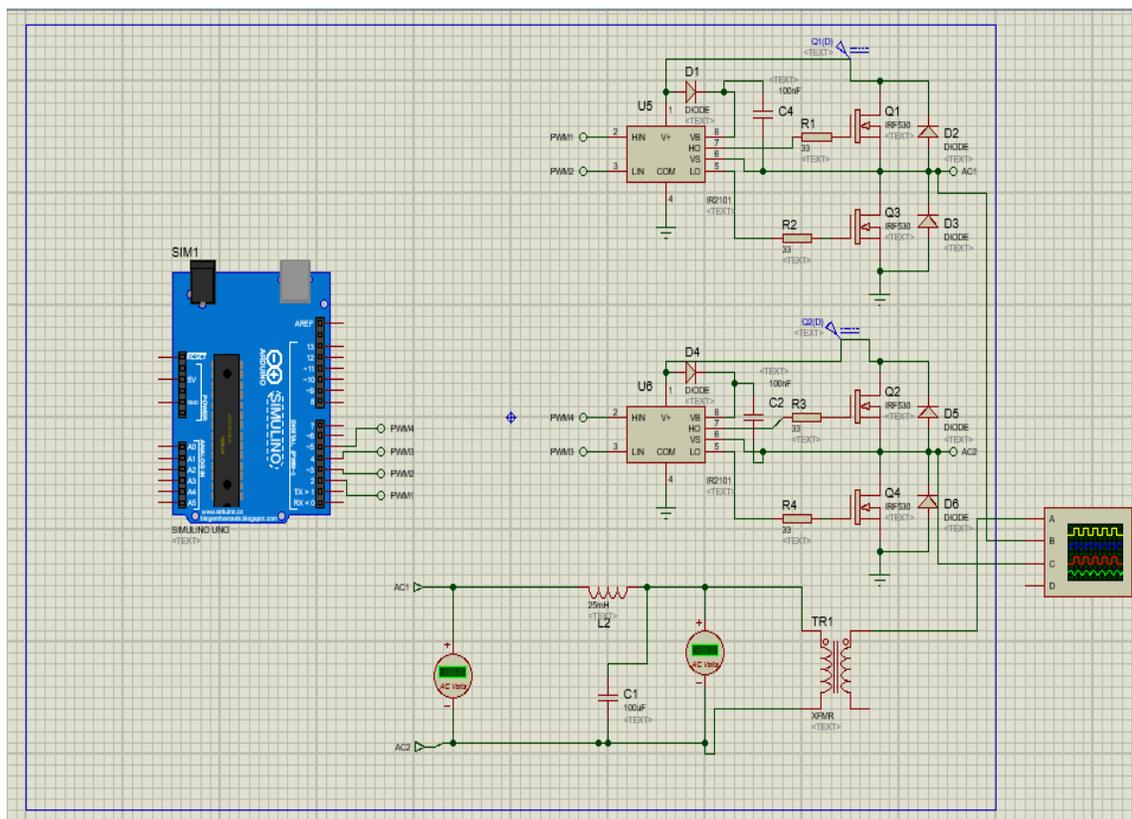
ITEM	NOMBRE	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
1	MOSFET	IR2101	2
2	MOSFET	IRF530	4
3	Diodo	1N4007	6
4	Condensador cerámico	30 μ F	2
5	Condensador polarizado	10 μ F	2

6	Resistencia	50k	2
7	Bobina	25Mh	1
8	Arduino	Nano	1
9	Transformador	120v -12v a 2 ^a	1

Fuente: Realizado por los autores.

En la siguiente imagen número 6 se observa el diseño del circuito en proteus, se debe simular para no tener ningún tipo de problema al momento de ensamblar el circuito:

Imagen 6: Circuito inversor DC/AC.

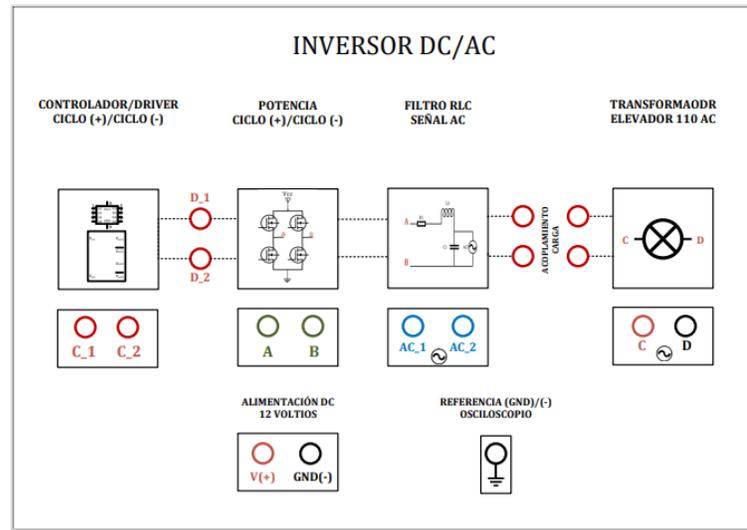


Fuente: Realizado por los autores.

El inversor convierte corriente continua en corriente alterna, mientras se amplifica la señal de corriente alterna que ingresa al módulo sale amplificada en la salida su demostración se realizó con un bombillo de carga. Para llegar al objetivo de este circuito que es llegar a los 110 voltios el transformador elevador tiene una relación de 1 a 4.

El diagrama de carga se observa en la imagen 7:

Imagen 7: Diagrama de carga del inversor.



Fuente: Realizado por los autores.

10.1.4 Controlador de fase AC/AC

Este módulo es importante, ya que logrará controlar la corriente alterna que nos suministra la red eléctrica; esta corriente alterna se controlará mediante un circuito controlador de fase; en la industria este circuito es utilizado para el funcionamiento de los motores monofásicos, bifásicos y trifásicos, la industria necesita controlar la velocidad de estos motores y el sentido de giro, en este caso se controlará la velocidad; una onda completa tiene una vuelta de 360 grados, en un motor, toda esta secuencia se repite durante el tiempo que esté trabajando, para poder programar especificamos que una media onda es 180 grados tanto en la parte positiva y negativa, para regular se controlará el ángulo de la onda, a medida que se vaya subiendo el ángulo el motor aumentara su velocidad, si reduzco el ángulo de la corriente el motor disminuye su velocidad, de esta manera funciona el sistema de control; en el Ecuador se trabaja con una frecuencia de 60 Hz se debe sacar el tiempo que demora dar una vuelta del motor de corriente alterna se aplica la siguiente formula:

$$t = \frac{1}{f}$$

$$t = \frac{1}{60\text{hz}}$$

$$t=0.016 \text{ (s)}$$

Se calculó el período que demora en dar una vuelta el motor entonces para controlar el paso de la corriente en el circuito se regulará el tiempo de esta manera activo o desactivo el paso de la corriente. En este circuito circula una corriente de 5 Amperios con un voltaje de 110 voltios con una potencia de 550 W, el motor de corriente alterna es un motor de 1/8 hp, con una potencia de 100w. En este módulo se ocupó los siguientes componentes que se detallara en la tabla7:

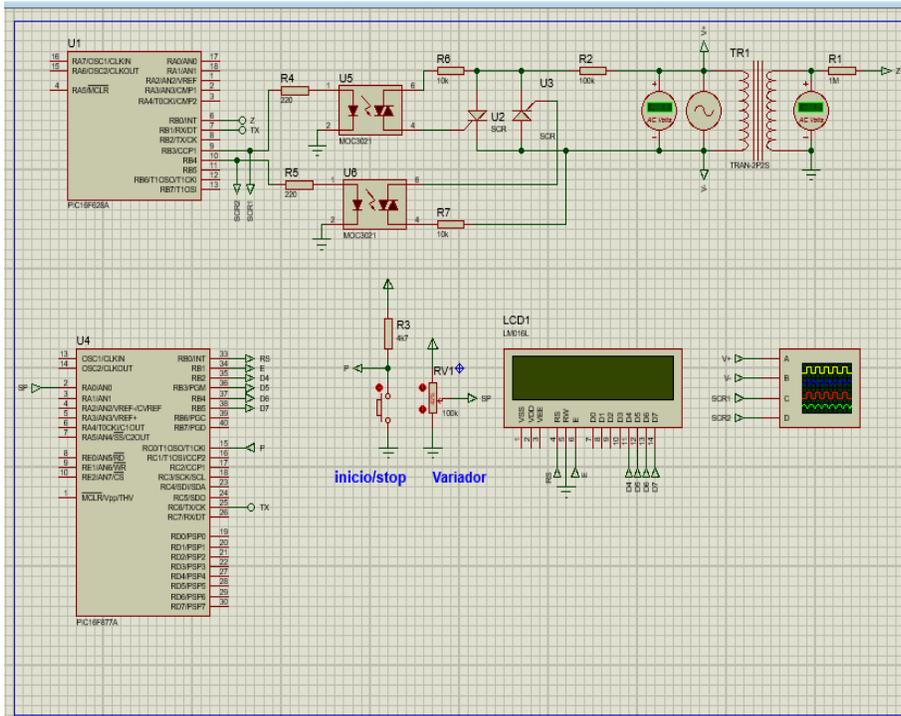
Tabla 7: Materiales para el circuito control de fase AC/AC.

ITEM	NOMBRE	CARACTERÍSTICA	CANTIDAD
1	Moc	3021	2
2	SCR	2N6397	2
3	Resistencia	10k,100k,608k	7
4	Potenciómetro	10k,100k	2
5	LCD	2*16	1
6	Pulsador	Simple	1
7	Arduino	Nano	1
8	Diodo	1N40007	1
9	Optoacoplador	4N25	1
10	Motor	1/8 hp	1

Fuente: Realizado por los autores.

De la misma manera que los anteriores módulos se realizó el diseño del circuito, para posteriormente imprimir la placa, de esta manera poder soldar todos los componentes y ensamblar en el tablero didáctico; todos los elementos se deben estudiar el datasheet, para realizar la conexión de manera correcta y no tener algún problema de cortocircuito en el sistema y no averiar los dispositivos electrónicos.

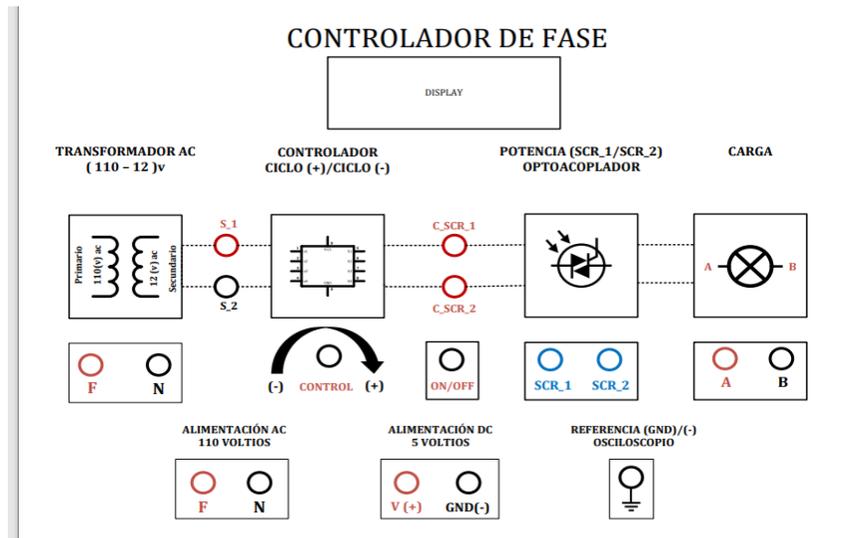
Imagen 8: Circuito inversor AC/AC.



Fuente: Realizado por los autores.

La ejecución se realizó con éxito, el ensamble de las piezas se debe realizar con mucho cuidado debido a que son componentes electrónicos que al no tratarlos con cuidado puede llegar a dañar, para hacer más didáctico las prácticas en este módulo se diseñó el diagrama de carga detallada en la imagen número 9:

Imagen 9: Diagrama de carga del control de fase.



Fuente: Realizado por los autores.

10.1.5 Hipótesis

El módulo didáctico de electrónica de potencia beneficiara a 50 estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica por cada semestre aproximadamente. Para un mejor desarrollo en la vida laboral de los profesionales.

10.1.6 Pregunta científica

¿La utilización de este módulo didáctico para las prácticas de electrónica de potencia mejorará el aprendizaje de los estudiantes de la asignatura de electrónica de potencia?

11 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Esta estructura modular es aplicada en la asignatura de electrónica de potencia, para lo cual se han dispuesto de las siguientes prácticas de laboratorio:

- Conocimientos básicos dispositivos electrónicos de potencia.
- Detector de cruce por cero.
- Identificar la forma de onda que pasa por los componentes del circuito.
- Circuito de control de potencias con SCR.
- Circuito de control de potencias con TRIAC
- Circuitos de conversión de DC a AC.
- Circuitos de conversión de AC a DC.
- Circuitos de conversión de DC a DC.
- Circuitos de conversión de AC a AC.

11.1 Aplicaciones del microcontrolador como dispositivo de control de potencia.

La construcción de los módulos de electrónica de potencia acopla completamente al laboratorio, tanto en su parte manipulable y su parte funcional, con los equipos existentes sin ningún requerimiento adicional.

11.2 Estructura modular

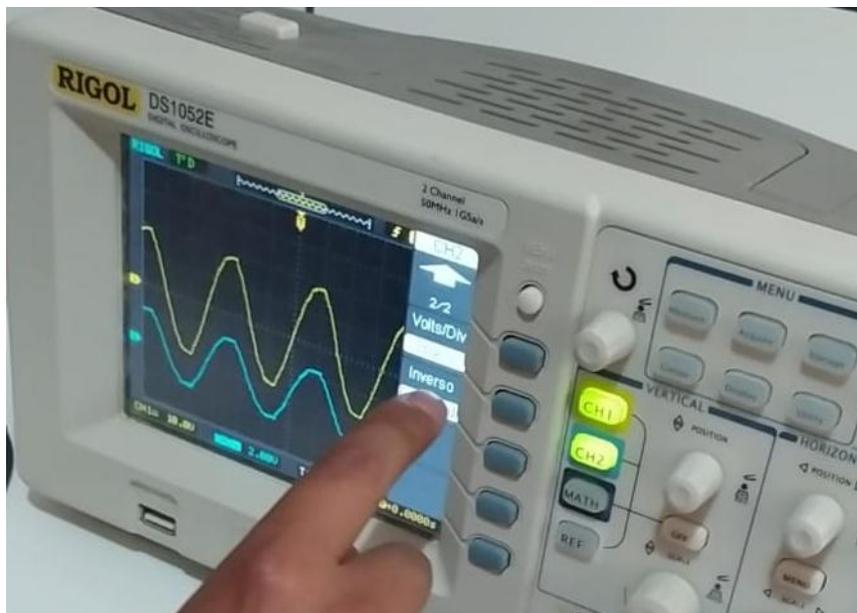
Esta estructura modular se utiliza para dar soporte a los módulos de potencia, aquí se encuentra cada una de las cargas:

11.2.1 Fuente variable

El control de las fuentes se puede hacer variando manualmente las perillas de voltaje con el potenciómetro se tiene una fuente de entrada de corriente alterna de 120 v, se controlan las salidas de voltaje que dan desde 0v – 30v.

En este módulo se observará las formas de onda tanto en corriente alterna y en corriente directa se puede describir esta transformación como AC/DC. En la etapa de transformación se puede ir observando una onda sinusoidal de onda completa en la parte positiva y en la parte negativa, como se observa la forma de onda en el osciloscopio se ve la diferencia de onda cuando entra al transformador 120v y nos arroja 12v, claramente se observa que la onda se reduce en punto superior y en el punto inferior como se le observa en la imagen 10:

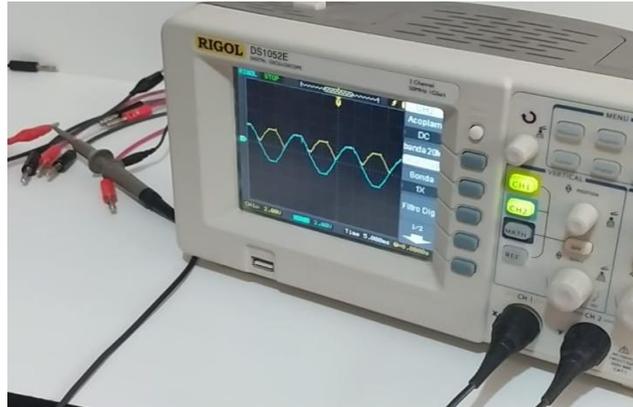
Imagen 10: Forma de onda en AC/DC.



Fuente: Realizado por los autores.

En la parte de rectificación observará cómo cambia la forma de onda como pasa de corriente alterna a corriente continua, la etapa de rectificación hace que la onda salga solo en la parte positiva de nuestra referencia y observamos en la imagen 11 una media onda.

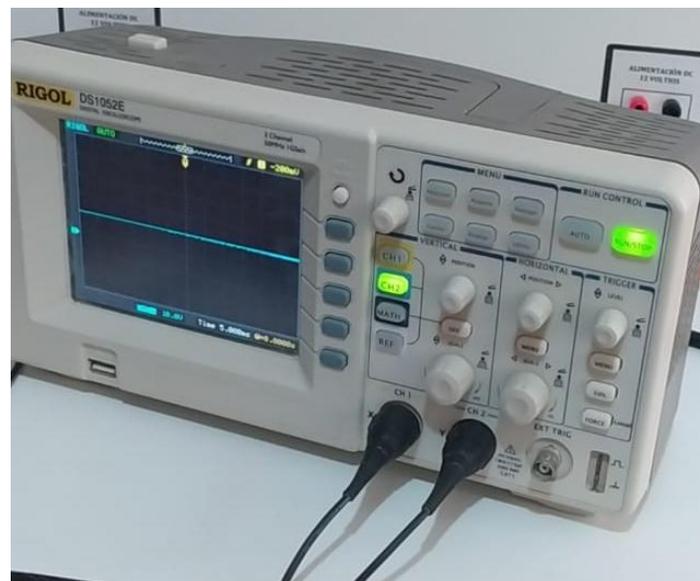
Imagen 11: Corriente rectificada DC.



Fuente: Realizado por los autores.

Al llegar a la parte de filtrado se puede observar cómo cambia a una onda continua es decir una línea eso se logra gracias al filtro en el circuito, de esta manera así se suba o baje el voltaje en la etapa de regulación no cambiará la forma de onda siempre será continua, en este módulo se puede regular de cero voltios hasta los treinta voltios.

Imagen 12: Corriente que pasa por la parte de filtrado.



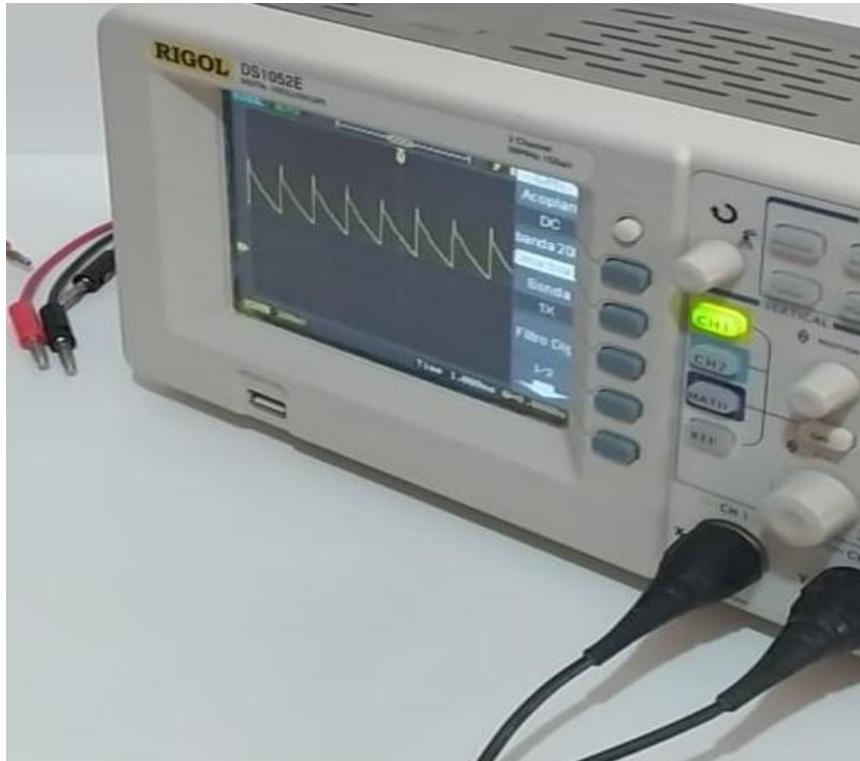
Fuente: Realizado por los autores.

11.2.2 Control de velocidad y luminosidad PWM

En este módulo se observa la modulación por ancho de pulso; es el tipo de señal de voltaje utilizada para enviar información, modificar la cantidad de energía que se envía a la carga que en este caso es un motor de corriente continua y focos leds.

La fuente de alimentación de este módulo es de 12 voltios primero pasa por el trigger donde están los condensadores, resistencias y el integrado 555 para controlar la corriente directa, en este caso controlar el voltaje de 0 a 30 voltios de corriente directa DC, lo que se observa en las ondas es de carga y descarga esa es la función en esta parte se observa en la siguiente imagen 13:

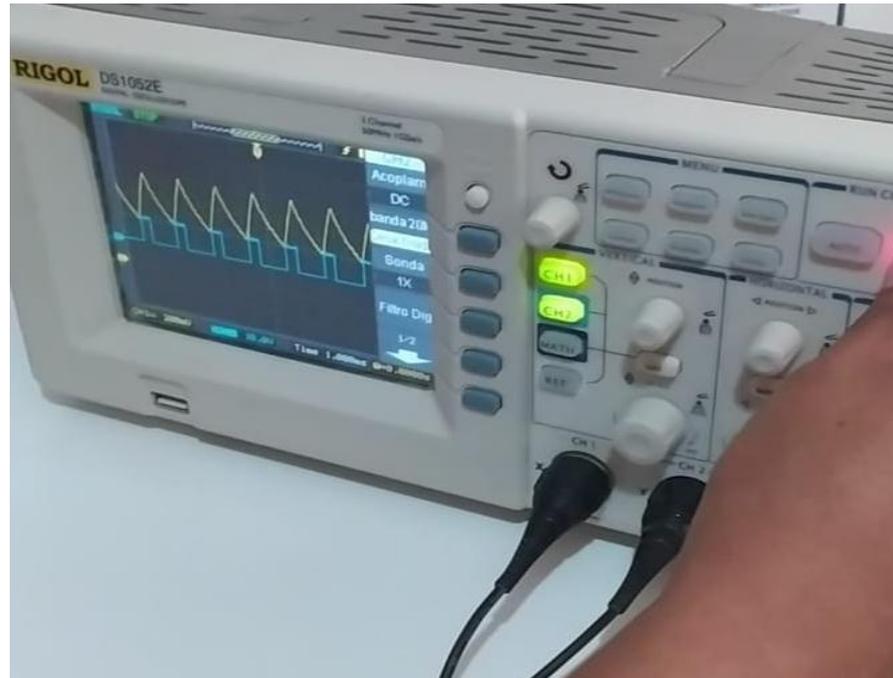
Imagen 13: Forma de onda de carga y descarga.



Fuente: Realizado por los autores.

Posteriormente la corriente llega al PWM donde controlaremos el ancho de pulso en esta parte ya se observa la onda característica del PWM como es una onda cuadrada, se variará el ancho de pulso de acuerdo como se vaya regulando la perilla del potenciómetro, la corriente para este módulo varía de 0 a 30 voltios, un dato importante es que los focos leds al cerrar el paso de la corriente no se apagan por completo debido que los componentes quedan cargados y estos leds funcionan con un mínimo voltaje de hasta 0.64 voltios.

Imagen 14: Ancho de pulso.



Fuente: Realizado por los autores.

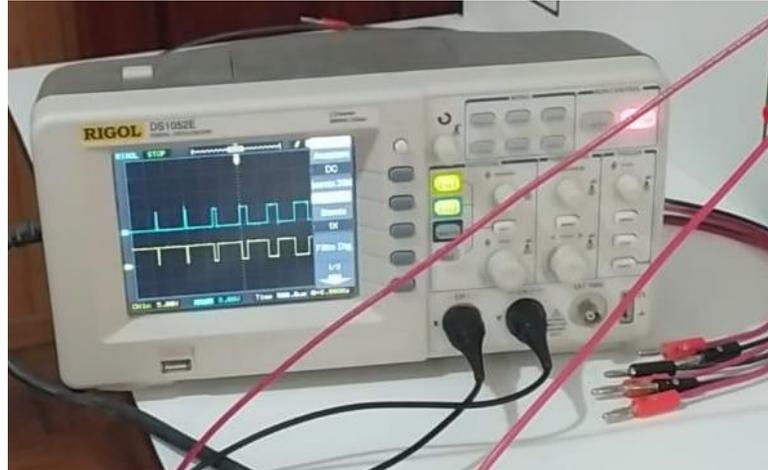
En este módulo se tiene un control de potencia que logra alimentar a los elementos de carga en este caso el motor DC y los focos led, el motor funciona con 15 voltios y el led hasta menos de un voltio.

11.2.3 Módulo inversor DC/AC

En este módulo va a convertir la corriente directa DC a una corriente alterna AC que arrojará 110 voltios aproximadamente, la carga que ocupa es la de un foco o bombillo. Así mismo se observa las formas de onda y se puede diferenciar su comportamiento de acuerdo al voltaje en este caso para elevar la corriente se utilizó un transformador elevador en el circuito.

Se observa la diferencia de onda cuando llega al arduino que es la parte de control, este elemento solamente funciona o es alimentado con 12 voltios, de esta manera llega al driver que expulsa un voltaje de 5 voltios, allí dispara el voltaje en esta primera parte se observa los dos disparos o las dos señales, se puede observar al medir con el osciloscopio, estas mediciones están conectadas a un solo GND del circuito.

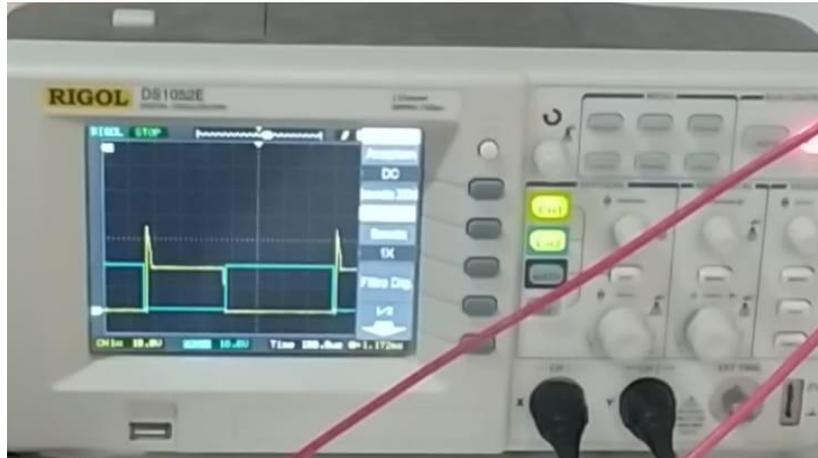
Imagen 15: Onda cuadrada DC.



Fuente: Realizado por los autores.

Como la onda que arroja es una cuadrada el objetivo es medir una onda completa senoidal cada canal está en media onda una en la parte positiva y la otra en la parte negativa, se puede observar que las ondas no llegan a chocar porque si esto llegara a pasar se produciría un corto circuito en el módulo.

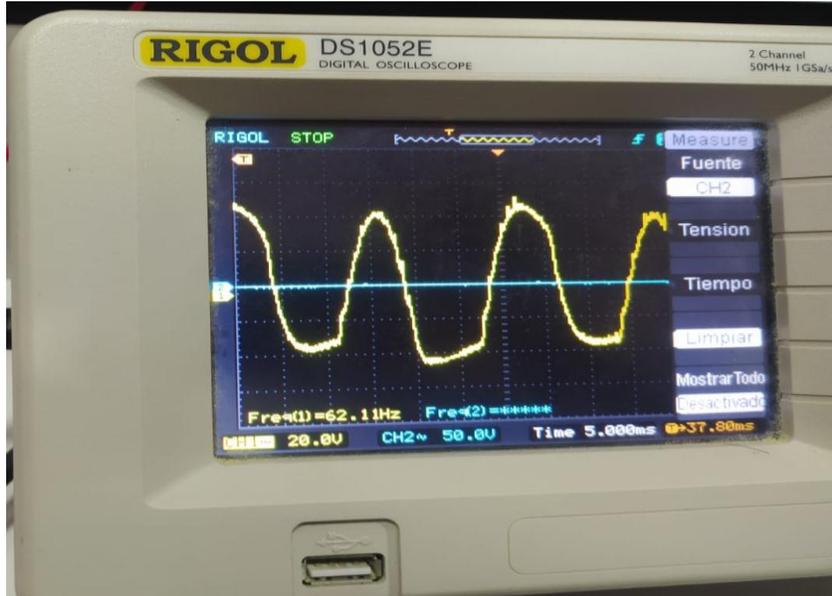
Imagen 16: Forma de onda en la parte positiva y negativa.



Fuente: Realizado por los autores.

Ya en la parte de potencia arrojará la onda senoidal completa para medir esto se debe realizar la operación A-B que es la diferencia de nuestras ondas de esta manera observará al pasar por la parte de filtrado y esa será la corriente que llegara a la carga.

Imagen 17: Sumatoria de onda positiva y negativa.

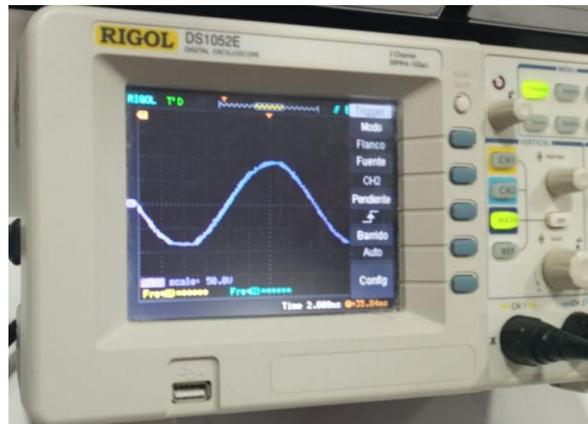


Fuente: Realizado por los autores.

11.2.4 Módulo control de fase

En este presente módulo se va observar las ondas al momento que se controla la energía alterna AC, entonces se observa la forma de onda que ingresa es una senusoidal completa que nos proporciona la misma red eléctrica, llega a un transformador reductor porque los demás componentes no pueden resistir el voltaje total. A continuación, se observa en la imagen 18 la onda de la red.

Imagen 18: Forma de onda en corriente alterna.

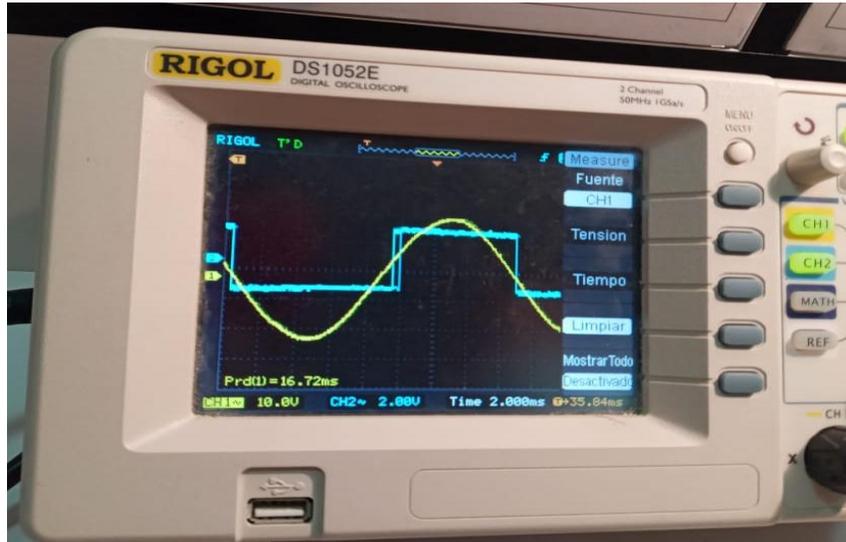


Fuente: Realizado por los autores.

En la parte de control también se observará en la pantalla del módulo una onda completa está representado por los 180 grados, y en la parte de control se reduce el porcentaje. Si el 100 % es los

180 grados, se puede controlar del 0% al 100% y se observa cómo se va comportando la onda en este circuito que es de corriente alterna.

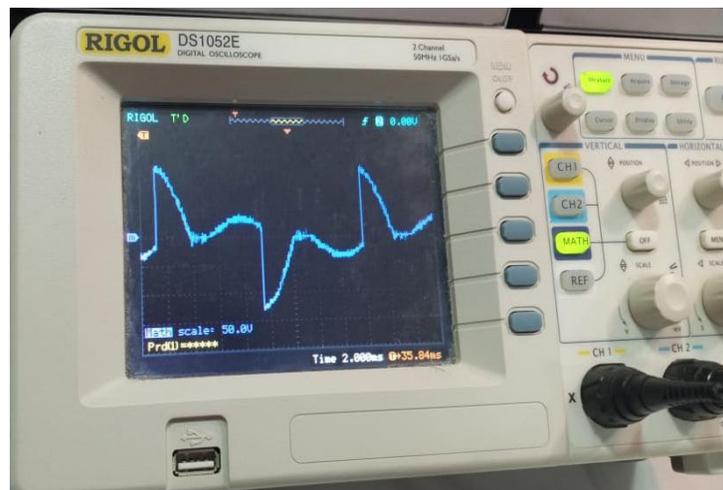
Imagen 19: Control del ancho de pulso en corriente alterna.



Fuente: Realizado por los autores.

En la parte final se observa cómo se corta la onda completa dándole otra forma si comparamos con el PWM se mira que cumple la misma función, pero en este caso la corriente que se regula es la de corriente alterna.

Imagen 20: Forma de onda al regular la corriente.



Fuente: Realizado por los autores.

Estos resultados se obtuvieron con los estudiantes quinto semestre que reciben la asignatura de electrónica de potencia, cumpliendo con el sílabo respectivo como es la transformación de las corrientes: AC/DC, DC-DC, DC-AC, AC-AC.

Imagen 21: Practicas del módulo didáctico con los estudiantes.



Fuente: Realizado por los autores.

11.3 Validación del módulo

Se ha realizado una encuesta para verificar la aceptación y la satisfacción de los estudiantes al practicar con el módulo didáctico de electrónica de potencia, esta fue aplicada a 19 estudiantes de la materia de electrónica de potencia. La encuesta se encuentra en el Anexo 07.

Como resultado de las encuestas se pueden identificar lo siguiente:

- El 78% de los encuestados dijeron que les pareció muy bueno realizar las prácticas con el módulo didáctico multifuncional, además tenemos un 17% que nos dice que es bueno y un 5% dice es malo; se puede evidenciar que el proyecto beneficia de muy buena manera.
- Este nuevo método de aprendizaje, los 67% de los estudiantes encuestados dice que es muy bueno, un 33% dice que es buen; este método no les pareció nada malo ya que se ha obtenido un 0%.
- Se ha impactado de manera positiva con este módulo ya que el porcentaje es del 94% de las personas encuestadas y una mínima cantidad de personas dice que influye de manera negativa que equivale al 6%.

- 17 estudiantes de los 19 encuestados, dicen que debe la mayoría practica antes que teórico, para ser profesionales eficientes y no tengan ningún desconocimiento en la electrónica de potencia.
- El 100% de los estudiantes encuestados dice que gracias a este nuevo módulo de electrónica de aprendizaje mejorará el aprendizaje y captaran de mejor manera el contenido brindado teóricamente por parte del docente.

12 Presupuesto para la ejecución del proyecto

Para el desarrollo del módulo se necesitaron los siguientes elementos que se detalla en la siguiente tabla 8, todo este elemento se cotizó en algunas electrónicas para posteriormente elegir la mejor proforma; el total del módulo didáctico multifuncional para la asignatura de electrónica de potencia dio un total de 1.385 dólares americanos, también para el presente proyecto se realizó el estudio bibliográfico.

Tabla 8: Presupuesto del proyecto final.

ITEM	NOMBRE	CANTIDAD	TOTAL
1	Fuente variable	1	145
2	Motor AC ½ HP	1	90
3	Elementos conectores tipo banana para todo el módulo.	1	100
4	Modular del proyecto	1	200
5	Impresión de los circuitos de los módulos.	4	160
6	Elementos del módulo fuente variable	1	95
7	Elementos del módulo PWM	1	85
8	Elementos del módulo inversor	1	110
9	Elementos del módulo control de fase.	1	130
10	Osciloscopio	1	250
11	Estaño, cinta aislante etc.	1	20
		TOTAL	1.385

Fuente: Realizado por los autores.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- La percepción del docente en cuanto a la experiencia en el laboratorio, dicen que los estudiantes mostraron gran interés en el uso de los módulos didácticos de electrónica de potencia.
- El uso de los módulos didácticos permite que el estudiante dedique mayor tiempo al estudio y análisis de las topologías usadas en el proceso de experimentación. En los módulos permiten que el estudiante pueda aplicar competencias en el área control de potencia.
- El principal aporte de este trabajo ha sido presentar una alternativa de bajo costo desarrollada en nuestro país que permite aprovechar los recursos limitados del laboratorio y facilita la labor del docente.

13.2 Recomendaciones

- Se propone a mediano plazo diseñar un módulo para el área de control industrial e instrumentación electrónica.
- Es necesario medir cuantitativamente el grado de satisfacción del estudiante después de la utilización módulo didáctico multifuncional de la asignatura de electrónica de potencia.
- A corto plazo el sistema de módulos didácticos debe articularse con herramientas de medición de calidad.

14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, O. A. G. (2020). *Diseño de controladores para convertidores de potencia*.

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2017&scioq=ELECTRONICA+DE+POTENCIA&q=CONTROLADORES++de+potencia&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AGaGOuYKHrf4J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des%26scioq%3DELECTRONICA%2BDE%2BPOTENCIA

Anato, J. (2016). *CIRCUITOS RECTIFICADOS*.

http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Instrumentacion%20I/Documentos/Circuitos_Rectificadores.pdf

Canteli, M. (2010). *Convertidores electrónicos de potencia*.

<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1986/course/section/2310/convertidores.pdf>

Castillo, J. C. M. (2017). *Electrónica de potencia (Electrónica)*. Editex.

Factory, S. (2017). *Diodos de Potencia*. <https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/diodo/diodos-de-potencia/>

Ferreras, M. J. (2020). *Convertidor de potencia interleaved con topología configurable buck y boost* [PhD Thesis]. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería; Argentina.

Gómez, F. (2019). “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE RECTIFICACIÓN MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5625/1/PI-001137.pdf>

Gómez Pardillo, L. (2017). *Implementación de un dispositivo electrónico de potencia para una máquina de inducción*.

- Hurtado, P. Q. (2017). Compensación de desequilibrios en redes eléctricas mediante convertidores electrónicos de potencia y redes de secuencia. *En línea*. Available: http://oa.upm.es/45247/1/TFG_PILAR_QUINTANA_HURTADO.pdf. [Últim accés: 02 05 2018].
- Ibarz Claret, A. (2020). *Optimizadores de potencia para sistemas fotovoltaicos basados en convertidores de potencia parcial* [Master's Thesis]. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Iglesias Alonso, M. & others. (2021). *Virtual Synchronous Generator: Convertidor de potencia que emula un generador síncrono*.
- Lilen, H. (1973). *Tiristores y triacs: Principios y aplicaciones de los tiristores, triacs, diacs, SBS, fototiristores, etc., con esquemas de aplicaciç n*. Marcombo.
https://scholar.googleusercontent.com/scholar.bib?q=info:0kSim5En7YwJ:scholar.google.com/&output=citation&scisdr=CgU7UI2xEMvk_k1Upl4:AAGBfm0AAAAAYM5Sv16OUTOCKSH80SAqinnEOgsw2Zhv&scisig=AAGBfm0AAAAAYM5SvsFkMwMT8oXyPcP_rihAIDexZaLp&scisf=4&ct=citation&cd=-1&hl=es
- Lopez, M. J. M. (2021). *Modelado y control de convertidores de potencia*.
- Medina, R. D. (2014). Microrredes basadas en electrónica de potencia: Características, operación y estabilidad. *Ingenius*, 12, 15-23.
- Pérez, M. (2016). *ELECTRONICA INDUSTRIAL*. http://profesores.elo.utfsm.cl/~mpl/wp-content/uploads/2016/08/elo381_capitulo_03_rectificadores.pdf
- Ponce, H. (2017). *Implementación de un módulo electrónico de potencia para el mejoramiento de practicas en la asignatura de electronica de la carrera de ingeniería en computación y redes*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1481/1/UNESUM-ECU-REDES-2017-13.pdf>

Rashid, M. H. (2004). *Electrónica de potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Pearson Educación.

Reyes Pérez, C. X., & Moya Velasco, J. P. (2018). *Desarrollo de un inversor trifásico con modulación SPWM e interfaz gráfica para el Laboratorio de Electrónica de Potencia* [B.S. thesis].

Tébar-Martínez, E.-M. (2017). *Electrónica de potencia. Tecnología Electrónica*.

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2017&scioq=ELECTRONICA+DE+POTENCIA&q=diodo+de+potencia&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3Ape5dlDkavtIJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des%26scioq%3DELECTRONICA%2BDE%2BPOTENCIA

15 ANEXOS

Anexo 1: Programación para el módulo inversor.

```

main Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
main
float R=21, fm, M, B;
int ON[21], OFF[21];
byte k;
//signed int tabla[12]= {0,500,866,1000,866,500,0,-500,-866,-1000,-866,-500};
//signed int tabla[10]= {0,588,951,951,588,0,-588,-951,-951,-588};
signed int tabla[21]= {0,295,563,782,931,997,975,866,680,434,149,-149,-434,-680,-866,-975,-997,-931,-782,-563,-295};

byte sine_index;

//unsigned int OFF[12] = {208,156,118,104,118,156,208,260,299,313,299,260};
//unsigned int ON[12] = {417,521,597,625,597,521,417,313,236,208,236,312};

void setup() {
  pinMode (3, OUTPUT);
  pinMode (5, OUTPUT);
  fm=100.0;
  M=1;

  B=0.5/(R*fm);
  for (k=0; k<=R-1; k++)
  {
    ON[k]=(B*1e6)+(B*M*tabla[k])*1e3;
    OFF[k]= (B*1e6)-(ON[k]/2);
  }
}

void loop() {
  sine_index=0;

  B=0.5/(R*fm);
  for (k=0; k<=R-1; k++)
  {
    ON[k]=(B*1e6)+(B*M*tabla[k])*1e3;
    OFF[k]= (B*1e6)-(ON[k]/2);
  }
}

void loop() {
  sine_index=0;
  for(sine_index=0; sine_index<=R-1; sine_index++)
  {

    digitalWrite (3, LOW);
    digitalWrite (5, HIGH);
    delayMicroseconds (OFF[sine_index]);

    digitalWrite (5, LOW);
    digitalWrite (3, HIGH);
    delayMicroseconds (ON[sine_index]);

    digitalWrite (3, LOW);
    digitalWrite (5, HIGH);
    delayMicroseconds (OFF[sine_index]);

  }
}

```

Anexo 2: Programación del módulo control de fase.

```

//alias de los bits donde están conectados los SCR's
sbit scr1 at portb.b3;
sbit scr2 at portb.b4;
//declaración de la función donde se ejecutará la interrupción
void interrupt(void);
//Variables para el ángulo, contador para el tiempo de espera, dato que recibe serial
unsigned short ang=180,i=0,dato=180;
void main() {
//Iniciar el módulo uart1 a 9600 baudios
uart1_init(19200);
scr1=0;
scr2=0;
Delay_ms(100);
//Declaración para la interrupción
INTCON=0b00010000; //empieza sin interrupcion
OPTION_REG=0b11000000;
trisb=0b11100011;
scr1=0;
scr2=0;
//ejecutar infinitamente
while (1){
//pregunta si se recibió algún dato por el módulo uart (serial)
if (UART1_Data_Ready() == 1){
//guardar el dato recibido en la variable dato
dato = UART1_Read();
//si el ángulo es 180, apagar los SCR's y desactivar la interrupción
if (dato==180){
scr1=0;
scr2=0;
INTCON=0b00010000;
}
//validar el rango aceptable entre 0-180 y asignar el dato a la variable angulo
//además activar la interrupción
if (dato>0 & dato<180){ //validacion adicional
ang=dato;
INTCON=0b10010000;
}
}
}
//cuando se genere la interrupción (cruce por cero)

void interrupt(){
//apagar los SCR's
scr1=0; scr2=0;
//Borrar la bandera de interrupción y activar la interrupción
INTCON=0b10010000;
//Para saber si la interrupción fue por flanco positivo o negativo
if (OPTION_REG.INTEDG==1){
//realizar un retardo de acuerdo al número de grados
//cada retardo tiene 46 us, lo que corresponde a 1 grado
for (i=0;i<ang;i++){
Delay_us(40);
}
//después del retardo activar el SCR1 (semiciclo positivo)
scr1=1;
//si se detectó en el flanco positivo, cambiar el bit para detectar el flanco negativo
//asi detectamos el semiciclo positivo y negativo
OPTION_REG.INTEDG=0;
}
//lo mismo para el flanco negativo (semiciclo negativo), con el SCR2
else {
for (i=0;i<ang;i++){
Delay_us(44);
}
scr2=1;
OPTION_REG.INTEDG=1;
}
}
}

```

Anexo 3: Practica 01.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

NOMBRE:

CURSO:

PRACTICA N 01

MÓDULO FUENTE VARIABLE

INTRODUCCIÓN

Esta fuente variable es la que se encarga de transformar la energía que se suministra a los hogares en una corriente continua, este proceso de transformación se debe a muchas necesidades de alimentación variadas que se encuentran en la vida diaria, por lo general las fuentes de alimentación se pueden clasificar de forma general en dos grupos como lo son las fuentes lineales y las conmutadas en este módulo se estudiara el comportamiento de las fuentes lineales.

OBJETIVOS

- Conocer el diagrama de conexión de un circuito de fuente variable.
- Observar el tipo de onda que arroja el osciloscopio en corriente alterna.
- Observar la forma de onda cuando pasa por los componentes del sistema.
- Mirar el comportamiento de la onda cuando pasa por la etapa de filtrado.

MATERIALES

- Módulo didáctico fuente variable AC/DC
- Osciloscopio
- Cables de conexión
- Multímetro

DESARROLLO

Paso 1: procedemos a colocar los cables de conexión como se observa en la siguiente imagen.



Paso 02: tener los equipos de medición listos para utilizar.

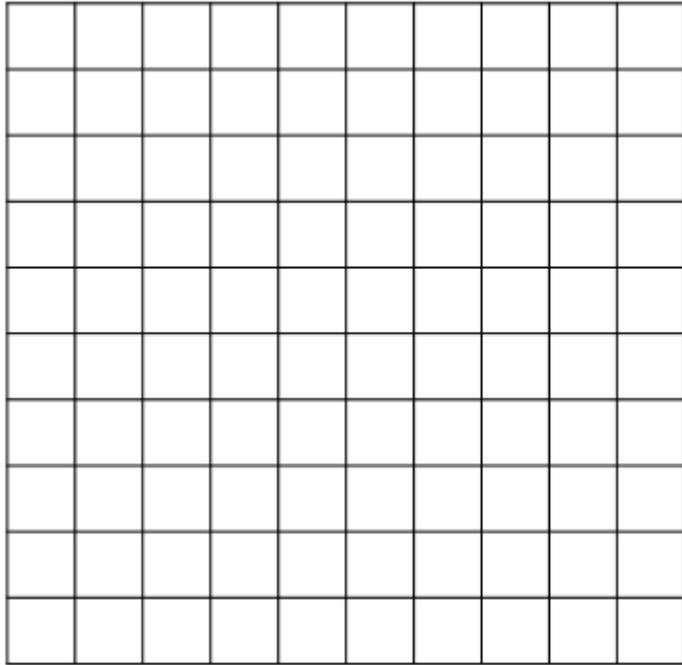
Paso 03: conectar los cables de medición del tablero a las salidas del osciloscopio.

Paso 04: observar e identificar el tipo de la onda en los siguientes componentes.

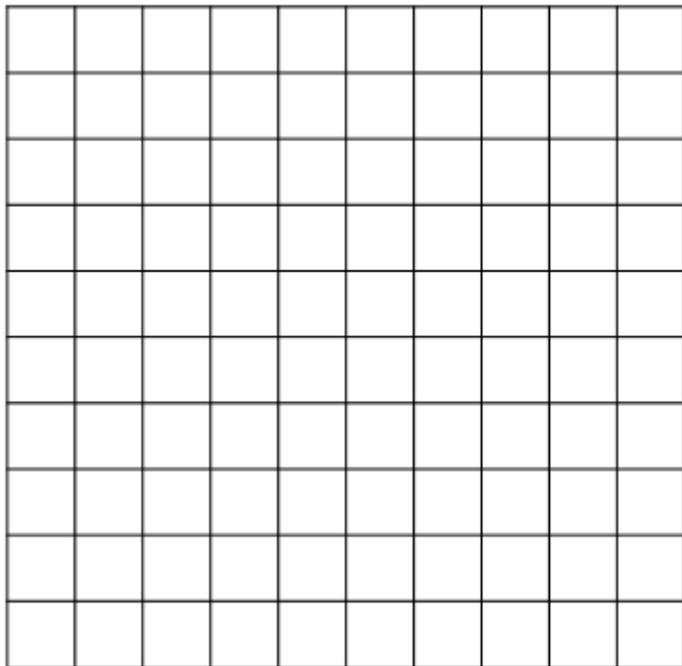
Componente	Característica	Resultado
Trasformador		
Rectificador onda completa		
Filtrado		
Salida del regulador		

RESULTADOS

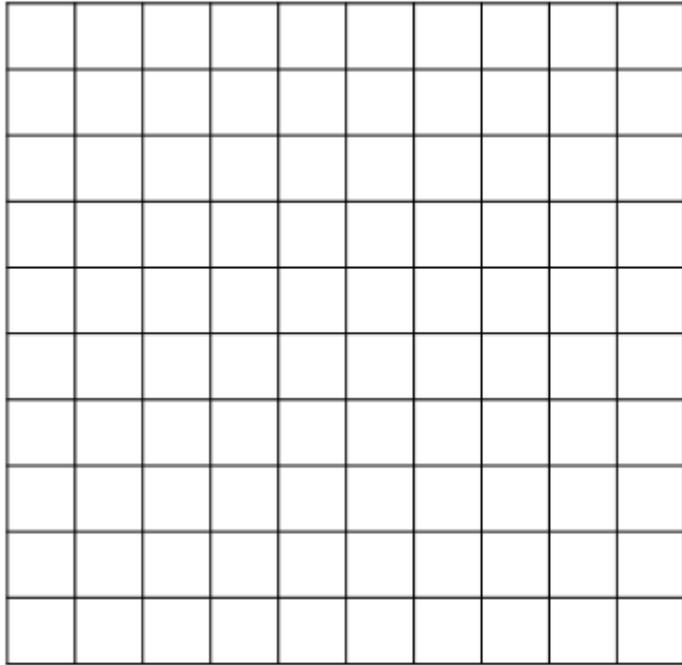
Dibujar las ondas que obtenemos de cada una de las etapas del circuito



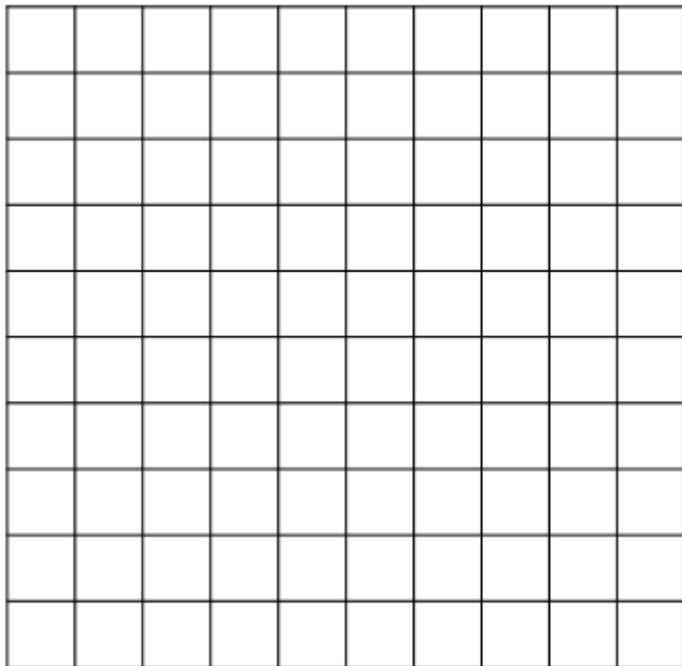
Forma de onda en el transformador.



Forma de onda en el rectificador ac/dc.



Forma de onda en la parte de filtrado.



Forma de onda en la salida del circuito.

Responder las siguientes preguntas:

Describe la forma de onda de la corriente alterna

Cite tres ejemplos de componentes electromecánicos que utilizamos en la vida cotidiana que cumpla la función de fuente variable.

¿Cuál es la función que cumple la parte de filtrado en el circuito?

CONCLUSIONES

¿Cómo califica el desarrollo de las prácticas de la materia de Electrónica de potencia?

Anexo 04: Práctica 02.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

NOMBRE:

CURSO:

PRACTICA N 02

MÓDULO CONTROLADOR DE VELOCIDAD Y LUMINOSIDAD CON PWM

INTRODUCCIÓN

Este método es también llamado a veces modulación por duración de pulso o modulación por longitud de pulso. La modulación de ancho de pulso es una técnica utilizada para controlar dispositivos, o para proveer un voltaje variable de corriente continua. Algunas aplicaciones en las que se utiliza PWM son controles de motores, de iluminación y de temperatura. La señal generada tendrá frecuencia fija y tiempos de encendido y apagado variables. En otras palabras, el período de la señal se mantendrá constante, pero la cantidad de tiempo que se mantiene en alto y bajo dentro de un período puede variar.

OBJETIVOS

- Conocer el diagrama de conexión de un circuito controlador de velocidad y luminosidad.
- Observar el tipo de onda que arroja el osciloscopio en el condensador de carga y descarga.

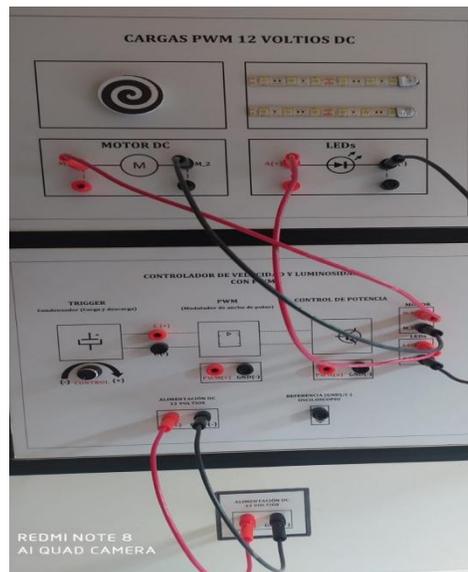
- Observar la forma de onda cuando pasa por los componentes del sistema.

MATERIALES

- Módulo didáctico controlador de velocidad y luminosidad con PWM
- Osciloscopio
- Cables de conexión
- Multímetro

DESARROLLO

Paso 1: procedemos a colocar los cables de conexión como se observa en la siguiente imagen.



Paso 02: tener los equipos de medición listos para utilizar.

Paso 03: conectar los cables de medición del tablero a las salidas del osciloscopio de manera correcta.

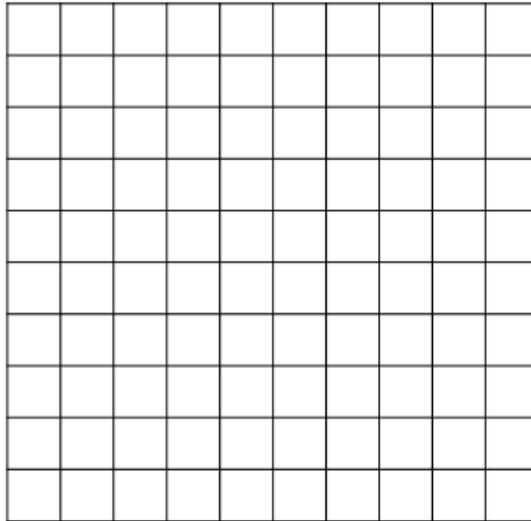
Paso 04: observar e identificar el tipo de la onda en los siguientes componentes.

Componente	Característica	Resultado
Trigger		
PWM		

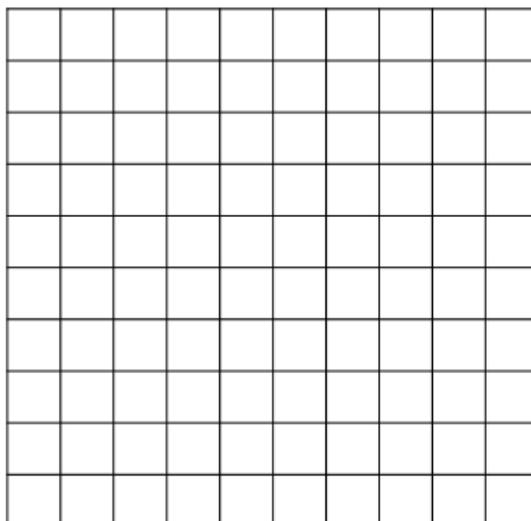
Control de potencia		
Salidas del circuito		

RESULTADOS

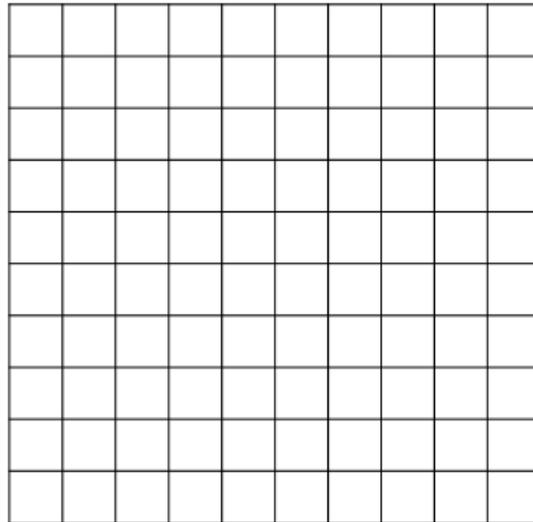
Dibujar las ondas que obtenemos de cada una de las etapas del circuito



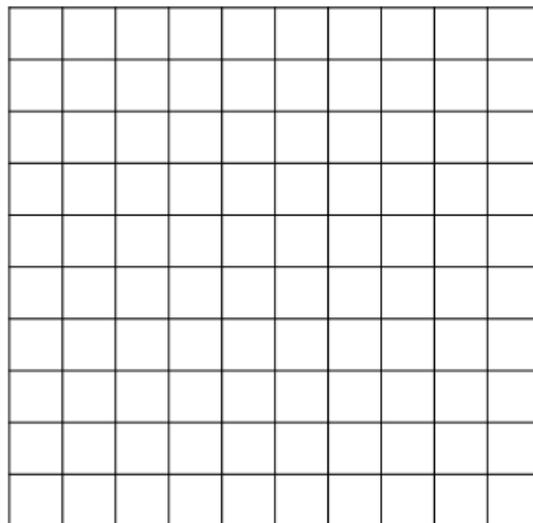
Forma de onda en el condensador de carga y descarga.



Forma de onda cuando pasa la corriente por el PWM.



Forma de onda en el control de potencia.



Forma de onda en las cargas motor y leds.

Responder las siguientes preguntas:

Cite tres ejemplos de componentes electromecánicos que utilizamos en la vida cotidiana donde se utilice el control de velocidad.





¿Cuál es la diferencia de las ondas entre el condensador y el PWM?

¿Qué función cumple el transistor en la parte de control de potencia?

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

Anexo 05: Practica 03.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

NOMBRE:

CURSO:

PRACTICA N 03

MÓDULO INVERSOR DC/AC

INTRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores hemos tratado uno de los procesos básicos de la transformación de energía eléctrica, denominado rectificación. Ahora trataremos el otro proceso básico denominado inversión. Por este término debemos interpretar aquel equipo capaz de transformar la energía continua en alterna. Si bien al estudiar los rectificadores controlados, vimos que se podía funcionar en sentido inverso, transformando la corriente continua en alterna, y por tanto trabajando como inversores. Sin embargo, para que los rectificadores controlados realicen esta faceta, necesitan estar conectados a una fuente alterna del exterior como carga, que impone la frecuencia en el lado de alterna, por lo que se llamaban inversores controlados o guiados (no autónomos). En este tema se estudiarán aquellos dispositivos que funcionen automáticamente, sin necesidad de estar conectados a ninguna red de alterna, de forma que se permita la transformación de continua a alterna cuando en el lado de alterna sólo haya receptores de energía. A estos dispositivos se les denominará inversores u onduladores autónomos o auto guiados. El funcionamiento de los inversores auto guiados se caracterizará por ser el propio dispositivo quién determina la frecuencia y la forma de

onda de la tensión alterna suministrada a la carga. En este capítulo trataremos de desarrollar los inversores estáticos con semiconductores.

OBJETIVOS

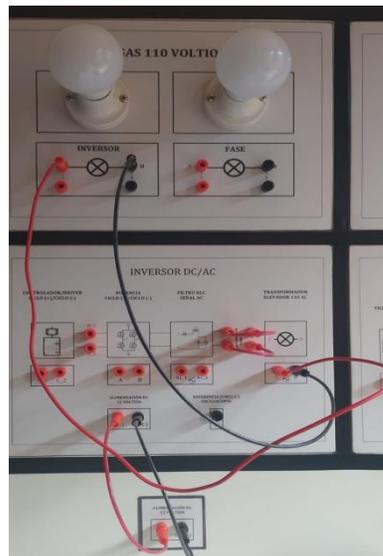
- Conocer el diagrama de conexión de un circuito inversor DC/AC.
- Observar el tipo de onda que arroja el osciloscopio en la parte de control.
- Observar las formas de ondas cuando pasa por los componentes del sistema.

MATERIALES

- Módulo didáctico inversor DC/AC
- Osciloscopio
- Cables de conexión
- Multímetro

DESARROLLO

Paso 1: procedemos a colocar los cables de conexión como se observa en la siguiente imagen.



Paso 02: tener los equipos de medición listos para utilizar.

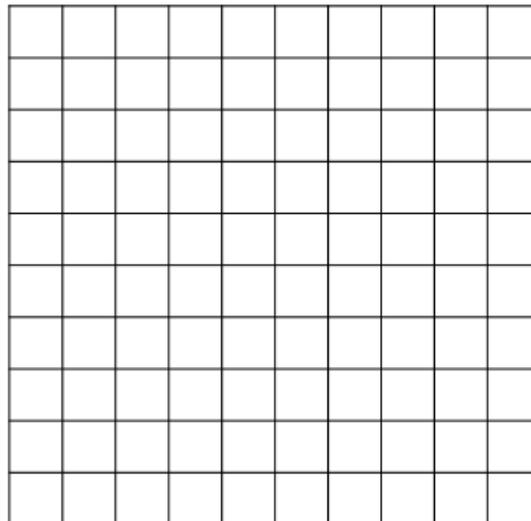
Paso 03: conectar los cables de medición del tablero a las salidas del osciloscopio de manera correcta.

Paso 04: observar e identificar el tipo de la onda en los siguientes componentes.

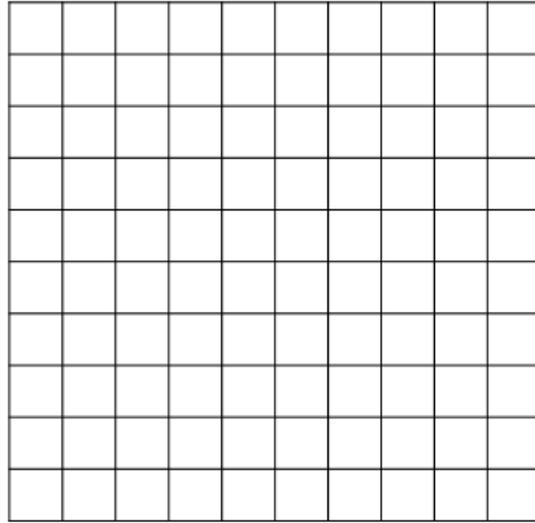
Componente	Característica	Resultado
Controlador/driver		
Potencia Ciclo positivo-negativo.		
Filtro RCL señal AC		
Transformador Elevador AC		

RESULTADOS

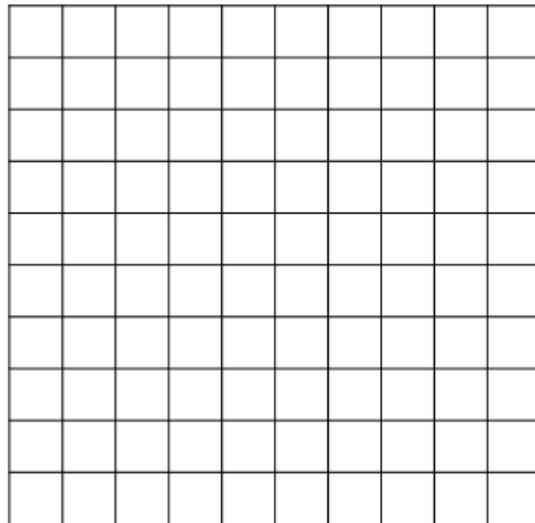
Dibujar las ondas que obtenemos de cada una de las etapas del circuito



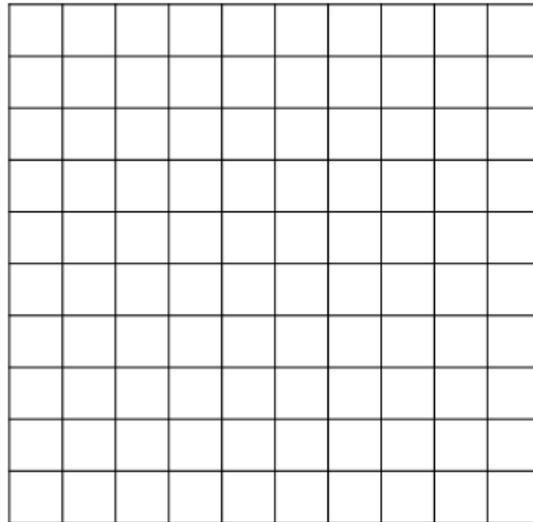
Forma de onda en la parte de control.



Forma de onda en la parte de potencia.



Forma de onda en el filtro RCL señal AC.



Forma de onda en el transformador elevador.

Responder las siguientes preguntas:

Cite tres

ejemplos de componentes electromecánicos donde se utilice el sistema inversor DC/AC.



¿Qué función cumple el driver en el circuito?

¿Cuál es la función de filtro del circuito?

CONCLUSIONE

RECOMENDACIONES

Anexo 06: Practica 04.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

NOMBRE:

CURSO:

PRACTICA N 02

MÓDULO CONTROLADOR DE FASE

INTRODUCCIÓN

En Electrónica se conoce por el nombre de Control de fase, a un sistema de control de la tensión, con muy bajas pérdidas, aplicable a la corriente alterna. Consiste en hacer que una carga alimentada con corriente alterna, en lugar de recibir todo el ciclo senoidal de la tensión de la red, reciba solo parte de ella. Para ello la carga se dispone en serie con un semiconductor capaz de conducir la corriente alterna (Triac) pero que en este caso se utilizará (SCR) en paralelo, puesto que se hará con potencias elevadas, estos permanecen sin conducir a partir del cruce por cero de la tensión, hasta que es hecho conducir a un tiempo variable a voluntad, desde el cruce por cero anterior, y que permanece conduciendo hasta el siguiente cruce por cero. El proceso se repite cada semi-ciclo. Como los tiempos equivalen a ángulos en la corriente alterna, y la diferencia entre ellos se llama ángulo de fase. Al controlar el ángulo en que se pone a conducir el semiconductor, se controla la tensión que llega a la carga. Sirve por ejemplo para variar la intensidad de luz producida por bombillas, o la velocidad de pequeños motores.

OBJETIVOS

- Conocer el diagrama de conexión de un circuito controlador de fase.
- Observar el tipo de onda que arroja el osciloscopio en la parte de control.
- Observar las formas de ondas cuando pasa por los componentes del sistema.

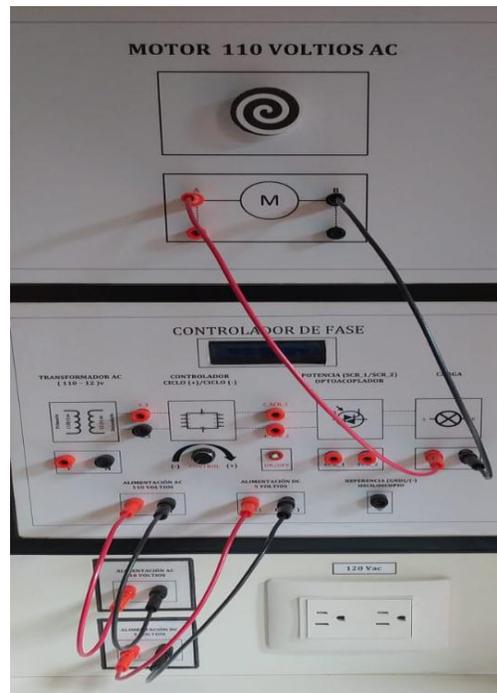
MATERIALES

- Módulo didáctico controlador de fase
- Osciloscopio

- Cables de conexión
- Multímetro

DESARROLLO

Paso 1: procedemos a colocar los cables de conexión como se observa en la siguiente imagen.



Paso 02: tener los equipos de medición listos para utilizar.

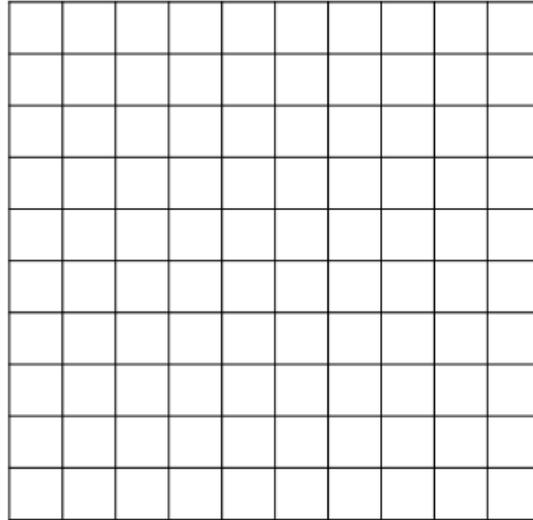
Paso 03: conectar los cables de medición del tablero a las salidas del osciloscopio de manera correcta.

Paso 04: observar e identificar el tipo de la onda en los siguientes componentes.

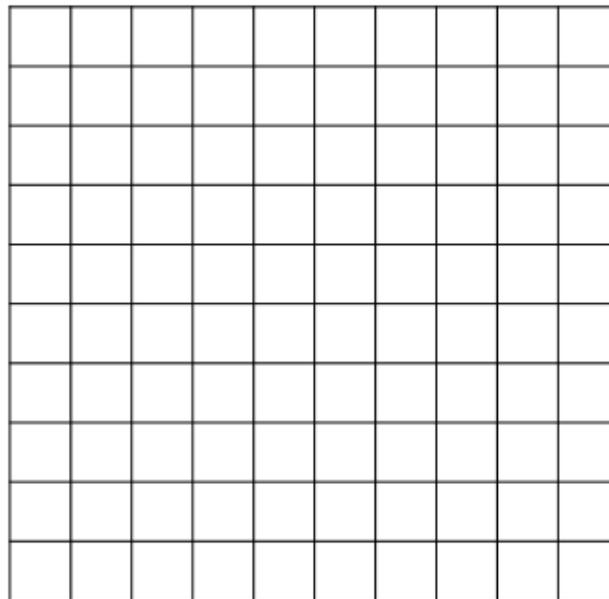
Componente	Característica	Resultado
Transformador 120v-12v		
Controlador ciclo positivo-negativo		
Optoacoplador		
Motor AC		

RESULTADOS

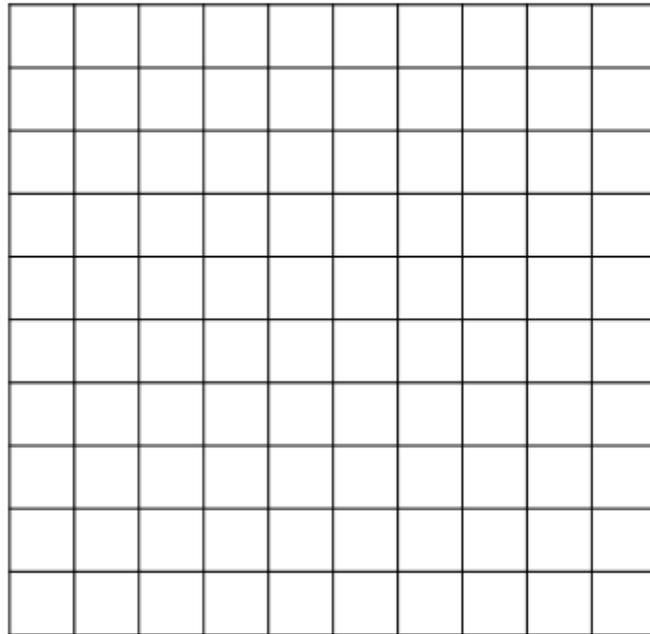
Dibujar las ondas que obtenemos de cada una de las etapas del circuito



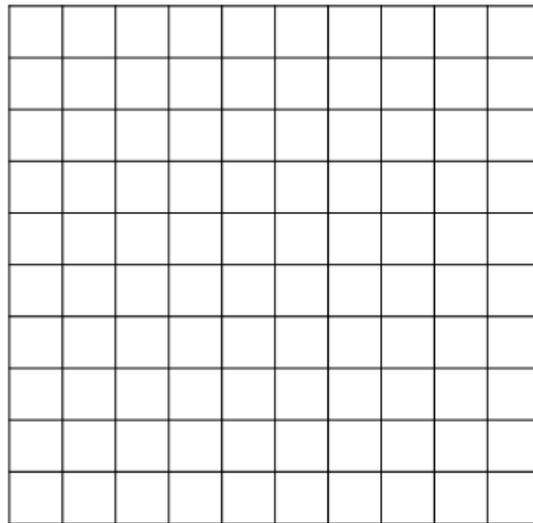
Forma de onda en el transformador.



Forma de onda en el controlador ciclo positivo – ciclo negativo.



Forma de onda en el optoacoplador.



Forma de onda en la carga del circuito.

Responder las siguientes preguntas:

Cite tres ejemplos de componentes electromecánicos donde se utilice el sistema controlador de fase.





¿Qué función cumple el controlador en ciclo positivo-negativo?

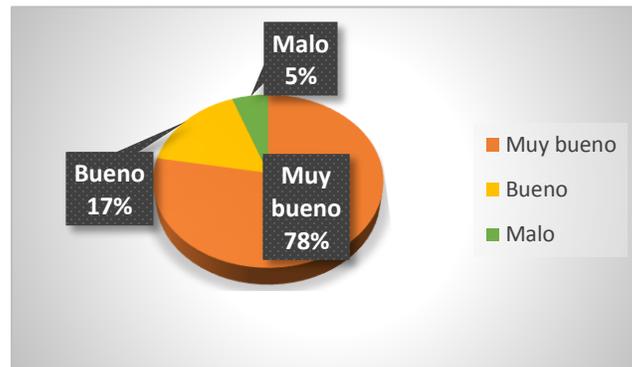
¿Cuál es la función el optoacoplador?

CONCLUSIONES

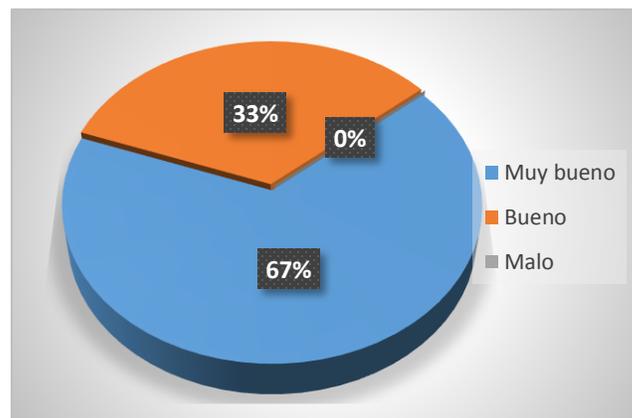
RECOMENDACIONES

Anexo 07: Encuesta realizada a los estudiantes de quinto semestre de la asignatura de electrónica de potencia.

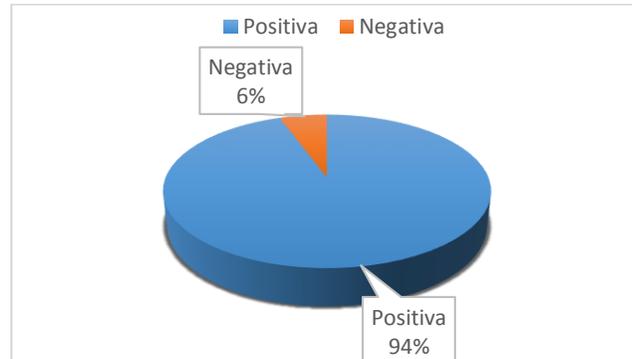
¿Qué tal le pareció el nuevo método de aprendizaje?



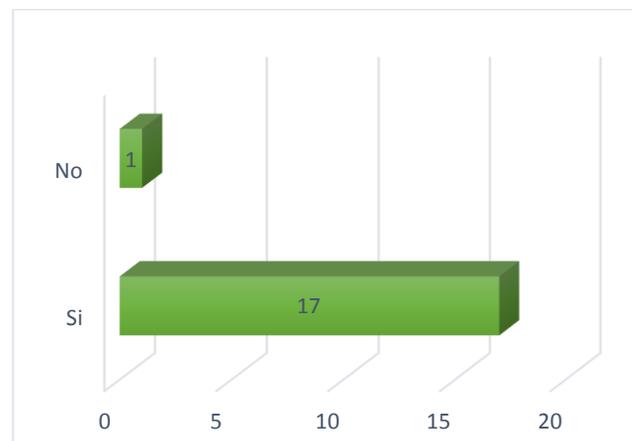
¿Qué tal le pareció en método de aprendizaje con el módulo didáctico de la materia de electromecánica?



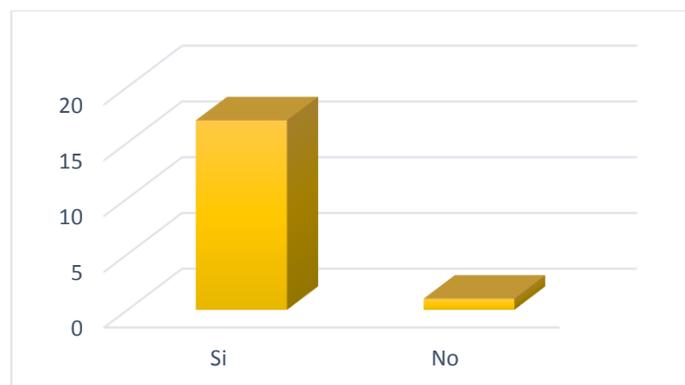
¿De qué manera cree usted que influye este nuevo método en su formación académica?



¿Cree usted que se debe trabajar más el desarrollo práctico que el desarrollo teórico?



¿Piensa usted que con el módulo didáctico de la materia de electrónica de potencia mejorará la calidad del aprendizaje?



Anexo 08: Curriculum del equipo de trabajo

CURRICULUM VITAE

INFORMACION PERSONAL**Apellidos y nombres:** Sillagana Guano

Alex Vladimir

Cédula de Identidad: 1804330270**Domicilio:** Quisapincha Comunidad Puganza Barrio San Francisco**Teléfono:**

0998142561

Correo electrónico:

alex.sillagana0270@utec.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

Nivel de Instrucción	Nombre de la Institución
Primaria	Escuela Fiscal Doctor Elías Toro Funes.
Secundaria	Colegio Nacional “Quisapincha”. Instituto Superior Tecnológico Docente “Guayaquil”.
Profesional(Tercer Nivel)	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana.

Área del conocimiento

- Electricidad
- Electrónica
- Mecánica Industrial
- Mecánica automotriz

CURRICULUM VITAE

INFORMACION PERSONAL



Apellidos y nombres: Flores Jacome

Evelin Valeria

Cédula de Identidad: 0504475831

Domicilio: San Pedro

Teléfono:

0939996399

Correo electrónico:

Evelyn.flores5831@utc.edu.ec

Estudios Realizados

Nivel de Instrucción	Nombre de la Institución
Primaria	“Escuela Tres de Febrero”
Secundaria	“Monseñor Leónidas Proaño”
Profesional(Tercer Nivel)	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana.

Área del conocimiento

- Electricidad
- Electrónica
- Mecánica industrial

Docente tutor



**Johnatan
Israel
Corrales
Bonilla**

**FECHA DE
NACIMIENTO**

15 Octubre 1990

DOMICILIO
Latacunga
Ecuador

ESTADO CIVIL

Casado

CONTACTOS

0984180679

corralesjohnatan@gmail.com



Habilidades / Capacidades

PROCESOS DE PRODUCCIÓN / MECATRÓNICA

Habilidades:

- Proyectar, diseñar, simular y construir sistemas, procesos y productos mecatrónicos.
- Asimilar y aplicar tecnologías adaptándolas a las necesidades del entorno productivo, social y ambiental, propiciando un desarrollo sustentable.
- Manejar herramientas a la vanguardia en la solución de problemas mecatrónicos.
- Controlar, automatizar, operar, supervisar, evaluar y mantener procesos mecatrónicos.

Experiencia:

- Desarrollo de proyectos dentro de la facultad.
- Pasantías en Novacero Cotopaxi en el área de control.
- Encargado del departamento técnico de la empresa A&M Systems.
- Ingeniero en Proyectos y Servicios en la empresa SEIN S.A.

GESTIÓN

Habilidades:

- Planificar, e implementar sistemas de información financiera.
- Aplicar metodologías de gestión de la calidad para la elaboración de proyectos.
- Elaboración de planes para la transformación digital, fundamentos y aplicación de Industria 4.0.
- Negociación y manejo de conflictos.
- Liderar grupos grandes de personas.
- Gestión de Personas.

Experiencia:

- Trato con clientes.
- Estudio de los desafíos de Gestión de personas para la inserción de la Industria 4.0.
- Manejo de grupos grandes de personas.

Formación académica

2017-2019 Instituto Tecnológico de Leiria (IPL- Portugal)
Título: Máster en Gestión

2008-2014 Universitarios: Universidad Internacional del Ecuador (UIDE)

Título: Ingeniero en Mecatrónica

2002-2008 Secundarios: Unidad Educativa Hermano Miguel
Sede: Latacunga

1996-2002 Primarios: Unidad Educativa San José La Salle
Sede: Latacunga

Idiomas

Idiomas
Español: Nivel alto. Idioma natal
Inglés: Nivel intermedio.
Portugués: Nivel intermedio.

Conocimientos Técnicos

- Informática:** Windows, Office Suite.
- Programación:** C, Java, POO, Visual Studio.
- Bases de datos:** SQL.
- Controladores:** PLC, D.C.S. DeltaV (Emerson)
- Diseño mecánico:** Autocad, Inventor, SolidWords, BobCat, Predator.
- Diseño eléctrico:** Solidworks Electrical, Proteus.
- Simulador de Procesos:** Automation Studio, Fluidsim, Labview, Mathlab, Matematica.
- Microcontroladores:** PIC, Arduino.
- Otros conocimientos:** Neumática, controladores, sensores, actuadores. Integración y comisionado de equipos con protocolos de red industrial (HART, Profibus, Modbus, Devicenet, Ethernet/IP). Manejo del estándar de comunicación OPC (OPC Mirror, Matrikon)

Cursos y Seminarios

"Circuits and Electronics 6.002x" Curso de estudio en línea ofrecido por MITX "INSTITUTO DE MASSACHUSETTS DE TECNOLOGÍA"

"ENERGÍAS RENOVABLES Y CAMBIO CLIMÁTICO" seminario dictado por: Ing. Francisco Salgado Torres, MSc, con duración de 8 horas.

"Seminarios de Contabilidad y Auditoría" Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI). Cuarto Semestre.

"TALLER TÉCNICO DE VÁLVULAS DE CONTROL FISHER" seminario dictado por: Ing. Alejandro Negrete, Coordinador de Operaciones PUFFER Venezuela, con duración de 40 horas.

" SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL BÁSICO" curso dictado por: Ing. Luis Gutiérrez, SEIN S.A., con duración de 24 horas.

" SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL INTERMEDIO" curso dictado por: Ing. Luis Gutiérrez, SEIN S.A., con duración de 40 horas.

Logros

Primer lugar a " MEJOR GESTIÓN EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA " con la empresa Intronix S.A. Especialidad Mecatrónica.

Mención al colaborador más destacado del centro de servicios del trimestre FY 16-Q2

Proyectos de investigación

- Desarrollo del proyecto de titulación con el tema: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PULPO DE SERIGRAFÍA CON TRES ESTACIONES DE TRABAJO, PARA PRODUCTOS TEXTILES DE LA EMPRESA JOLECC SPORT"
- Tema de disertación: "DESAFÍOS DE LA GESTIÓN DE PERSONAS CON LA INSERCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0."

Como proyectos y talleres dentro de la universidad se realizaron:

- CONSTRUCCIÓN DE UNA CNC PARA MADERA.
- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE "SISTEMA MECATRÓNICO CON MOVIMIENTO EN LOS 3 EJES Y RECONOCIMIENTO DE OBJETOS."
- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y EMPAQUETADO DE HUEVOS.
- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE "BRAZO SOLDADOR CON TRES GRADOS DE LIBERTAD"

Ponencias y cursos impartidos

Título: Desafíos de la Gestión de Personas con la inserción de la Industria 4.0.

Lugar y fecha: Latacunga, 17 Enero 2019.

Congreso: I Congreso de Informática 2019

Centro: Universidad Técnica de Cotopaxi

Título: Manejo de históricos en Deltav

Lugar y fecha: La Troncal, Marzo 2017.

Centro: Poliducto Pascuales Cuenca

Experiencia

Empresa: A&M Systems

Cargo: Jefe del Departamento Técnico.

Funciones:

- Diseño del cableado estructurado para la implementación de sistemas de seguridad.
- Diseño de un sistema de seguridad, con cámaras móviles y alarmas.
- Programación de controladores.
- Administración de sistemas, manejo de base de datos
- Control de calidad de sistemas implementados.
- Manejo de personal (4 personas) de mantenimiento.

Jefe Inmediato: Miguel Espinoza.

Enero 2014 a Septiembre 2014

Empresa: Novacero

Cargo: Pasantías Departamento de Proyectos, células innovadoras.

Funciones:

- Asignación personal para las actividades de mantenimiento.
- Inspección de las actividades al final de cada ciclo laboral.
- Cierre de órdenes de mantenimiento a través del sistema, con informes de los procesos del día.
- Levantamiento de actividades específicas para cada mantenimiento, de acuerdo a los procesos que tengan percance.
- Levantamiento de inventario de repuestos necesarios para mantenimiento preventivo, realizando un plan de alternativas de compra de repuestos.

Jefe Inmediato: Ing. Daniel Bonilla.

Enero 2013 a Mayo 2013

Empresa: SEIN S.A. (Emerson Process Management)

Cargo: Ingeniero en Proyectos y Servicios.

Funciones:

- Poliducto Pascuales-Cuenca:
 - Configuración en el sistema de control DeltaV
 - Instrumentación y Control.
 - Calibración de Instrumentos por AMS Suite
 - Desarrollo de lógicas de Programación en el sistema de control DeltaV.
 - Desarrollo de HMI.
 - Diseño e integración del Panel View MAGELIS.
 - Desarrollo Matriz Causa Efecto.
 - Revisión de la filosofía de operación del PPC (Poliducto Pascuales Cuenca).
 - Levantamiento de la red interzonas para comunicar el PPC.
 - Integración con otros sistemas, comisionado de equipos, puesta en marcha, manejo de protocolos de red y comunicación industrial (HART, Profibus, Modbus, Devicenet, Ethernet/IP).
 - Ingeniería de detalle con sistema DeltaV.
 - Soporte técnico en el Centro de Servicios y Campo.
 - Encargado de sistemas de las Terminales Cuenca y Troncal del PPC
 - Líder de sistemas para Puesta en marcha en Poliducto Pascuales Cuenca.
 - Integrador del sistema de control y SCADA en el Poliducto Pascuales Cuenca.

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Cargo: Docente Electromecánica

Cátedras:

- Sistemas de Control Oleoneumático
- Mecánica de Fluidos
- Métodos Numéricos
- Física
- Proyectos de Ingeniería Electromecánica

Jefe Inmediato: PhD. Yoandrys Morales

Octubre 2021 hasta la actualidad

Referencias

Empresa: A&M Systems.

Nombre: Miguel Espinoza

Cargo: Gerente de Ventas

Teléfono: 0998139633

email: miguelespinoza@aymsystems.com.ec

Empresa: Sein

Nombre: Ing. Luis Gutiérrez

Cargo: Supervisor de Sistemas de Control

Teléfono: 0998029175 **email:** luis.gutierrez@sein.com.ec

Empresa: Producargo

Nombre: Freddy Campoverde

Cargo: Supervisor Instrumentación /Control/Eléctrico

Teléfono: 0999981037 **email:** fcampoverde@producargo.com

Informe del Urkund



Document Information

Analyzed document	PDF-FLORES JACOME EVELIN VALERIA-SILLAGANA GUANO ALEX VLADIMIR.pdf (D132968857)
Submitted	2022-04-07T19:09:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com