



# UTEQ

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA ELECTRICIDAD**

Trabajo de Integración  
Curricular previa la obtención  
del Grado Académico de  
Ingeniero Eléctrico.

**PROYECTO TECNOLÓGICO:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA MEJORA DEL  
PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE EN SISTEMAS ANALÓGICOS EN  
EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA CARRERA  
ELECTRICIDAD EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO,  
CAMPUS LA MARÍA”**

**AUTOR:**

ERICK JOEL PACHECO RENJIFO

**DIRECTOR DEL PROYECTO TECNOLÓGICO:**

ING. ALFONSO JAVIER GUNSHA MORALES, MSC.

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

**2025**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ERICK JOEL PACHECO RENJIFO**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**ERICK JOEL PACHECO RENJIFO**

**C.I: 120840792-2**



## CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO TECNOLÓGICO


El suscrito, Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Erick Joel Pacheco Renjifo**, realizó el Proyecto Tecnológico de grado titulado **“Implementación de un Módulo Didáctico para la Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Sistemas Analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Carrera Electricidad en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus La María”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

**Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO TECNOLÓGICO:**



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto Tecnológico titulado “Implementación de un Módulo Didáctico para la Mejora del Proceso de Enseñanza- Aprendizaje en Sistemas Analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Carrera Electricidad en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus La María”. Presentado por el estudiante **Erick Joel Pacheco Renjifo**, egresado de la Carrera Electricidad, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis del sistema COMPILATIO el cual avala los niveles de originalidad en un 98% y similitud 2%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

 <b>CERTIFICADO DE ANÁLISIS</b> magister	<b>Revision Pacheco Erick</b>	<b>2%</b> Textos sospechosos	<b>2% Similitudes</b> 1% similitudes entre comillas < 1% entre las fuentes mencionadas <b>5% Idiomas no reconocidos (Ignorado)</b>
Nombre del documento: Revision Pacheco Erick.pdf ID del documento: 0e684e2336362ef1593241a92fd7aeb20c181fbd Tamaño del documento original: 2.82 MB Autores: []	Depositante: ALFONSO JAVIER GUNSHA MORALES Fecha de depósito: 10/3/2025 Tipo de carga: Interface Fecha de fin de análisis: 10/3/2025	Número de palabras: 23.748 Número de caracteres: 181.537	

**Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc**

**DIRECTOR DEL PROYECTO TECNOLÓGICO:**



# UTEQ

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE ELECTRICIDAD

PROYECTO TECNOLÓGICO

**TÍTULO:**

“Implementación de un Módulo Didáctico para la Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Sistemas Analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Carrera Electricidad en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus La María”

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Piñco Vanegas Juan Carlos, MCs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Andrés Alexander De la Torre  
Macías. MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Samantha Marlene Puento  
Bosquez. MSc

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2025

## **AGRADECIMIENTO**

Con profundo agradecimiento, dedico este espacio a todas las personas que, de manera significativa, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta tesis. Su apoyo incondicional, enseñanzas y constante motivación fueron indispensables a lo largo de este proceso.

En primer lugar, expreso mi más sincero reconocimiento al Ing. Alfonso Javier Gunsha Morales, MSc., mi director de tesis, cuya sabiduría y conocimiento fueron pilares fundamentales para el éxito de este proyecto. Su guía constante, paciencia y compromiso enriquecieron cada etapa de este trabajo, marcando una diferencia significativa en mi formación.

Asimismo, agradezco profundamente al Ing. Milton Geovany Cuenca Cabrera, MSc., quien compartió generosamente su experiencia y conocimientos, fortaleciendo las discusiones y aportando valiosas perspectivas. Sus contribuciones fueron esenciales para mejorar la estructura, la calidad investigativa y el desarrollo técnico de este proyecto.

No puedo dejar de mencionar a mi madre y a mi abuelita, quienes han sido pilares fundamentales en este proyecto y a lo largo de toda mi vida. Su amor incondicional, su respaldo y su fortaleza han sido el motor detrás de cada logro. Gracias por ser mi mayor inspiración y por enseñarme el valor de la perseverancia, el esfuerzo y la dedicación.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su apoyo, enseñanzas y motivación.

## **DEDICATORIA**

A mi amada madre, pilar fundamental de mi vida, gracias por tu esfuerzo incansable, apoyo emocional y por asegurarte de que nunca me faltara nada. Tu amor incondicional, confianza y motivación han sido mi mayor impulso para superar obstáculos y perseverar en momentos difíciles. Esta tesis es tanto tuya como mía.

A mi querida abuelita, cuyo cariño y apoyo constante han sido una fuente de inspiración. Gracias por ser uno de mis mayores motivos de superación y por enseñarme el valor de la bondad, fortaleza y sacrificio.

También dedico este trabajo a mis profesores y mentores, cuya sabiduría, paciencia y guía marcaron un antes y un después en mi educación. Gracias por despertar en mí la pasión por el conocimiento y ser guías invaluableles en mi desarrollo académico. Su influencia ha dejado una huella profunda, y espero seguir aprendiendo de sus enseñanzas.

A todos ustedes, esta tesis es un reflejo de su apoyo y de la confianza que depositaron en mí.

***Erick Joel Pacheco Renjifo***

## RESUMEN

Este proyecto tiene como propósito principal la implementación de un módulo didáctico orientado al aprendizaje práctico de sistemas analógicos. Este módulo permitirá analizar y comparar el comportamiento real de las pérdidas de potencia en componentes electrónicos con los valores ideales obtenidos mediante herramientas de simulación, como software especializado. La integración de este recurso tiene como objetivo enriquecer el proceso educativo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, específicamente en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, optimizando la formación académica y práctica de los estudiantes de la carrera Electricidad.

La implementación del módulo no solo fomentará un aprendizaje más profundo y significativo de los conceptos relacionados con la electrónica analógica, sino que también contribuirá al desarrollo de habilidades prácticas esenciales para enfrentar desafíos técnicos en el campo de la ingeniería eléctrica y electrónica. La electrónica analógica es un pilar clave en la comprensión y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales utilizados en diversas aplicaciones industriales y tecnológicas.

Además, este módulo está diseñado para superar las limitaciones identificadas en el acceso y realización de prácticas educativas en el laboratorio, abordando la brecha entre el aprendizaje teórico y práctico en las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica. En este contexto, se presenta el proyecto titulado "Implementación de un Módulo Didáctico para la Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Sistemas Analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Carrera Electricidad en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus La María".

**Palabras clave:** Módulo didáctico, Electrónica analógica, Sistemas analógicos.

## ABSTRACT

The main purpose of this project is the implementation of a didactic module aimed at practical learning of analog systems. This module will allow to analyze and compare the real behavior of power losses in electronic components with the ideal values obtained by simulation tools, such as specialized software. The integration of this resource aims to enrich the educational process at the State Technical University of Quevedo, specifically at the Faculty of Engineering Sciences, optimizing the academic and practical training of students of the Electricity career.

The implementation of the module will not only encourage a deeper and more meaningful learning of the concepts related to analog electronics, but will also contribute to the development of practical skills essential for facing technical challenges in the field of electrical and electronic engineering. Analog electronics is a key pillar in the understanding and design of combinational and sequential circuits used in various industrial and technological applications.

In addition, this module is designed to overcome the limitations identified in the access and realization of educational practices in the laboratory, addressing the gap between theoretical and practical learning in the subjects of Electrical Circuits and Analog Electronics. In this context, the project entitled "Implementation of a Didactic Module for the Improvement of the Teaching-Learning Process in Analog Systems in the Laboratory of Electricity and Electronics of the Electricity Career at the State Technical University of Quevedo, La María Campus" is presented.

**Keywords:** Didactic module, Analog electronics, Analog systems.

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO TECNOLÓGICO .....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
CÓDIGO DUBLIN .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
MARCO CONTEXTUAL DEL PROYECTO TECNOLÓGICO .....	2
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.1.2. Formulación del problema .....	4
1.1.3. Sistematización del problema .....	4
1.2. OBJETIVOS .....	5
1.2.1. Objetivo General .....	5
1.2.2. Objetivos Específicos .....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	5
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO TECNOLÓGICO .....	7
2.1. MARCO REFERENCIAL .....	8
2.1.1. Aprendizaje Práctico .....	10
2.1.2. Diseño Modular .....	10
2.1.3. Módulos Didácticos en Ingeniería Eléctrica .....	10
2.1.4. Circuitos RLC .....	11

2.1.5.	Frecuencia de Resonancia .....	12
2.1.6.	Potencia Eléctrica .....	12
2.1.7.	Resistencias y Capacitancias .....	13
2.2.	MARCO CONCEPTUAL .....	14
2.1.8.	Ley de Ohm .....	14
2.1.9.	Primera Ley de Kirchhoff (Ley de Corrientes) .....	14
2.1.10.	Segunda Ley de Kirchhoff (Ley de Voltajes).....	15
2.1.11.	Metodologías Didácticas en Laboratorios Técnicos: Ventajas del Aprendizaje Práctico.	16
2.1.12.	Circuitos RLC en Corriente Alterna: Resonancia, Impedancia y Reactancia	16
2.1.13.	Resonancia en Circuitos RLC .....	17
2.1.14.	Impedancia en Circuitos RLC .....	17
2.1.15.	Funcionamiento y Aplicaciones de Transistores BJT, JFET y MOSFET.....	17
2.1.15.1.	Transistores BJT (Transistor de Unión Bipolar).....	18
2.1.15.2.	Transistores JFET (Transistores de Efecto de Campo de Unión).....	24
2.1.16.	Tiristores: SCR, TRIAC y DIAC, características y usos.....	27
2.1.16.1.	SCR (Rectificador Controlado de Silicio) .....	27
2.1.16.2.	TRIAC y DIAC.....	27
2.1.17.	Amplificadores de Potencia: Clases AB, C y D .....	27
2.1.18.	Osciladores electrónicos: tipos (Hartley, Colpitts, cristal) y aplicaciones prácticas Osciladores Hartley y Colpitts .....	28
2.1.19.	Métodos de acoplamiento en amplificadores: capacitivo, inductivo y directo	28
2.1.20.	Convertidores de potencia: AC-DC, DC-AC, DC-DC y sus principios operativos AC-DC y DC-AC .....	29
2.1.21.	Pérdidas de potencia en elementos electrónicos: causas y mitigación .....	29
2.1.22.	Simulación vs resultados prácticos en circuitos analógicos: herramientas como Multisim o Proteus .....	30
2.1.23.	Sistemas analógicos vs digitales: diferencias fundamentales y aplicaciones mixtas	30
2.1.24.	Física de semiconductores: fundamentos para entender dispositivos electrónicos modernos.....	31
2.1.25.	Filtros analógicos (paso bajo, paso alto, paso banda): diseño y aplicaciones prácticas con op-amps .....	31

2.1.26.	Reducción de ruido en sistemas analógicos: técnicas para mejorar la calidad del diseño electrónico.....	31
2.1.27.	Bucles de bloqueo de fase (PLL) y osciladores controlados por tensión (VCO)	
	32	
2.1.27.1.	PLL: Principios y aplicaciones.....	32
2.1.27.2.	VCO en diseño práctico.....	32
2.1.28.	Aplicaciones prácticas de los tiristores e IGBT en convertidores industriales modernos.....	32
2.1.28.1.	Tiristores: aplicaciones industriales.....	32
2.1.28.2.	IGBT en electrónica de potencia.....	32
2.1.29.	Eficiencia energética en circuitos electrónicos: análisis práctico con elementos reales e ideales.....	33
2.1.30.	Diseño práctico de tableros didácticos para laboratorios educativos en electrónica analógica.....	33
2.2.	MARCO LEGAL.....	34
2.2.1.	Normas y Estándares Internacionales.....	34
2.2.2.	Normativas Técnicas Nacionales.....	35
2.1.2.	Leyes y Reglamentos Nacionales.....	36
2.1.3.	Reglamentos y Políticas Institucionales.....	36
CAPÍTULO III.....		38
METODOLOGÍA DEL PROYECTO TECNOLÓGICO.....		38
3.1.	MARCO DE FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO TECNOLÓGICO.....	39
3.1.1.	Localización.....	39
3.1.2.	Tipos de Investigación.....	39
3.1.3.	Métodos de Investigación.....	40
3.1.4.	Fuentes de Recopilación de Información.....	42
3.1.5.	Instrumentos de Investigación.....	43
3.2.	CRONOGRAMA.....	43
3.2.1.	Primera etapa.....	43
3.2.2.	Segunda etapa.....	44
3.3.	RECURSOS, PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO.....	45
3.3.1.	Recursos Humanos, Técnicos y Materiales.....	45
3.3.2.	Presupuesto.....	47

3.3.3.	Financiamiento .....	51
3.4.	INSTRUMENTOS PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	52
3.4.1.	Software de Gestión de Proyectos .....	52
3.5.	INDICADORES DE EVALUACIÓN .....	54
3.5.1.	Cumplimiento del Cronograma y Plazos.....	54
3.5.2.	Gestión del Presupuesto. ....	54
3.5.3.	Alcance y Objetivos del Proyecto .....	55
3.5.4.	Adopción y Uso Tecnológico .....	55
3.5.5.	Eficiencia Operativa del Módulo.....	56
3.5.6.	Seguridad y Cumplimiento Normativo .....	56
3.5.7.	Innovación y Diferenciación .....	56
CAPÍTULO IV .....		58
RESULTADO .....		58
4.1.	INVENTARIO DE MATERIALES, EQUIPOS GUÍAS PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA.....	59
4.1.1.	Equipos electrónicos.....	59
4.1.2.	Inventario de dispositivos electrónicos.....	60
4.1.3.	Guías experimentales.....	63
4.2.	CONSTRUIR MODULO DIDÁCTICO DE SISTEMA ANALÓGICOS QUE CUMPLAN CON LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LAS ASIGNATURAS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICA ANALÓGICA.....	65
4.2.1.	Diseño del módulo didáctico .....	65
4.2.2.	Implementación del módulo didáctico. ....	66
4.2.3.	Producto tecnológico desarrollado. ....	68
4.3.	EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA MEDIANTE EL DESARROLLO DE PRUEBAS PILOTO. ....	76
4.3.1.	Pruebas Realizadas .....	77
4.3.2.	Tiempo Promedio por Grupo.....	83
4.3.3.	Evaluación del Rendimiento Académico de los Estudiantes .....	84
4.4.	MANUAL DE USO Y GUÍAS PRÁCTICAS PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DE SISTEMAS ANALÓGICOS, CONSIDERANDO LOS SÍLABOS DE LAS ASIGNATURAS. ....	85
4.4.1.	Manual de Operación y Prácticas .....	85
CAPÍTULO VI .....		87

BIBLIOGRAFÍA.....	87
CAPÍTULO VII.....	93
ANEXO .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de verdad de la compuerta AND. con transifores.....	20
Tabla 2. Tabla de verdad de la compuerta AND con transifores.....	21
Tabla 3. Tabla de verdad de la compuerta NAND con transifores.....	22
Tabla 4. Tabla de verdad de la compuerta NOR con transifores.....	23
Tabla 5. Tabla de verdad de la compuerta XOR con transifores.....	23
Tabla 6. Tabla de verdad de la compuerta XOR con transifores.....	24
Tabla 7. Comparación entre BJT, JFET y MOSFET.....	26
Tabla 8. Costo de resistencias acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	47
Tabla 9. Costo de capacitores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	48
Tabla 10. Costo de Transistores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	48
Tabla 11. Costo de Diodos acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	49
Tabla 12. Costo de Puentes rectificadores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	49
Tabla 13. Costo de Tiristores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	49
Tabla 14. Costo de Interruptores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	50
Tabla 15. Costo de Potenciómetros acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	50
Tabla 16. Costo de Transformadores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	50
Tabla 17. Costo de otros componentes acorde a la ejecución del proyecto tecnológico.....	51
Tabla 18. Inventario de equipos electrónicos.....	59
Tabla 19. Inventario de instrumentos de medición y dispositivos básicos.....	60
Tabla 20. Inventario de componentes pasivos.....	61
Tabla 21. Inventario de fuentes de luz y conectores.....	61
Tabla 22. Inventario de resistencias y potenciómetros.....	62
Tabla 23. Inventario de dispositivos no lineales y transistores.....	62
Tabla 24. Prácticas disponibles según el manual del equipo.....	64
Tabla 25. Datos técnicos del transistor 2N2222.....	68

Tabla 26. Datos técnicos del transistor 2N3904. ....	69
Tabla 27. Datos técnicos del transistor BC547.....	70
Tabla 28. Datos técnicos del transistor 2SK30ATM. ....	71
Tabla 29. Datos técnicos del transistor 2N7000. ....	72
Tabla 30. Datos técnicos del transistor C106D.....	73
Tabla 31. Datos técnicos del transistor BT136. ....	74
Tabla 32. Datos técnicos del transistor DB3.....	75
Tabla 33. Resultados de las pruebas piloto con estudiantes. ....	77
Tabla 34. Resultados de las pruebas piloto con estudiantes. ....	78
Tabla 35. Resultados de las pruebas piloto con estudiantes. ....	80
Tabla 36. Resultados de las pruebas piloto con estudiantes. ....	82
Tabla 37. Tiempo controlado de cada una de las practicas. ....	83
Tabla 38. Calificaciones por grupo en las prácticas piloto .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de un conjunto de módulos didácticos de electrónica básica. ....	11
Figura 2. Circuito RLC .....	11
Figura 3. Fórmula sobre la frecuencia de resonancia .....	12
Figura 4. Fórmula de la potencia eléctrica.....	13
Figura 5. Resistencia y capacitadores .....	13
Figura 6. El triángulo de la ley de Ohm.....	14
Figura 7. Primera ley de Kirchhoff.....	15
Figura 8. Segunda Ley de Kirchhoff (Ley de Voltajes) .....	15
Figura 9. Compuerta AND con Transistores .....	19
Figura 10. Compuerta NOT con Transistores.....	20
Figura 11. Compuerta NAND.....	21
Figura 12. Compuerta NOR con Transistores. ....	22
Figura 13. Compuerta XOR simbología. ....	23
Figura 14. Compuerta XNOR simbología. ....	24
Figura 15. Ubicación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Campus La María.	39
Figura 16. Cronograma de actividades de la primera etapa.....	44
Figura 17. Cronograma de actividades de la segunda etapa. ....	44
Figura 18. Herramientas de Gestión de Documentos. ....	53
Figura 19. Equipo didáctico modelo E70200. ....	63
Figura 20. Diseño del módulo didáctico en el programa Corel draw. ....	66
Figura 21. Implementación del módulo didáctico .....	67
Figura 22. Pruebas piloto con estudiantes .....	76
Figura 23. Simulación en proteus conmutador Scr Dc .....	77
Figura 24. Resultado de la práctica en conmutador SCR Dc.....	78

Figura 25. Simulación en proteus conmutador SRC Ac.....	79
Figura 26. Resultado de la práctica de conmutador Scr Ac.....	79
Figura 27. Simulación en proteus compuerta Or .....	81
Figura 28. Resultado de práctica de compuerta Or.....	81
Figura 29. Simulación en proteus con conmutador Díac- Triac.....	82
Figura 30. Resultado de práctica con conmutador Día – Triac. ....	83
Figura 31. Diagram de barras del rendimiento academico de las pruebas piloto . ....	83

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Construcción de soporte del tablero.....	93
Anexo 2. Diseño del módulo impreso en vinilo adhesivo. ....	94
Anexo 3. Perforación del tablero para conectores. ....	95
Anexo 4. Colocación de los conectores banana hembra.....	95
Anexo 5. Instalación de los componentes necesarios.....	96
Anexo 6. Soldadura de componentes con estaño.....	96
Anexo 7. Manual de utilización del módulo didáctico. ....	96

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	"Implementación de un Módulo Didáctico para la Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Sistemas Analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Carrera Electricidad en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus La María".		
<b>Autor:</b>	Erick Joel Pacheco Renjifo		
<b>Palabras claves:</b>	Módulo Didáctico	Electrónica analógica	Sistemas analógicos
<b>Fecha de publicación:</b>	JUNIO-2025		
<b>Editorial:</b>	Quevedo- UTEQ "La María", 2025		
<b>Resumen: (hasta 300 palabras)</b>	<p>Este proyecto tiene como objetivo la implementación de un módulo didáctico para el aprendizaje práctico de sistemas analógicos. El módulo permitirá analizar y comparar las pérdidas de potencia en componentes electrónicos con los valores ideales obtenidos mediante herramientas de simulación, como software especializado. El propósito es enriquecer el proceso educativo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, optimizando la formación académica y práctica de los estudiantes de la carrera de Electricidad. La implementación fomentará un aprendizaje más profundo de los conceptos de electrónica analógica y contribuirá al desarrollo de habilidades prácticas necesarias para enfrentar desafíos en ingeniería eléctrica y electrónica. La electrónica analógica es clave en el diseño de circuitos combinacionales y secuenciales utilizados en diversas aplicaciones industriales. Además, el módulo está diseñado para superar limitaciones en el acceso y realización de prácticas en el laboratorio, cerrando la brecha entre el aprendizaje teórico y práctico en las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica.</p>		
<b>Abstract: (hasta 300 palabras)</b>	<p>Abstract: This project aims to implement a teaching module for practical learning of analog systems. The module will allow the analysis and comparison of power losses in electronic components with ideal values obtained through simulation tools, such as specialized software. The purpose is to enrich the educational process at the Quevedo State Technical University, optimizing the academic and practical training of students in the Electrical Engineering program. The implementation will foster a deeper understanding of analog electronics concepts and contribute to the development of practical skills necessary to face challenges in electrical and electronic engineering. Analog electronics is key to the design of combinational and sequential circuits used in various industrial applications. Furthermore, the module is designed to overcome limitations in access to and implementation of laboratory practices, bridging the gap between theoretical and practical learning in the subjects of Electrical Circuits and Analog Electronics.</p>		
<b>Descripción:</b>	179 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
<b>URI:</b>			

## INTRODUCCIÓN

La carrera de Electricidad en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus La María, atraviesa una etapa de transformación orientada a fortalecer la relación entre teoría y práctica. Ante la creciente demanda de profesionales en ingeniería eléctrica, se reconoce la importancia de la electrónica analógica como base para comprender y desarrollar sistemas electrónicos avanzados [1].

Con este propósito, se propone implementar un módulo didáctico innovador y multifuncional, que facilite prácticas experimentales sobre compuertas lógicas con BJT, amplificadores con JFET y MOSFET, clases de amplificadores A, B y C, así como osciladores Colpitts y Hartley. Esta diversidad permitirá a los estudiantes interiorizar los principios de la electrónica analógica y de potencia [2].

El módulo enriquecerá el currículo mediante un enfoque práctico, integrando herramientas pedagógicas modernas para desarrollar habilidades técnicas clave. Se prevé una fase de diseño, construcción y evaluación, utilizando encuestas, entrevistas y observaciones con estudiantes de distintos niveles, garantizando su efectividad y atractivo educativo [3]. Este enfoque práctico permitirá aplicar los conocimientos teóricos en contextos reales, fortaleciendo así una comprensión más sólida y duradera de los principios de la electrónica [4].

El proyecto incluye una fase meticulosa de diseño y construcción del módulo, seguida de una evaluación rigurosa mediante diversos métodos, incluyendo encuestas, entrevistas y observaciones directas con estudiantes de diferentes niveles académicos. Este enfoque integral garantizará que el módulo no solo sea efectivo en términos educativos, sino también atractivo y motivador para los estudiantes, contribuyendo así a una mejora sustancial en el proceso de enseñanza-aprendizaje [5].

Con la implementación de este módulo didáctico, se aspira a elevar significativamente la calidad educativa y a empoderar a los estudiantes para que enfrenten con confianza y competencia los desafíos del mercado laboral actual. Esta iniciativa representa un paso decisivo hacia la excelencia académica y profesional en el ámbito de la ingeniería eléctrica, reafirmando el compromiso de la universidad con la formación de líderes innovadores y altamente capacitados en el sector eléctrico y electrónico.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DEL PROYECTO TECNOLÓGICO**

## **1.1. Problema de investigación**

### ***1.1.1. Planteamiento del problema***

En el Laboratorio de electricidad y electrónica de la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus La María”, en el contexto del desarrollo de un módulo didáctico para electrónica analógica en el programa de ingeniería en electricidad, se identifica una oportunidad significativa de mejora en el entorno del laboratorio universitario. A pesar de recibir una formación sólida y tener acceso a simulaciones, los estudiantes enfrentan desafíos al intentar aplicar ese conocimiento en prácticas reales.

La disponibilidad limitada de recursos específicos, particularmente en lo que respecta a componentes electrónicos analógicos esenciales, puede dificultar que los estudiantes experimenten y comprendan las complejidades y matices de los circuitos. Incluso elementos que podrían parecer menores, como conductores o cables, pueden influir en el rendimiento de los sistemas, ocasionando perturbaciones o caídas de voltaje que afectan la fiabilidad de los resultados.

Esta situación puede limitar la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades de diagnóstico y solución de problemas en condiciones prácticas. Por tanto, es esencial abordar esta oportunidad de mejora para asegurar que la educación impartida prepare efectivamente a los estudiantes para los retos del mundo profesional, donde la aplicación práctica del conocimiento teórico es fundamental para el éxito y la innovación en la ingeniería en electricidad.

- **Diagnóstico**

En el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus La María, actualmente se realizan algunas prácticas relacionadas con electrónica analógica, pero estas son muy básicas y no abarcan todos los aspectos necesarios para una formación completa en esta área. Las actividades suelen centrarse en la introducción a componentes básicos, sin profundizar en circuitos más avanzados ni en aplicaciones prácticas que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas esenciales. Esta falta de recursos y herramientas especializadas limita el aprendizaje y dificulta que los estudiantes puedan adquirir una comprensión sólida de los principios fundamentales de la electrónica analógica, lo cual es crucial para su desarrollo profesional.

- **Pronóstico**

Se espera que la implementación del módulo didáctico en Electrónica Analógica será una solución efectiva para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Carrera de Electricidad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus "La María". Este módulo permitirá a los estudiantes realizar prácticas más completas y enfocadas en los principios fundamentales de la electrónica analógica, fortaleciendo así su capacidad para aplicar los conocimientos teóricos en contextos prácticos. Además, se espera que este recurso fomente un aprendizaje más dinámico e interactivo, despertando un mayor interés por esta área específica y motivando a los estudiantes a desarrollar habilidades técnicas esenciales. Con este proyecto, se busca no solo cerrar la brecha entre teoría y práctica, sino también contribuir al desarrollo académico y profesional de los estudiantes, posicionando al laboratorio como un espacio innovador y mejor equipado para afrontar los retos del mercado laboral actual.

### ***1.1.2. Formulación del problema***

¿Cómo influye la implementación de un módulo didáctico para sistemas analógicos en el laboratorio de Electricidad y Electrónica de la carrera Electricidad?

### ***1.1.3. Sistematización del problema***

¿Qué recursos técnicos y materiales específicos están disponibles en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica para la implementación y operación efectiva de sistemas analógicos?

¿Qué características y componentes debe incluir el módulo didáctico para garantizar que se cumplan los resultados de aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica?

¿Cómo se evaluará la efectividad del módulo didáctico en término de mejora en el aprendizaje de los estudiantes?

¿Qué contenido debe incluir el manual y las guías prácticas para asegurar una correcta utilización del módulo didáctico en las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo General***

Implementar un módulo electrónico práctico para el estudio de sistemas analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la carrera Electricidad en la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus la María”

### ***1.2.2. Objetivos Específicos***

- Realizar un levantamiento detallado de los recursos disponibles y prácticas en el laboratorio de Electricidad y Electrónica.
- Construir módulo didáctico de sistema analógicos que cumplan con los resultados de aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica
- Evaluar la efectividad del módulo didáctico de sistemas analógicos mediante pruebas con diferentes circuitos eléctricos y electrónicos basados en el sílabo de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica
- Elaborar un manual de uso y guías prácticas para el módulo didáctico de sistemas analógicos, considerando los sílabos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica.

## **1.3. Justificación**

La implementación de un módulo didáctico para el estudio de sistemas analógicos en el laboratorio de Electricidad y Electrónica de la carrera Electricidad es de vital importancia para mejorar la formación práctica de los estudiantes. El programa académico actual proporciona una sólida base teórica y acceso a simulaciones, sin embargo, existe la oportunidad de enriquecer aún más los recursos disponibles para la práctica real en el laboratorio. Este proyecto busca complementar los componentes electrónicos analógicos y herramientas ya existentes, con el fin de ampliar las posibilidades de experimentación con circuitos reales. Al hacerlo, se pretende que los estudiantes puedan comprender de manera más profunda las complejidades y desafíos que enfrentarán en el mundo profesional de la ingeniería eléctrica.

La introducción de este módulo didáctico específicamente diseñado permitirá a los estudiantes interactuar con una gama más amplia de componentes y sistemas que reflejan las condiciones del entorno profesional actual. Esto facilitará una comprensión más práctica de los principios teóricos aprendidos, fortaleciendo su capacidad para innovar y adaptarse a los desafíos del campo de la ingeniería eléctrica. Además, este módulo busca potenciar el desarrollo de habilidades críticas para el diagnóstico y la resolución de problemas en condiciones reales. Al proporcionar más oportunidades de práctica, se espera mejorar la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos teóricos en situaciones prácticas, preparándolos mejor para su futuro profesional.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO TECNOLÓGICO**

## 2.1. Marco Referencial

La formación de los ingenieros eléctricos se beneficia considerablemente del proceso de enseñanza y aprendizaje en los sistemas tradicionales, ya que les permite comprender el funcionamiento de los dispositivos electrónicos y los circuitos a partir de los cuales se construyen [6]. Los módulos didácticos son una herramienta importante en este contexto, ya que apoyan la aplicación práctica en entornos supervisados y la adquisición de competencias técnicas de acuerdo con los planes de estudios académicos.

La aplicación práctica en laboratorios permite a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos en situaciones concretas, lo que conduce a un proceso de aprendizaje significativo y fomenta el análisis crítico [7].

En España Bautista y Lozada. [8] en el estudio “Diseño de un módulo de entrenamiento para prácticas de electrónica analógica” se publicó en la Revista Social Fronteriza. Su objetivo fue crear módulos para enseñar electrónica analógica de manera práctica. Se buscó que los estudiantes interactuaran con componentes básicos. Para ello se utilizó el software Proteus para simular y modelar circuitos. Se diseñaron módulos de bajo costo, incluyendo diodos LED, transistores y amplificadores operacionales. Esta propuesta facilita el aprendizaje práctico de la electrónica.

Los resultados demostraron que estos módulos mejoran la experiencia de aprendizaje, promueven la experimentación y fomentan el desarrollo de habilidades analíticas y técnicas. Además, el estudio destacó la importancia de ofrecer soluciones accesibles que repliquen entornos reales de laboratorio, contribuyendo significativamente a la formación de futuros profesionales en ingeniería eléctrica [8].

Un estudio en México, por Casado et al. [9] donde se desarrolló e implementó un módulo didáctico para la enseñanza de sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA). El objetivo principal del proyecto fue desarrollar un módulo de aprendizaje basado en proyectos para que los estudiantes adquieran conocimientos teóricos y prácticos sobre SFA. Se complementó el diseño con prácticas específicas como conexiones en serie y paralelo, medición de variables eléctricas y dimensionamiento de sistemas, incluyendo materiales accesibles.

Los resultados mostraron que el módulo incrementó las habilidades prácticas y teóricas de los estudiantes, mejorando su capacidad para replicar contextos de la vida real y fortalecer su aprendizaje autónomo. Además, se destacó la efectividad del módulo como herramienta para la enseñanza de conceptos técnicos avanzados y como propuesta de difusión de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables [9].

En Ecuador, Altamirano y Méndez. [10] en el proyecto titulado "Diseño y construcción de módulos didácticos para el laboratorio virtual de instrumentación industrial, de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico". Este estudio tuvo como objetivo principal diseñar e implementar módulos didácticos enfocados en materias como Control Automático, Instrumentación Electrónica e Instrumentación Industrial, para mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes usando tecnologías como LabVIEW y Altium Designer.

Los resultados del proyecto incluyeron el desarrollo de módulos que incorporaban sensores, actuadores y sistemas de medición diseñados para replicar aplicaciones industriales reales. Los módulos permitieron a los estudiantes realizar prácticas relacionadas con el control de temperatura, motores y relés, promoviendo un aprendizaje autónomo y fortaleciendo las habilidades técnicas necesarias para su desempeño profesional.

En Ecuador, " Romero et al. [11] en su estudio denominado Implementación de un módulo didáctico de arrancadores suaves para motores trifásicos en el laboratorio de la carrera de electricidad", consistió en diseñar un módulo didáctico para arrancadores suaves en motores trifásicos de 0.5 HP, utilizando software como AutoCAD y dispositivos prácticos como contactores e interruptores termo magnéticos.

Este proyecto permitió a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos a prácticas como arranques directos y con arrancadores suaves, evaluando corrientes y comportamientos del motor en diferentes condiciones. Los resultados destacaron el fortalecimiento de habilidades técnicas, la importancia de la seguridad en las conexiones y la efectividad del aprendizaje práctico en electricidad industrial [11].

En Ecuador, Ninabanda y Rea. [12] desarrollo el proyecto titulado "Diseño e implementación de un módulo didáctico para el monitoreo y control de variables físicas y eléctricas de un proceso rotacional, utilizando protocolos de comunicación basados en Ethernet Industrial y RS485".

Este trabajo, realizado en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, sede Latacunga, tuvo como objetivo crear un módulo que facilitará la validación de conocimientos teóricos a través de la práctica en protocolos de comunicación industrial.

El módulo incluyó variadores de frecuencia Telemecanique Altivar 31, un PLC Siemens con CPU 1214C y un analizador de energía Sentron PAC 3200, integrando tecnologías avanzadas para monitorear variables eléctricas como corriente, frecuencia y voltaje, y controlar parámetros como frecuencia y revoluciones por minuto (rpm). Los resultados demostraron que el módulo didáctico fortaleció el aprendizaje de los estudiantes, al proporcionarles experiencia en la configuración y operación de dispositivos industriales modernos [12]. Este enfoque práctico contribuyó a la formación de ingenieros con habilidades aplicables a sectores como el petrolero, metalúrgico y alimenticio.

### ***2.1.1. Aprendizaje Práctico***

El aprendizaje práctico es un enfoque pedagógico centrado en la experimentación y resolución de problemas concretos. En laboratorios técnicos, los estudiantes aplican teorías a escenarios reales, lo que mejora la retención del conocimiento y desarrolla habilidades críticas, como el análisis y la resolución de problemas. Además, fomenta la confianza en el uso de equipos como osciloscopios y multímetros, preparando a los estudiantes para desafíos en entornos laborales [13].

### ***2.1.2. Diseño Modular***

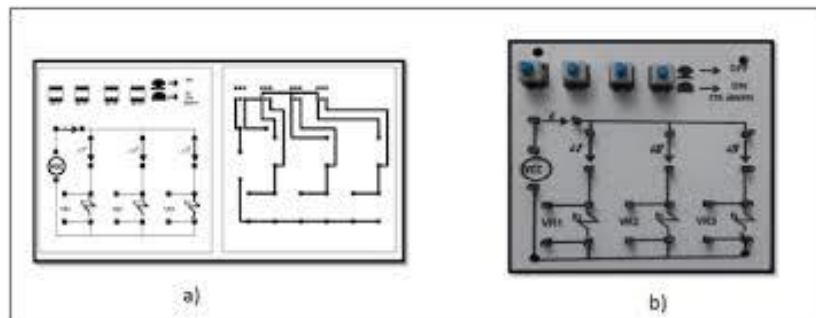
El diseño modular en educación técnica permite dividir sistemas complejos en componentes más simples y manejables, facilitando el aprendizaje y la comprensión de conceptos específicos [14]. En sistemas eléctricos, los módulos didácticos son herramientas clave para enseñar desde fundamentos básicos, como leyes de circuitos, hasta aplicaciones avanzadas, como análisis de resonancia y diseño de amplificadores.[15].

### ***2.1.3. Módulos Didácticos en Ingeniería Eléctrica***

Los módulos didácticos en ingeniería eléctrica juegan un papel fundamental en la formación práctica de los estudiantes. Estos recursos pedagógicos están diseñados específicamente para proporcionar una experiencia práctica de aprendizaje que complemente y refuerce los conocimientos teóricos adquiridos en el aula [16].

## Figura 1

*Desarrollo de un conjunto de módulos didácticos de electrónica básica*



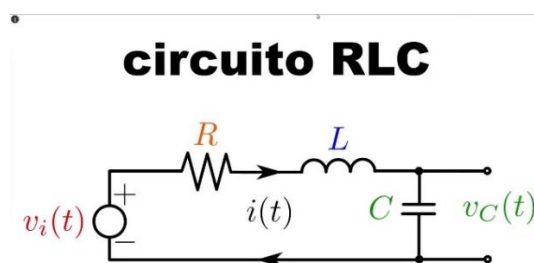
Nota: La figura 1 muestra el desarrollo de módulos didácticos de electrónica básica, donde (a) representa el diagrama esquemático de los circuitos y (b) ilustra el diseño físico del módulo con componentes integrados para la práctica.

### 2.1.4. Circuitos RLC

Los circuitos RLC están compuestos por resistencias (R), inductancias (L) y capacitancias (C). Estos circuitos son esenciales para comprender el fenómeno de resonancia eléctrica, donde la frecuencia de oscilación natural del circuito maximiza la transferencia de energía. Los circuitos RLC tienen aplicaciones en filtros, sistemas de comunicación y en el diseño de circuitos sintonizados, donde es crucial controlar la frecuencia de resonancia y la calidad del circuito [17].

## Figura 2

*Circuito RLC*



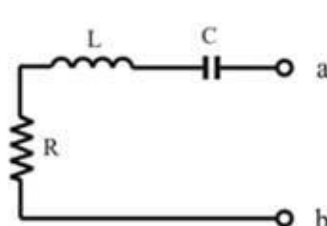
Nota: La figura 2 representación esquemática de un circuito RLC con resistencia (R), inductancia (L) y capacitancia (C).

### 2.1.5. Frecuencia de Resonancia

La frecuencia de resonancia es un concepto clave en circuitos RLC y otros sistemas eléctricos, ya que indica el punto en el que un sistema oscila con la máxima amplitud debido a una excitación externa [18]. Este concepto es particularmente relevante en sistemas de telecomunicaciones y diseño de filtros, donde la selección adecuada de la frecuencia de resonancia garantiza un desempeño óptimo. Además, permite una transferencia eficiente de energía entre componentes inductivos y capacitivos [19].

**Figura 3**

*Fórmula sobre la frecuencia de resonancia*



$$Z_{eq} = R + Z_L + Z_C = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_{eq} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = \alpha + j\beta$$

$$\alpha = R \quad \beta = \omega L - \frac{1}{\omega C} = \frac{LC\omega^2 - 1}{\omega C}$$

$$\beta = 0 \quad LC\omega_o^2 - 1 = 0$$

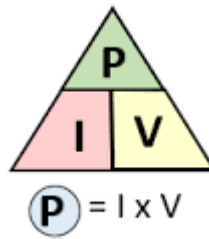
$$\omega_o^2 = \frac{1}{LC} \quad \omega_o = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

### 2.1.6. Potencia Eléctrica

La potencia eléctrica describe la cantidad de energía transferida o convertida en un circuito por unidad de tiempo. Existen tres tipos principales de potencia: activa (P), que representa la energía utilizada efectivamente; reactiva (Q), que está asociada a los campos magnéticos y eléctricos; y aparente (S), que es la combinación de ambas. Este concepto es fundamental para dimensionar sistemas eléctricos, optimizar el consumo energético y garantizar un funcionamiento eficiente[20].

**Figura 4**

*Fórmula de la potencia eléctrica*

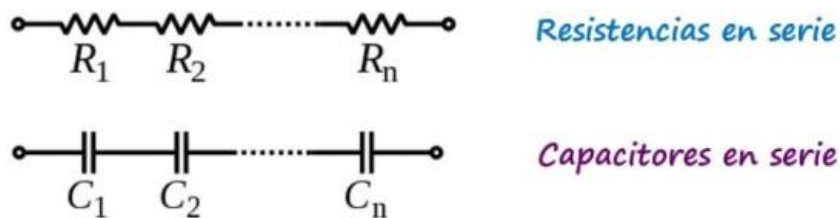


### 2.1.7. Resistencias y Capacitancias

Las resistencias regulan el flujo de corriente en un circuito y disipan energía en forma de calor. Su función principal es limitar la corriente para proteger otros componentes y garantizar la estabilidad del sistema. Su valor, medido en ohmios ( $\Omega$ ), se rige por la Ley de Ohm. Existen resistencias fijas, variables y de precisión, fabricadas en materiales como carbono, cerámica y metal, según la aplicación [21].

**Figura 5**

*Resistencia y capacitadores*



Las capacitancias (condensadores) almacenan energía en forma de campo eléctrico y estabilizan el voltaje en circuitos eléctricos [22]. En corriente alterna (CA), permiten el paso de señales de alta frecuencia y bloquean las de baja frecuencia, siendo esenciales en filtros electrónicos [23]. Las capacitancias (condensadores) almacenan energía en forma de campo eléctrico y estabilizan el voltaje en circuitos eléctricos. En corriente alterna (CA), permiten el paso de señales de alta frecuencia y bloquean las de baja frecuencia, siendo esenciales en filtros electrónicos. Los inductores almacenan energía en un campo magnético cuando la corriente fluye a través de ellos [24]. Se componen de una bobina enrollada en un núcleo de aire o material ferromagnético para aumentar la inductancia. Son clave en circuitos de potencia y filtrado de señales [25].

## 2.2.Marco conceptual

### 2.1.8. Ley de Ohm

La Ley de Ohm constituye un principio esencial en el estudio de los circuitos eléctricos. Establece que la diferencia de potencial o voltaje (V) en un circuito es directamente proporcional al producto de la corriente eléctrica (I) que circula por él y la resistencia (R) que ofrece el conductor al paso de dicha corriente [26]. Matemáticamente, esta relación se expresa como:

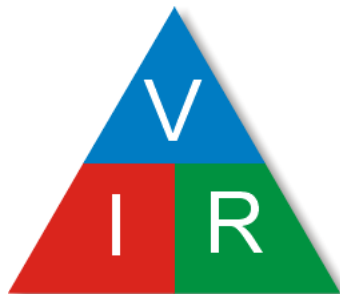
$$V = I \cdot R \quad \text{Ecuación 1}$$

La Ley de Ohm es esencial en el diseño y análisis de circuitos eléctricos, ya que permite calcular valores desconocidos y ajustar componentes para garantizar un funcionamiento adecuado [27].

Ampliando, la Ley de Ohm no solo aplica a resistencias ideales sino también a sistemas más complejos donde factores como la temperatura pueden alterar la resistencia del material[27].

### Figura 6

*El triángulo de la ley de Ohm*



### 2.1.9. Primera Ley de Kirchhoff (Ley de Corrientes)

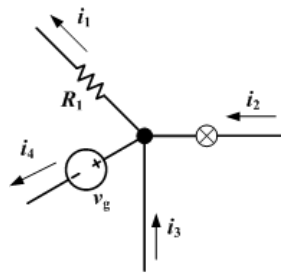
La Primera Ley de Kirchhoff, frecuentemente llamada Ley de Corrientes, se basa en el principio de conservación de la carga eléctrica. Establece que la suma de las corrientes que entran en un nodo en un circuito eléctrico es igual a la suma de las corrientes que salen de dicho nodo [28]. Esto se expresa matemáticamente como:

$$\sum I_{in} = \sum I_{out} \quad \text{Ecuación 2}$$

Esta ley es indispensable para analizar circuitos complejos, ya que permite determinar las corrientes desconocidas en diferentes ramas de una red eléctrica [29]. Adicionalmente, esta ley es ampliamente utilizada en sistemas de distribución eléctrica donde múltiples ramas de corriente interactúan, como en sistemas trifásicos o redes de transmisión [30].

**Figura 7**

*Primera ley de Kirchhoff*



**2.1.10. Segunda Ley de Kirchhoff (Ley de Voltajes)**

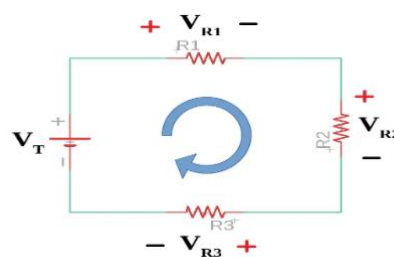
La Segunda Ley de Kirchhoff, también denominada como Principio de las Mallas, establece que, en un circuito cerrado, la suma algebraica de todas las diferencias de potencial o voltajes es igual a cero [31]. Esta ley se fundamenta en el principio de conservación de la energía. Matemáticamente, se expresa como:

$$\sum V = 0 \qquad \text{Ecuación 3}$$

Esta ley es fundamental para calcular caídas de tensión en circuitos en serie o determinar la potencia suministrada por fuentes en sistemas más complejos. Ampliando, la Segunda Ley de Kirchhoff es particularmente útil en circuitos con múltiples mallas, permitiendo resolver ecuaciones simultáneas que describen el comportamiento del sistema. [29].

**Figura 8**

*Segunda Ley de Kirchhoff (Ley de Voltajes)*



### ***2.1.11. Metodologías Didácticas en Laboratorios Técnicos: Ventajas del Aprendizaje Práctico.***

El aprendizaje práctico se centra en la resolución de problemas concretos y permite a los estudiantes experimentar directamente las aplicaciones de la teoría. Ofrecer métodos didácticos en los laboratorios:

#### **a) Mayor retención del conocimiento:**

Aplicando los conceptos teóricos a situaciones prácticas, los estudiantes pueden desarrollar una comprensión más profunda y duradera. Esto ocurre porque la combinación de teoría y práctica estimula distintas áreas cognitivas y el aprendizaje se profundiza a través de la experiencia práctica. Al simular un circuito y luego ponerlo en práctica en el laboratorio, se pueden identificar y corregir errores, lo que ayuda a profundizar la comprensión [32].

#### **b) Desarrollo de habilidades críticas:**

Los experimentos fomentan el pensamiento analítico, la creatividad y la capacidad de resolver problemas complejos. En el laboratorio, los alumnos se enfrentan a situaciones que les obligan a interpretar mediciones, ajustar parámetros y analizar los resultados, lo que favorece el desarrollo de un razonamiento basado en pruebas. Estas habilidades son esenciales para las exigencias técnicas que surgen en el mundo real [33].

#### **c) Preparación para entornos laborales:**

Las prácticas en laboratorios técnicos aumentan la confianza y la competencia en el uso de equipos reales como osciloscopios, multímetros y generadores de señales. También proporcionan experiencia en colaboración y resolución de problemas en equipo, habilidades muy valoradas en un entorno profesional. Según Hernández. [34] los estudiantes que participan en prácticas intensivas demuestran un rendimiento superior en proyectos industriales debido a su familiaridad con las herramientas y técnicas.

### ***2.1.12. Circuitos RLC en Corriente Alterna: Resonancia, Impedancia y Reactancia***

Los circuitos RLC en corriente alterna son una combinación de resistencia (R), inductancia (L) y capacitancia (C) que desempeñan un papel fundamental en aplicaciones eléctricas y electrónicas.

Estos circuitos son utilizados en diversas áreas como telecomunicaciones, sistemas de potencia, y procesamiento de señales debido a su capacidad para manipular frecuencias específicas y regular el flujo de corriente [35].

### **2.1.13. Resonancia en Circuitos RLC**

La resonancia es un fenómeno característico en los circuitos RLC donde la frecuencia de excitación externa coincide con la frecuencia natural del circuito, lo que resulta en una máxima transferencia de energía.

En este punto, las reactancias inductivas (XL) y capacitiva (XC) se cancelan mutuamente, reduciendo la impedancia total a la resistencia pura (Z=R) y permitiendo que la corriente alcance su valor máximo [36].

La fórmula de la frecuencia de resonancia es:

$$Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{Ecuación 4}$$

### **2.1.14. Impedancia en Circuitos RLC**

La impedancia (Z) es una medida de la oposición total al flujo de corriente alterna en un circuito RLC. Incluye tanto la resistencia como las reactancias inductiva y capacitiva, que varían según la frecuencia de la corriente [36].

La fórmula general para la impedancia es:

$$Z = \sqrt{R^2 + (XL - XC)^2} \quad \text{Ecuación 5}$$

### **2.1.15. Funcionamiento y Aplicaciones de Transistores BJT, JFET y MOSFET**

Los transistores son dispositivos semiconductores esenciales en circuitos eléctricos y electrónicos, utilizados para amplificación, conmutación y control de señales. Entre los tipos más comunes destacan los BJT (Transistores Bipolares de Unión), JFET (Transistores de Efecto de Campo de Unión) y MOSFET (Transistores de Efecto de Campo Metal-Óxido-Semiconductor) [37].

A continuación, se describen sus principios de funcionamiento y aplicaciones.

### 2.1.15.1. *Transistores BJT (Transistor de Unión Bipolar)*

- **Transistores BJT, funcionamiento:**

Un BJT consta de tres regiones: emisor (E), base (B) y colector (C). Existen dos configuraciones: NPN y PNP. El principio básico de operación se basa en el control de corriente:

Una pequeña corriente de base ( $I_B$ ) controla una corriente mucho mayor entre el colector y el emisor ( $I_C$ ).

La relación entre  $I_C$  y  $I_B$  se define como la ganancia de corriente:

$$I_C = \beta \cdot I_B \qquad \text{Ecuación 6}$$

- **Aplicaciones de los Transistores BJT**

Los transistores bipolares de unión (BJT) tienen una amplia gama de aplicaciones en circuitos electrónicos, incluyendo amplificadores, conmutadores y circuitos lógicos digitales. En los tableros didácticos, su uso se extiende a la implementación de compuertas lógicas, amplificadores y circuitos de conmutación [36].

**Amplificadores:** Los BJT se emplean para amplificar señales pequeñas en aplicaciones de audio, telecomunicaciones y radiofrecuencia [36]. Dependiendo de la configuración, pueden operar en diferentes modos:

Amplificador de emisor común: Proporciona ganancia de voltaje y es el más utilizado en electrónica analógica.

Amplificador de base común: Usado en aplicaciones de alta frecuencia.

Amplificador de colector común (seguidor de emisor): Funciona como buffer de impedancia.

**Conmutadores:** En modo de saturación y corte, los BJT actúan como interruptores electrónicos en circuitos digitales y sistemas de control. Se utilizan en:

Sistemas de automatización y control industrial.

Regulación de corriente en circuitos digitales.

Commutación de cargas de potencia en fuentes de alimentación.

**Compuertas Lógicas con Transistores:** Los transistores BJT pueden implementarse para diseñar compuertas lógicas, elementos fundamentales en circuitos digitales. Se utilizan para procesamiento de datos, control de señales y sistemas embebidos [36].

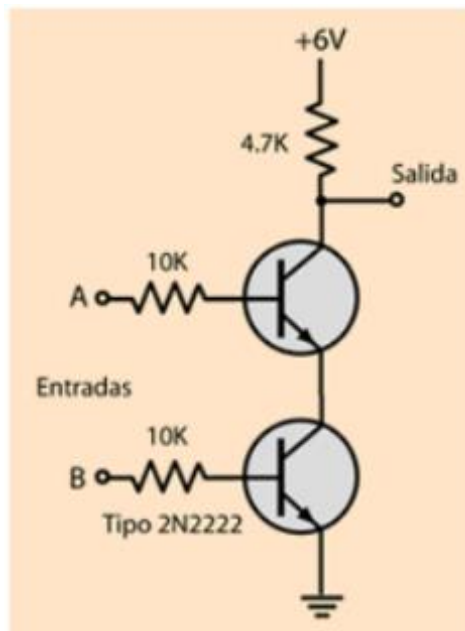
a) *Compuerta AND con Transistores*

La compuerta AND con transistores utiliza dos transistores NPN conectados en serie. Su funcionamiento se basa en que ambos transistores deben estar activados para que la corriente fluya y la salida sea alta (1). Si alguna entrada es baja (0), el transistor correspondiente bloquea el paso de corriente, generando una salida baja (0).

La salida será verdadera solo cuando ambas entradas sean verdaderas, siguiendo la lógica de su tabla de verdad.

**Figura 9**

*Compuerta AND con Transistores*



La tabla de verdad correspondiente a la compuerta AND se presenta a continuación **Tabla 1**.

**Tabla 1**

*Tabla de verdad de la compuerta AND con transistores*

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**Fuente:** M. M. Mano, "Diseño Digital," 5ta ed., Pearson, 2013.

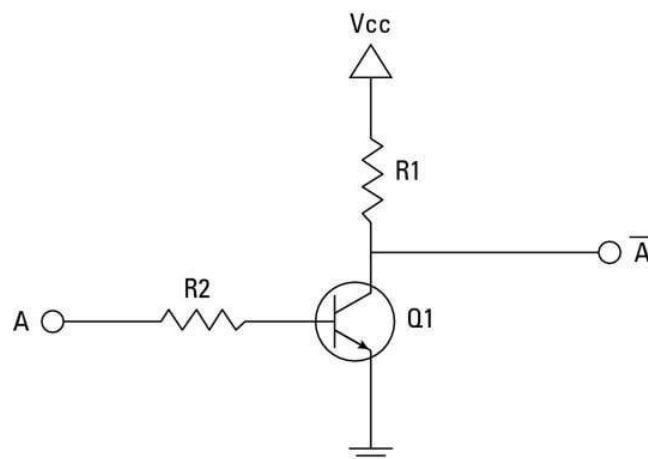
**Elaborado:** Erick Pacheco

**b) Compuerta NOT con Transistores.**

La compuerta NOT, o inversor, utiliza un transistor NPN para invertir la señal de entrada. Cuando la entrada es baja (0), el transistor está apagado y la salida es alta (1). Si la entrada es alta (1), el transistor se activa, permitiendo el flujo de corriente y generando una salida baja (0). Su función es invertir el estado de la entrada, como lo indica su tabla de verdad: salida opuesta a la entrada.

**Figura 10**

*Compuerta NOT con Transistores*



La información presentada en la **Tabla 2** describe el funcionamiento lógico de la compuerta NOT, incluyendo su correspondiente tabla de verdad.

**Tabla 2**

*Tabla de verdad de la compuerta AND con transistores*

A	S
0	0
1	1

**Fuente:** M. M. Mano, "Diseño Digital," 5ta ed., Pearson, 2013.

**Elaborado:** Erick Pacheco

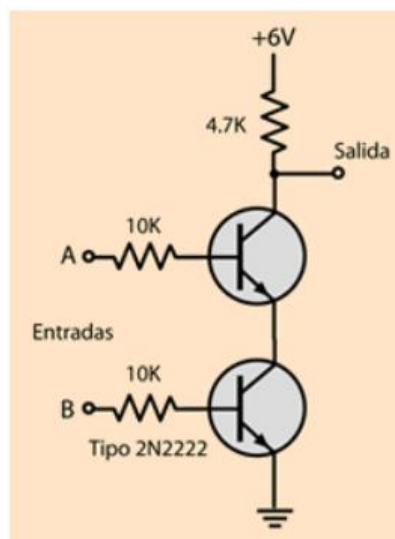
*c) Compuerta NAND con Transistores*

La compuerta NAND, negación de la AND, usa dos transistores NPN en serie y un transistor adicional para invertir la salida.

Si ambas entradas son altas (1), los transistores en serie permiten el paso de corriente, pero el transistor inversor genera una salida baja (0). Si alguna entrada es baja (0), la corriente no fluye por los transistores en serie y la salida será alta (1). Su tabla de verdad muestra que la salida es alta excepto cuando ambas entradas son verdaderas.

**Figura 11**

*Compuerta NAND*



En la **Tabla 3** se detalla el comportamiento lógico de la compuerta NAND.

**Tabla 3**

*Tabla de verdad de la compuerta NAND con transistores*

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**Fuente:** M. M. Mano, "Diseño Digital," 5ta ed., Pearson, 2013.

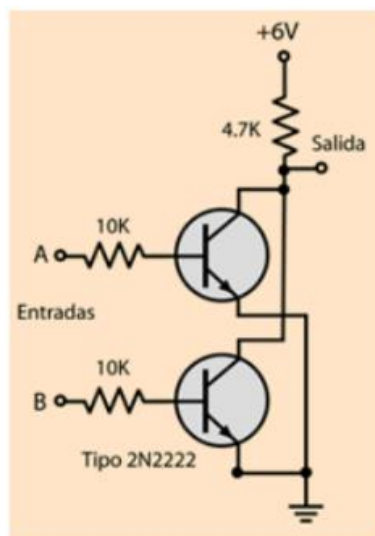
**Elaborado:** Erick Pacheco

**d) Compuerta NOR con Transistores**

La compuerta NOR utiliza dos transistores NPN en paralelo y un transistor adicional para invertir la salida. Si ambas entradas son bajas (0), los transistores no conducen corriente y la salida es alta (1). Si alguna entrada es alta (1), al menos un transistor permite el paso de corriente, y el transistor inversor genera una salida baja (0). Su tabla de verdad muestra que la salida es alta solo cuando ambas entradas son bajas.

**Figura 12**

*Compuerta NOR con Transistores*



La **Tabla 4** muestra el funcionamiento lógico de la compuerta NOR

#### Tabla 4

Tabla de verdad de la compuerta NOR con transistores

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

**Fuente:** M. M. Mano, "Diseño Digital," 5ta ed., Pearson, 2013.

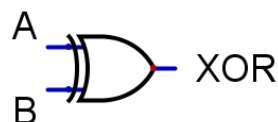
**Elaborado:** Erick Pacheco

#### e) Compuerta XOR con Transistores.

La compuerta XOR se implementa con transistores en configuraciones de serie y paralelo. Su salida es alta (1) cuando las entradas son diferentes: un alta (1) y la otra baja (0). Si ambas entradas son iguales (0 o 1), los transistores bloquean el paso de corriente y la salida es baja (0). Su tabla de verdad muestra que la salida es verdadera solo cuando las entradas son distintas. En la figura 13 se presenta su simbología y en la tabla 5 la tabla de verdad.

#### Figura 13

Compuerta XOR simbología



#### Tabla 5

Tabla de verdad de la compuerta XOR con transistores

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**Fuente:** M. M. Mano, "Diseño Digital," 5ta ed., Pearson, 2013.

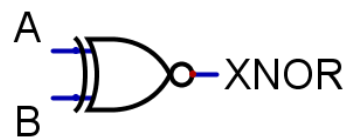
**Elaborado:** Erick Pacheco

### f) Compuerta XNOR con Transistores

La compuerta XNOR, negación de la XOR, produce una salida alta (1) cuando las entradas son iguales (ambas 0 o ambas 1). Se construye con transistores en serie y paralelo, como la XOR, pero con una salida invertida. Si las entradas son diferentes, la salida será baja (0). Su tabla de verdad muestra que actúa como un comparador de igualdad entre las entradas.

**Figura 14**

*Compuerta XNOR simbología*



La **Tabla 6** describe el comportamiento lógico de la compuerta XNOR

**Tabla 6**

*Tabla de verdad de la compuerta XOR con transistores*

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

**Fuente:** M. M. Mano, "Diseño Digital," 5ta ed., Pearson, 2013.

**Elaborado:** Erick Pacheco

#### 2.1.15.2. Transistores JFET (*Transistores de Efecto de Campo de Unión*)

- **Funcionamiento.**

El JFET es un dispositivo de tres terminales: drenador (D), puerta (G) y fuente (S). Su operación se basa en el control de corriente mediante un campo eléctrico:

La corriente entre el drenador y la fuente ( $I_D$ ) es modulada por el voltaje aplicado en la puerta ( $V_{GS}$ ).

A diferencia del BJT, el JFET no requiere corriente de puerta para operar, lo que lo hace un dispositivo de alta impedancia de entrada. La relación entre  $I_D$  y  $V_{GS}$  se describe mediante la ecuación:

$$I_D = I_{DSS} \left[ 1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}} \right]^2 \quad \text{Ecuación 7}$$

### **Aplicaciones.**

Los JFET son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones electrónicas debido a sus características únicas, como alta impedancia de entrada, bajo ruido y bajo consumo de energía.

**Amplificadores de bajo ruido:** Ideales para radios, micrófonos y equipos médicos debido a su capacidad para amplificar señales débiles sin introducir ruido adicional.

**Amplificadores operacionales:** Utilizados en etapas de entrada para garantizar alta impedancia y baja distorsión en aplicaciones de precisión.

**Interruptores analógicos:** Controlados por voltaje, con baja resistencia en estado "ON" y alta resistencia en estado "OFF". Se emplean en circuitos digitales y sistemas de control.

**Usados en osciladores (como LC o cristal):** Para generar señales periódicas en sistemas de telecomunicaciones[38].

### **2.1.15.3. Transistores MOSFET (Transistor de Efecto de Campo Metal-Óxido-Semiconductor)**

- **Funcionamiento**

El MOSFET es un transistor de tres terminales: drenador (D), puerta (G) y fuente (S). Su operación se basa en el control de corriente mediante un campo eléctrico generado por el voltaje aplicado en la puerta ( $V_{GS}$ ). Este voltaje modula la conductividad del canal entre el drenador y la fuente, permitiendo o bloqueando el flujo de corriente ( $I_D$ )

El MOSFET tiene dos modos principales de operación:

- a) Región lineal (o triodo):** El dispositivo actúa como una resistencia controlada por voltaje. La corriente se calcula mediante:

$$I_D = k \left[ (V_{GS} - V_{th})V_{DS} - \frac{(V_{DS})^2}{2} \right] \quad \text{Ecuación 9}$$

b) **Región de saturación:** Aquí, el canal se "pincha" y la corriente se estabiliza. La fórmula es:

$$I_D = \frac{1}{2} k (V_{GS} - V_{th})^2 \quad \text{Ecuación 8}$$

- **Aplicaciones.**

**Amplificadores de alta frecuencia:** Utilizados en telecomunicaciones y sistemas de radiofrecuencia debido a su capacidad para operar en frecuencias elevadas.

**Amplificadores operacionales:** En etapas de entrada para garantizar alta impedancia y baja distorsión.

**Interruptores rápidos en circuitos digitales:** esenciales para microprocesadores y memorias.

Regulación en **sistemas de energía renovable** como paneles solares e inversores[39].

A continuación, se presenta una **tabla 7** comparativa que resume las principales características de los transistores

**Tabla 7**

*Comparación entre BJT, JFET y MOSFET*

Característica	BJT	JFET	MOSFET
Control	Corriente (IBI)	Voltaje (VGV)	Voltaje (VGSV)
Impedancia de Entrada	Baja	Alta	Muy alta
Velocidad de Conmutación	Media	Baja	Alta
Consumo de Energía	Alto	Bajo	Muy bajo
Aplicación Común	Amplificación de Señales	Circuitos de Bajo Ruido	Conmutación y Control de Potencia

**Fuente:** T. L. Floyd, "Dispositivos Electrónicos," 9na ed., Pearson, 2012.

**Elaborado:** Erick Pacheco

## **2.1.16. Tiristores: SCR, TRIAC y DIAC, características y usos**

### **2.1.16.1. SCR (Rectificador Controlado de Silicio)**

El SCR es un tiristor de tres terminales (ánodo, cátodo y compuerta) que se utiliza para controlar grandes corrientes y voltajes en circuitos de corriente alterna (CA) y continua (CC). Cuando se aplica un pulso de corriente a la compuerta, el SCR conduce y permanece encendido mientras exista corriente directa entre el ánodo y el cátodo [40]. Su ecuación básica es:

$$I_A = \frac{V_{AK}}{R} \quad \text{Ecuación 10}$$

### **2.1.16.2. TRIAC y DIAC**

El TRIAC es un tiristor bidireccional que permite el flujo de corriente en ambas direcciones, lo que lo hace ideal para controlar cargas de CA, como calentadores y lámparas. Su activación requiere un pulso de corriente en su terminal de compuerta. Por otro lado, el DIAC es un dispositivo bidireccional que se utiliza como disparador para TRIAC, ya que estabiliza la activación en circuitos de CA. En reguladores de intensidad, como los dimerizadores de luz, el DIAC ayuda a generar la señal de disparo precisa para el TRIAC [41].

## **2.1.17. Amplificadores de Potencia: Clases AB, C y D**

Los amplificadores de potencia son esenciales en sistemas de audio y telecomunicaciones. Su eficiencia y fidelidad dependen del modo de operación, clasificado en clases AB, C y D.

- Clases AB y C

Clase AB: Combina características de las clases A y B, logrando un equilibrio entre eficiencia y baja distorsión. Conduce corriente en más del 50% del ciclo de la señal, lo que minimiza la distorsión armónica. Se utiliza en amplificadores de audio de alta fidelidad y RF [42].

Clase C: Opera con una conducción menor al 50% del ciclo, lo que maximiza la eficiencia, pero introduce mayor distorsión, por lo que se emplea en transmisores de radiofrecuencia y sistemas de telecomunicaciones [42].

La eficiencia de estos amplificadores se calcula como:

$$\eta = \left( \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

Clase D y Comparación con Amplificadores Lineales

Clase D: Utiliza conmutación digital en lugar de amplificación lineal, reduciendo las pérdidas por disipación de calor. Son altamente eficientes y se emplean en altavoces Bluetooth, sistemas de audio portátiles y amplificadores de potencia para RF [42].

### ***2.1.18. Osciladores electrónicos: tipos (Hartley, Colpitts, cristal) y aplicaciones prácticas*** ***Osciladores Hartley y Colpitts***

El oscilador Hartley utiliza una inductancia con derivación central para generar una señal de frecuencia controlada, mientras que el oscilador Colpitts emplea un divisor capacitivo [43]. Ambos son fundamentales en sistemas de comunicación.

La frecuencia de oscilación se determina por:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{Ecuación 12}$$

El oscilador de cristal utiliza un cuarzo para estabilizar su frecuencia, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren alta precisión, como relojes y sistemas de telecomunicaciones. La resonancia del cristal asegura estabilidad y bajas pérdidas[44].

### ***2.1.19. Métodos de acoplamiento en amplificadores: capacitivo, inductivo y directo***

- Acoplamiento capacitivo

Este método utiliza condensadores para bloquear componentes de corriente continua (CC) mientras permite el paso de señales alternas (CA). Es común en amplificadores de audio para evitar interferencias entre etapas. S

u ecuación de corte es:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{Ecuación 13}$$

- Acoplamiento inductivo y directo

El acoplamiento inductivo emplea transformadores para transferir energía entre etapas, mientras que el acoplamiento directo conecta las etapas sin elementos intermedios, permitiendo señales de baja frecuencia y CC. Este último se usa en amplificadores de baja distorsión [45].

### **2.1.20. Convertidores de potencia: AC-DC, DC-AC, DC-DC y sus principios operativos AC-DC y DC-AC**

Los convertidores AC-DC (rectificadores) convierten corriente alterna en continua mediante diodos y filtros de condensadores, mientras que los convertidores DC-AC (inversores) emplean dispositivos como IGBTs para generar señales alternas a partir de una fuente continua.

La fórmula para la corriente rectificadora es:

$$I_{DC} = \frac{I_{AC}}{2} \quad \text{Ecuación 14}$$

Los convertidores DC-DC ajustan niveles de voltaje continuo utilizando circuitos como elevadores (boost) y reductores (buck), con fórmulas como:

$$V_{salida} = D \cdot V_{entrada} \quad \text{Ecuación 14}$$

### **2.1.21. Pérdidas de potencia en elementos electrónicos: causas y mitigación**

- Causas de las pérdidas

Las pérdidas de potencia ocurren por resistencia en conductores, conmutación en dispositivos y disipación térmica.

Estas se calculan como:

$$P = I^2 R \quad \text{Ecuación 15}$$

Mitigación: Para reducir estas pérdidas, se emplean dispositivos con baja resistencia interna, como MOSFETs, y técnicas de enfriamiento como disipadores y ventilación forzada.

### **2.1.22. Simulación vs resultados prácticos en circuitos analógicos: herramientas como Multisim o Proteus**

- Ventajas de la simulación

Las herramientas como Multisim permiten analizar circuitos sin riesgos físicos, optimizando diseños y reduciendo costos.

Por ejemplo, un circuito amplificador puede simularse para verificar su ganancia antes de construirlo [46].

- Comparación con resultados prácticos

Aunque precisas, las simulaciones no consideran todas las variables físicas, como tolerancias de componentes y ruido, que afectan los resultados reales. Esto subraya la necesidad de validar diseños con pruebas experimentales.

### **2.1.23. Sistemas analógicos vs digitales: diferencias fundamentales y aplicaciones mixtas**

- Diferencias fundamentales

Los sistemas analógicos procesan señales continuas, mientras que los digitales trabajan con datos discretos representados en binario. Un ejemplo común es la transmisión de audio: los sistemas analógicos son más precisos en la representación original de las señales, pero están más expuestos al ruido, mientras que los digitales garantizan mayor fidelidad mediante técnicas de corrección de errores [46]. La ecuación de conversión analógica-digital incluye:

$$Q = \frac{V_{max} - V_{min}}{2n} \quad \text{Ecuación 16}$$

- Aplicaciones mixtas

Los sistemas mixtos combinan componentes analógicos y digitales, como en convertidores A/D y D/A. Un ejemplo son los sistemas de telecomunicaciones, donde las señales analógicas se digitalizan para ser procesadas y transmitidas con mayor eficiencia y luego se reconvierten a analógicas para el usuario final.

#### ***2.1.24. Física de semiconductores: fundamentos para entender dispositivos electrónicos modernos***

La física de semiconductores estudia materiales con propiedades eléctricas intermedias entre conductores y aislantes. El silicio, dopado con elementos como fósforo o boro, forma semiconductores tipo n o p, esenciales en dispositivos electrónicos [47].

La conductividad del material se describe como:

$$\sigma = nq\mu \quad \text{Ecuación 17}$$

#### ***2.1.25. Filtros analógicos (paso bajo, paso alto, paso banda): diseño y aplicaciones prácticas con op-amps***

Los filtros analógicos permiten controlar el rango de frecuencias en un sistema. Por ejemplo, un filtro paso bajo atenúa señales por encima de una frecuencia de corte determinada, definida por:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{Ecuación 18}$$

Este tipo de filtro es útil para eliminar ruido en señales de audio [43].

#### ***2.1.26. Reducción de ruido en sistemas analógicos: técnicas para mejorar la calidad del diseño electrónico***

Causas y tipos de ruido: El ruido en sistemas analógicos proviene de fuentes internas, como el ruido térmico ( $V_n = \sqrt{4kTRB}$ ), y externas, como interferencias electromagnéticas. Aquí,  $k$  es la constante de Boltzmann,  $T$  representa la temperatura,  $R$  hace referencia a la resistencia, y  $B$  es el ancho de banda.

Minimizar estas perturbaciones es crucial para aplicaciones sensibles como sistemas médicos o telecomunicaciones [47].

Técnicas de mitigación: Para reducir el ruido, se emplean filtros, blindajes electromagnéticos y diseño de tierra adecuado en circuitos impresos. Además, el uso de componentes de alta calidad y técnicas de diseño, como el desacoplamiento de alimentación, garantizan un mejor desempeño.

## **2.1.27. Bucles de bloqueo de fase (PLL) y osciladores controlados por tensión (VCO)**

### **2.1.27.1. PLL: Principios y aplicaciones.**

Un PLL sincroniza la fase de una señal de entrada con una señal generada internamente. Sus componentes principales incluyen un comparador de fase, un filtro y un VCO [48].

La frecuencia de salida del VCO está definida por:

$$f_{out} = K_v \cdot V_{in} \quad \text{Ecuación 19}$$

Los PLLs son esenciales en comunicaciones digitales para la recuperación de señales.

### **2.1.27.2. VCO en diseño práctico**

Un VCO genera una señal cuya frecuencia varía con un voltaje aplicado, lo que lo hace útil en modulaciones y sintetizadores de frecuencia. Su precisión depende del diseño del PLL y de la estabilidad del circuito [48].

## **2.1.28. Aplicaciones prácticas de los tiristores e IGBT en convertidores industriales modernos**

### **2.1.28.1. Tiristores: aplicaciones industriales**

Los tiristores, como SCRs, se utilizan ampliamente en control de potencia, especialmente en aplicaciones de corriente alterna. Por ejemplo, los SCR controlan motores de alta potencia ajustando el ángulo de disparo, optimizando el consumo energético[49].

Su fórmula básica de potencia controlada es:

$$P = V \cdot I \cdot \cos(\phi) \quad \text{Ecuación 20}$$

### **2.1.28.2. IGBT en electrónica de potencia**

Los IGBT combinan las ventajas de los MOSFET y BJT, ofreciendo alta eficiencia en conmutación y manejo de cargas elevadas. Son comunes en inversores para energías renovables y vehículos eléctricos, debido a su capacidad para manejar tensiones y corrientes significativas con menor disipación térmica [50].

### **2.1.29. Eficiencia energética en circuitos electrónicos: análisis práctico con elementos reales e ideales**

Análisis y cálculo de eficiencia

La eficiencia energética en circuitos se define como el cociente entre la potencia útil y la potencia suministrada:

$$\eta = \frac{P \text{ útil}}{P \text{ suministrada}} \cdot 100\% \quad \text{Ecuación 21}$$

Los circuitos ideales maximizan  $\eta$ , pero en sistemas reales, las pérdidas por calor, resistencia y conmutación reducen la eficiencia, siendo crucial minimizar estos factores.

- Técnicas de mejora

En aplicaciones como fuentes de alimentación conmutadas, la eficiencia se mejora usando dispositivos con bajas pérdidas, como MOSFET de última generación, y topologías como Buck o Boost. La integración de componentes pasivos de alta calidad y el diseño térmico adecuado también son esenciales para reducir pérdidas [50].

### **2.1.30. Diseño práctico de tableros didácticos para laboratorios educativos en electrónica analógica**

- Características y ventajas

Los tableros didácticos están diseñados para facilitar el aprendizaje práctico mediante la simulación de circuitos reales. Incluyen componentes intercambiables, como resistencias y transistores, y dispositivos de medición integrados. Esto permite a los estudiantes experimentar con configuraciones diversas sin riesgo de dañar equipos costosos [51].

- Aplicaciones específicas

Un ejemplo es un tablero para amplificadores operacionales, donde los estudiantes pueden explorar configuraciones como inversor, no inversor y seguidor de voltaje. Otro ejemplo son los tableros para análisis de circuitos RLC, donde se evalúan resonancia e impedancia. Este enfoque práctico fortalece la comprensión teórica y las habilidades técnicas [52].

## **2.2.Marco legal**

Este proyecto cumple con las normas eléctricas vigentes en Ecuador y con los reglamentos internos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Esto asegura que el proyecto sea seguro, confiable y eficiente, creando un ambiente de trabajo estable.

### ***2.2.1. Normas y Estándares Internacionales***

#### ***2.2.1.1.Normas IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)***

Son estándares internacionales que buscan asegurar calidad, seguridad y compatibilidad en sistemas eléctricos, electrónicos, telecomunicaciones y software, facilitando así el desarrollo tecnológico e industrial. [53].

- **IEEE STD. 902-1998**

Guía sobre operación, mantenimiento y seguridad en sistemas eléctricos industriales y comerciales. Busca asegurar un suministro eléctrico continuo, reducir riesgos y mejorar la eficiencia mediante mantenimiento adecuado, manejo seguro de equipos y capacitación del personal [53].

- **IEEE STD. 141-1993**

Guía básica para diseñar sistemas eléctricos en industrias y comercios. Da recomendaciones sobre selección de cables, transformadores y equipos de protección, buscando seguridad, eficiencia y confiabilidad [53].

#### ***2.2.1.2.Normas ISO (Organización Internacional de Normalización)***

- **ISO 14001**

Norma internacional que establece las bases para implementar un Sistema de Gestión Ambiental eficaz. Ayuda a las organizaciones a identificar y controlar los impactos ambientales de sus actividades, promoviendo el cumplimiento de la legislación vigente y la mejora continua. Su aplicación no solo protege el medio ambiente, sino que también mejora la eficiencia operativa, reduce riesgos legales y fortalece la imagen institucional, convirtiéndose en una herramienta clave para la sostenibilidad y la competitividad [54].

- **ISO 9001**

Norma internacional que indica cómo implementar un sistema de calidad en las organizaciones. Busca mejorar continuamente los procesos, satisfacer al cliente y tomar decisiones basadas en información clara, asegurando calidad en productos o servicios [55].

## ***2.2.2. Normativas Técnicas Nacionales***

### ***2.1.1.1.NEC-HS-CI: Contra Incendios***

Norma ecuatoriana que establece medidas técnicas para prevenir y controlar incendios en edificios e industrias.

Indica cómo diseñar e instalar sistemas de detección, alarma y extinción de incendios, además de definir rutas seguras para evacuar personas [56].

### ***2.1.1.2.Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)***

Conjunto de reglas técnicas nacionales que buscan asegurar calidad, seguridad y cuidado ambiental en productos, servicios y procesos. Ayudan a mantener uniformidad técnica, cumplir leyes, proteger al consumidor y cuidar el medio ambiente [57].

### ***2.1.1.3.NEC Eficiencia Energética - Código NEC-HS-EE***

Código ecuatoriano que da pautas técnicas para usar eficientemente la energía en edificios. Indica cómo diseñar sistemas eléctricos, iluminación eficiente, climatización y uso de energías renovables, buscando reducir el consumo energético y cuidar el ambiente [58].

### ***2.1.1.4.NEC Instalaciones Eléctricas - Código NEC-SB-IE***

Código ecuatoriano que regula el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos en construcciones.

Define criterios para conductores, protección contra sobrecargas, puesta a tierra y distribución de energía, buscando seguridad, eficiencia y prevención de riesgos eléctricos [58].

### **2.1.2. Leyes y Reglamentos Nacionales**

- **Artículo 26**

Obliga a regular actividades que afecten sectores estratégicos y recursos naturales, promoviendo sostenibilidad, eficiencia y seguridad mediante medidas técnicas y administrativas. Fomenta prácticas responsables dentro de un marco normativo.

- **Artículo 27**

Reconoce el derecho a un ambiente sano y equilibrado, promoviendo la sostenibilidad en el manejo de recursos naturales. Obliga al Estado y a la sociedad a prevenir y mitigar impactos ambientales para proteger a las generaciones actuales y futuras.

- **Artículo 28**

Fomenta el uso de tecnologías limpias y procesos sostenibles para reducir el impacto ambiental. El Estado debe impulsar prácticas eficientes y el uso racional de recursos, promoviendo la participación social en la conservación del medio ambiente [59].

### **2.1.3. Reglamentos y Políticas Institucionales**

#### **2.1.3.1. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la UTEQ**

- **Art. 15.-**

Obliga a identificar, evaluar y controlar riesgos laborales en la institución, implementando medidas preventivas y correctivas para garantizar un entorno seguro. También exige actualizar constantemente los planes de seguridad, cumpliendo con estándares nacionales e internacionales.

- **Art. 18.-**

Todos los miembros de la comunidad universitaria deben cumplir las normas de seguridad para prevenir accidentes y reducir riesgos. Las infracciones serán sancionadas según el reglamento interno, promoviendo una cultura de bienestar y seguridad.

### ***2.1.3.2. Manual de Procedimientos del Laboratorio de Electrónica***

- **Sección 3.-**

Establece normas para el manejo seguro de equipos y materiales, incluyendo el uso adecuado de instrumentos, mantenimiento preventivo y medidas de protección personal. Busca prevenir accidentes y daños en los equipos, asegurando la eficiencia en las actividades del laboratorio [60].

- **Sección 5.-**

Define protocolos de seguridad ante emergencias como cortocircuitos o incendios. Incluye el uso de equipos de protección, ubicación de extintores, rutas de evacuación y pasos para reportar incidentes, destacando la importancia de actuar con calma y seguir instrucciones [60].

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DEL PROYECTO TECNOLÓGICO**

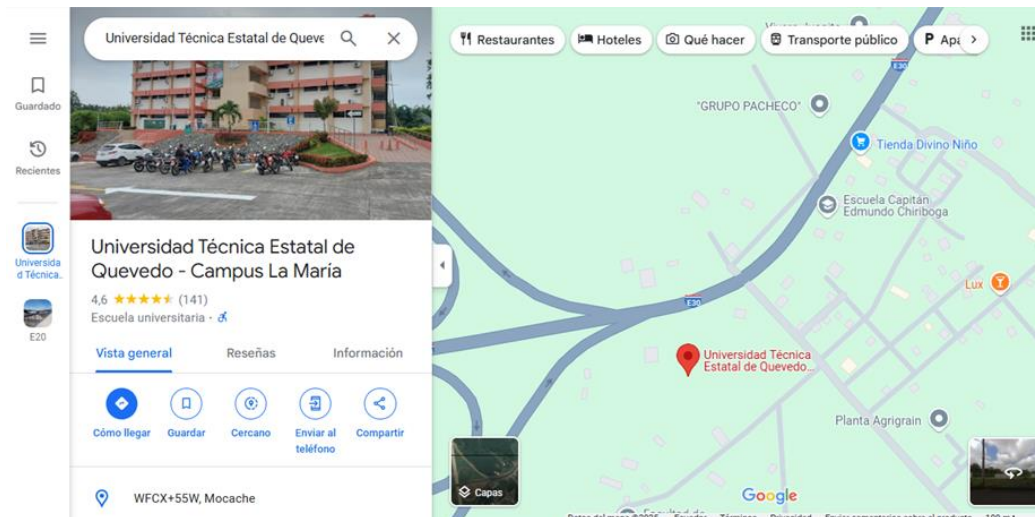
### 3.1.Marco de Fases de Desarrollo del Proyecto Tecnológico.

#### 3.1.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo Campus “La María”, ubicada vía a Mocache, en el Cantón Mocache, provincia de Los Ríos - Ecuador. Presentada en la Figura 16, por medio de Google Maps se obtuvieron las siguientes coordenadas Latitud:  $-1.0777003^{\circ}$  o  $1^{\circ} 5' 3''$  Sur y Longitud:  $-79.5046672^{\circ}$  o  $79^{\circ} 30' 1''$  Oeste [61].

#### Figura 15

*Ubicación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo – Campus La María*



**Nota:** La Figura 15 muestra localización del Campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. Imagen tomada de Google Maps, 2025.

#### 3.1.2. Tipos de Investigación.

##### 3.1.2.1.Análisis teórico.

El análisis teórico en este estudio se enfoca en la revisión y evaluación de las teorías, principios y conceptos existentes sobre los sistemas analógicos, así como los métodos educativos aplicados en la enseñanza de la ingeniería eléctrica. Este análisis fundamentará las bases científicas y pedagógicas sobre las cuales se desarrollará el módulo didáctico.

### ***3.1.2.2. Investigación documental.***

Se llevará a cabo una investigación documental mediante la revisión de textos académicos, artículos científicos, libros y otros recursos que aborden temas relacionados con los sistemas analógicos, la enseñanza, aprendizaje en la ingeniería eléctrica, y el diseño de módulos didácticos en el contexto educativo universitario. Esta fase ayudará a identificar enfoques y prácticas previas en la materia, proporcionando un marco de referencia para el proyecto.

### ***3.1.2.3. Modelado y simulación computacional.***

Este tipo de investigación consistirá en utilizar herramientas de simulación para modelar el comportamiento de los sistemas analógicos en el laboratorio de electricidad y electrónica. La simulación permitirá anticipar el impacto y la efectividad del módulo didáctico propuesto, probando diferentes escenarios de enseñanza y aprendizaje antes de implementarlos físicamente en el entorno del laboratorio.

### ***3.1.3. Métodos de Investigación.***

#### ***3.1.3.1. Investigación de revisión bibliográfica.***

Se realizará una revisión detallada de fuentes bibliográficas con el fin de recopilar información relevante sobre el desarrollo y la implementación de módulos didácticos en el ámbito educativo, con un enfoque en sistemas analógicos. Este proceso permitirá analizar distintas metodologías pedagógicas, herramientas tecnológicas utilizadas en entornos educativos similares y estrategias innovadoras aplicadas en laboratorios universitarios.

Además, se examinarán estudios previos sobre el impacto de los módulos didácticos en la enseñanza de sistemas analógicos, considerando experiencias de otras universidades. Las fuentes consultadas incluirán artículos científicos, normativas nacionales e internacionales, libros especializados y trabajos de investigación relacionados con la educación en ingeniería eléctrica.

#### ***3.1.3.2. Investigación de recopilación de datos.***

Se empleará un enfoque de recopilación de datos a través de encuestas, entrevistas y análisis del desempeño de los estudiantes en el laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Esto proporcionará información sobre las dificultades y áreas de mejora en el aprendizaje de los sistemas analógicos. La información recopilada proporcionará una base sólida para el diseño del módulo didáctico, asegurando que responda a las necesidades reales de los estudiantes y contribuya a mejorar su aprendizaje.

#### ***3.1.3.3. Investigación de análisis de datos.***

El análisis de los datos recolectados se realizará utilizando herramientas estadísticas, lo que permitirá interpretar los resultados obtenidos y detectar patrones relacionados con el rendimiento de los estudiantes y su interacción con las metodologías de enseñanza vigentes.

Este análisis permitirá obtener conclusiones fundamentadas que facilitarán la toma de decisiones sobre el diseño, implementación y ajustes del módulo didáctico.

#### ***3.1.3.4. Investigación de simulación por computador***

Se utilizarán simulaciones por computador para modelar el comportamiento de los sistemas analógicos en el laboratorio, se emplearán herramientas de simulación computacional como: Proteus, Multisim o MATLAB/Simulink. Estas plataformas permitirán realizar pruebas previas y evaluar diferentes enfoques pedagógicos antes de aplicar cambios físicos en el laboratorio.

Al integrar estas simulaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se optimizará el uso de recursos y se minimizarán riesgos en la implementación del módulo didáctico

#### ***3.1.3.5. Diseño Basado en Normativas***

El desarrollo del módulo didáctico se basará en las normativas y estándares vigentes en Ecuador para la formación en ingeniería eléctrica, garantizando su adecuación a los planes de estudio y a los requerimientos técnicos de la disciplina.

Las regulaciones aplicables incluyen:

- a) Normativa del Consejo de Educación Superior (CES)
- b) Normas del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN)
  - INEN 2056
  - INEN 1870

- c) Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Ministerio de Trabajo de Ecuador)
- d) Código Eléctrico Ecuatoriano (CEE)
- e) Normas Internacionales Complementarias
  - IEC 61010-1
  - IEEE 1451

El cumplimiento de estas normativas asegurará que el módulo didáctico sea seguro, funcional y compatible con los requerimientos académicos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Además, permitirá su posible certificación y facilitará su replicación en otros entornos educativos.

#### ***3.1.4. Fuentes de Recopilación de Información***

Las fuentes de información utilizadas en este proyecto serán:

- Fuentes Primarias:

Encuestas y entrevistas realizadas a estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Observación directa de las clases y prácticas realizadas en el laboratorio de electricidad y electrónica.

Resultados del rendimiento académico de los estudiantes en las actividades prácticas relacionadas con los sistemas analógicos

- Fuentes Secundarias:

Artículos científicos, libros especializados y tesis previas que aborden temas de enseñanza-aprendizaje de sistemas analógicos, didáctica en ingeniería eléctrica y diseño de módulos educativos.

Documentos institucionales que regulen los planes de estudio y las directrices pedagógicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

### **3.1.5. Instrumentos de Investigación**

Los instrumentos utilizados para la investigación serán:

- Encuestas y cuestionarios: Se diseñarán encuestas para obtener la percepción de los estudiantes y docentes sobre la situación actual del proceso de enseñanza-aprendizaje y las dificultades que enfrentan con los sistemas analógicos.
- Guías de entrevistas: Se realizarán entrevistas estructuradas a los docentes para obtener información cualitativa sobre las metodologías de enseñanza empleadas, su efectividad y las posibles áreas de mejora.
- Observación directa: Se llevarán a cabo sesiones de observación en el laboratorio para analizar cómo los estudiantes interactúan con los sistemas analógicos y cómo se implementan los métodos pedagógicos actuales.
- Software de simulación: Se utilizarán herramientas como SPICE, MATLAB o simuladores específicos para simular el comportamiento de los sistemas analógicos y evaluar la efectividad del módulo didáctico propuesto.
- Registros académicos y de desempeño: Se utilizarán los resultados de los exámenes y actividades prácticas para evaluar el impacto del módulo en el rendimiento de los estudiantes.

## **3.2. Cronograma**

El cronograma para la implementación del proyecto tecnológico se ha dividido en dos fases:

### **3.2.1. Primera etapa**

Durante la fase inicial de un proyecto tecnológico, se desarrolla y presenta un anteproyecto experimental, que abarca desde la presentación inicial del tema hasta su aprobación por las autoridades pertinentes. Este paso resulta crucial para la planificación del proyecto, ya que sienta las bases generales y define los objetivos a alcanzar. La **Figura 16** ilustra la primera parte del plan de trabajo, detallando claramente el avance en función de los plazos establecidos.

**Figura 16**

*Cronograma de actividades de la primera etapa*

<input type="checkbox"/>	Tarea	Responsable	Estado	Fecha	Evaluación Formal
<input type="checkbox"/>	Inscripción de proyecto de titulación		Listo	may-14-2...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Tema del proyecto Tecnológico		Listo	may-21-20...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Problematización y Objetivos		Listo	may-28-2...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo del anteproyecto		Listo	jun-5-2024	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Revisión previa a la entrega del Anteproyecto		Listo	jun-17-20...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Entrega del Anteproyecto		Listo	may-24-2...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Designación del Tutor		Listo	jul-8-2024	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Designación del Tribunal		Listo	jul-30-2024	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo del Marco teórico		Listo	ago-6-2024	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo de la Metodología 1 parte		Listo	sep-26-20...	Cumplido

Nota: La Figura 16 muestra cronograma que detalla las tareas, responsables, estado y fechas de cumplimiento en la primera etapa del proyecto tecnológico.

### 3.2.2. Segunda etapa

En la fase final del proyecto, se presenta la conclusión siguiendo las pautas y el formato establecido por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo para la Carrera de Electricidad. El documento **Figura 17** incluye el marco teórico, la metodología, los resultados obtenidos y la bibliografía. Cada sección es clave para la presentación y validación de los resultados del proyecto.

**Figura 17**

*Cronograma de actividades de la segunda etapa*

<input type="checkbox"/>	Tarea	Responsable	Estado	Fecha	Evaluación Formal
<input type="checkbox"/>	Etapa #2		Inicio		Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo de la Metodología 2 parte		Listo	oct-14-20...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo de los Resultados 1 parte		Listo	dic-10-20...	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo de los Resultados 2 parte		Listo	ene-6	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Desarrollo de las Bibliografías		Listo	feb-12	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Revisión del Proyecto (Tutor)		Listo	feb-24	Cumplido
<input type="checkbox"/>	Revisión del Proyecto (Tribunal)		En curso	mar. 3	En curso
<input type="checkbox"/>	Correcciones del Proyecto Tecnológico		En curso	mar. 6	En curso
<input type="checkbox"/>	Aprobación del Proyecto Tecnológico		En curso	mar. 17	En curso
<input type="checkbox"/>	Defensa del Proyecto Tecnológico		En curso	mar. 24	En curso
<input type="checkbox"/>	Finalización del Proyecto Tecnológico		Detenido		

Nota: La Figura 17 muestra cronograma que detalla las actividades, responsables, estado y fechas programadas para la ejecución de la segunda etapa del proyecto.

### **3.3. Recursos, presupuesto y financiamiento**

Para efectuar este proyecto tecnológico de gran aporte a la investigación y el desarrollo, se requiere de la ayuda y aporte necesario de personal capacitado, ingenieros de experiencia y personas con el conocimiento en el tema para que cada etapa sea exitosa.

#### ***3.3.1. Recursos Humanos, Técnicos y Materiales***

Para la realización del proyecto tecnológico se requirieron los siguientes recursos de apoyo: recursos humanos, técnicos y materiales.

##### ***3.3.1.1. Talento Humano.***

Las personas involucradas en este proyecto se mencionarán a continuación:

- **Autor**

Erick Joel Pacheco Renjifo

- **Director de Tesis**

Ing. Gunsha Morales Alfonso Javier, MSc.

- **Docentes**

FCI de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

##### ***3.3.1.2. Recursos técnicos de instrumentos en medición electrónica.***

Se utilizó los siguientes elementos para el desarrollo del proyecto tecnológico:

- Osciloscopio Digital
- Generador de Funciones
- Convertidores de Energía Eléctrica
- Amperímetro

### ***3.3.1.3. Recursos de materiales escolares.***

- Hojas de papel ministro A4
- Bolígrafo

### ***3.3.1.4. Recursos tecnológicos.***

- Internet
- Laptop
- Impresora

### ***3.3.1.5. Recursos computacionales***

- Proteus 8 Professional
- Microsoft Word

### 3.3.2. Presupuesto

Las presentes tablas son un desglose del presupuesto total destinado a la implementación del módulo didáctico enfocado en el estudio de Electrónica Digital. En este presupuesto se incluyen los gastos relacionados con el diseño, la adquisición de materiales, la mano de obra, el transporte y otros costos asociados al desarrollo del proyecto tecnológico.

**Tabla 8**

*Costo de resistencias acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

Nº	Elemento	Cantidad Total	Costo por Unidad	Costo Total
1	Resistencia 10 k $\Omega$	70	0.12	8.40
2	Resistencia 1 k $\Omega$	110	0.10	11.00
3	Resistencia 220 $\Omega$	45	0.10	4.50
4	Resistencia 2.2 k $\Omega$	25	0.11	2.75
5	Resistencia 4.7 k $\Omega$	20	0.12	2.40
6	Resistencia 100 $\Omega$	20	0.10	2.00
7	Resistencia 240 $\Omega$	5	0.11	0.55
8	Resistencia 175 k $\Omega$	5	0.15	0.75
9	Resistencia 39 k $\Omega$	5	0.12	0.60
10	Resistencia 4 k $\Omega$	5	0.12	0.60
11	Resistencia 3.6 k $\Omega$	5	0.12	0.60
12	Resistencia 820 $\Omega$	5	0.11	0.55
13	Resistencia 600 $\Omega$	5	0.11	0.55
14	Resistencia 180 $\Omega$	5	0.11	0.55
15	Resistencia 5 k $\Omega$	5	0.12	0.60
16	Resistencia 560 $\Omega$	5	0.11	0.55
17	Resistencia 500 $\Omega$	10	0.11	1.10
18	Resistencia 220 k $\Omega$	5	0.15	0.75
<b>Total</b>				<b>38.00</b>

**Fuente:** Electrónica Omega

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 9***Costo de capacitores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo por Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>1</b>	Capacitor 10 $\mu$ F	25	0.50	12.50
<b>2</b>	Capacitor 1 $\mu$ F	40	0.30	12.00
<b>3</b>	Capacitor 0.1 $\mu$ F	55	0.20	11.00
<b>4</b>	Capacitor 100 nF	5	0.15	0.75
<b>5</b>	Capacitor 22 nF	10	0.20	2.00
<b>6</b>	Capacitor 1000 $\mu$ F	5	0.60	3.00
<b>7</b>	Capacitor 47 $\mu$ F	5	0.50	2.50
<b>Total</b>				<b>43.75</b>

**Fuente:** Electrónica Omega**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 10***Costo de Transistores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo por Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>1</b>	Transistor 2N2222	35	0.80	28.00
<b>2</b>	Transistor BC547	45	0.75	33.75
<b>3</b>	Transistor 2N2222A	20	0.80	16.00
<b>4</b>	Transistor 2N7000	10	1.00	10.00
<b>5</b>	Transistor IRF540N	5	2.00	10.00
<b>6</b>	Transistor 2N3904	25	0.75	18.75
<b>7</b>	Transistor TIP41	10	1.50	15.00
<b>Total</b>				<b>131.50</b>

**Fuente:** Electrónica Omega**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 11***Costo de Diodos acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

Nº	Elemento	Cantidad Total	Costo por Unidad	Costo Total
1	Diodos LED	90	0.20	18.00
2	Diodos 1N4007	15	0.30	4.50
3	Diodos Diac	10	0.50	5.00
<b>Total</b>				<b>27.50</b>

**Fuente:** Electrónica Omega**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 12***Costo de Puentes rectificadores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

Nº	Elemento	Cantidad Total	Costo por Unidad	Costo Total
1	Puente rectificador de diodos 2W10G	5	1.00	5.00
2	Puente rectificador DF005M	5	1.00	5.00
<b>Total</b>				<b>10.00</b>

**Fuente:** Electrónica Omega**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 13***Costo de Tiristores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

Nº	Elemento	Cantidad Total	Costo por Unidad	Costo Total
1	Triac C106D	10	1.50	15.00
2	Triac DB3	15	1.50	22.50
<b>Total</b>				<b>37.50</b>

**Fuente:** Electrónica Omega**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 14***Costo de Interruptores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo por Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>1</b>	Interruptor DIP de 2 bancos	30	0.50	15.00
<b>Total</b>				<b>15.00</b>

**Fuente:** Electrónica Omega.**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 15***Costo de Potenciómetros acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo por Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>1</b>	Potenciómetro 100 k $\Omega$	5	1.00	5.00
<b>Total</b>				<b>5.00</b>

**Fuente:** Electrónica Omega.**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 16***Costo de Transformadores acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo por Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
<b>1</b>	Transformador TRAN-2P3S	5	12.00	60.00
<b>2</b>	Transformador con 2P3S	5	12.00	60.00
<b>3</b>	Transformador con 2P2S	5	9.00	45.00
<b>Total</b>				<b>165.00</b>

**Fuente:** Electrónica Omega.**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 17***Costo de otros componentes acorde a la ejecución del proyecto tecnológico*

<b>N°</b>	<b>Elemento</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo por Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
1	Inductor de 1 mH	15	1.00	15.00
2	Inductor de 150 $\mu$ H	5	0.80	4.00
3	Inductores o lámparas indicadoras 120V	30	0.80	24.00
4	Cristal oscilador	5	1.00	5.00
5	Fuente de voltaje senoidal	10	6.00	60.00
6	Baterías 12V	25	3.00	75.00
7	Baterías 10V	5	2.50	12.50
8	Baterías 5V	20	2.00	40.00
<b>Total</b>				<b>235.50</b>

**Fuente:** Electrónica Omega.**Elaborado:** Erick Pacheco

### 3.3.3. *Financiamiento*

El desarrollo e implementación del módulo didáctico orientado a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en sistemas analógicos dentro del Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo fue posible gracias a la inversión de recursos personales del autor, con el respaldo financiero de sus familiares. Esta fuente de financiamiento permitió la adquisición de materiales, dispositivos electrónicos, herramientas de software especializadas y demás insumos esenciales para la fabricación y optimización del módulo didáctico. Además, se destinaron fondos para cubrir gastos asociados a la validación del módulo mediante pruebas experimentales, así como para su integración dentro del currículo académico del laboratorio.

Dado que este proyecto busca potenciar el aprendizaje práctico de los sistemas analógicos en un entorno universitario, se procuró una distribución eficiente de los recursos financieros, priorizando la calidad de los componentes y la implementación de tecnologías innovadoras que garanticen un óptimo desempeño del módulo.

La inversión también consideró la capacitación de los docentes y estudiantes en el uso de la herramienta, asegurando su adecuada adopción dentro de las prácticas de laboratorio.

### **3.4. Instrumentos para el seguimiento y control**

Para garantizar la correcta implementación y funcionamiento del módulo didáctico en sistemas analógicos, se emplearon diversas herramientas de monitoreo y control, permitiendo evaluar tanto el desempeño del módulo como su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. La integración de software especializado y metodologías de gestión tecnológica posibilitó un seguimiento preciso de los avances en el proyecto, asegurando su alineación con los objetivos educativos y técnicos.

El uso de herramientas digitales y plataformas de gestión contribuyó a documentar cada fase del desarrollo del módulo, facilitando la supervisión de las etapas de diseño, ensamblaje, pruebas y optimización. Además, estos instrumentos permitieron evaluar en tiempo real la interacción de los estudiantes con el módulo, identificando áreas de mejora y asegurando su eficiencia como recurso pedagógico dentro del laboratorio.

#### ***3.4.1. Software de Gestión de Proyectos***

El éxito en la implementación del módulo didáctico requirió la utilización de herramientas de gestión de proyectos que permitieran una planificación estructurada y un monitoreo continuo del desarrollo.

Estas plataformas digitales proporcionaron flexibilidad para realizar ajustes en función de nuevos requerimientos académicos y tecnológicos, asegurando que el módulo cumpliera con los estándares de calidad y funcionalidad previstos.

##### ***3.4.1.1. Uso de Monday.com en la Planificación del Proyecto***

Para coordinar eficientemente cada fase del proyecto, se utilizó Monday.com, una plataforma de gestión de proyectos que permitió la asignación de tareas, la distribución de recursos materiales y humanos, y el seguimiento del avance en tiempo real.

Gracias a esta herramienta, se pudo estructurar un cronograma detallado que abarcó desde el diseño conceptual del módulo hasta su implementación en el laboratorio, garantizando el cumplimiento de los plazos establecidos.

Monday.com también facilitó la documentación de cada etapa del proceso, permitiendo el análisis de métricas clave relacionadas con la funcionalidad del módulo y la eficiencia de su integración dentro de las prácticas de laboratorio. Su interfaz colaborativa posibilitó una mejor coordinación entre los participantes del proyecto, asegurando una ejecución fluida y organizada.

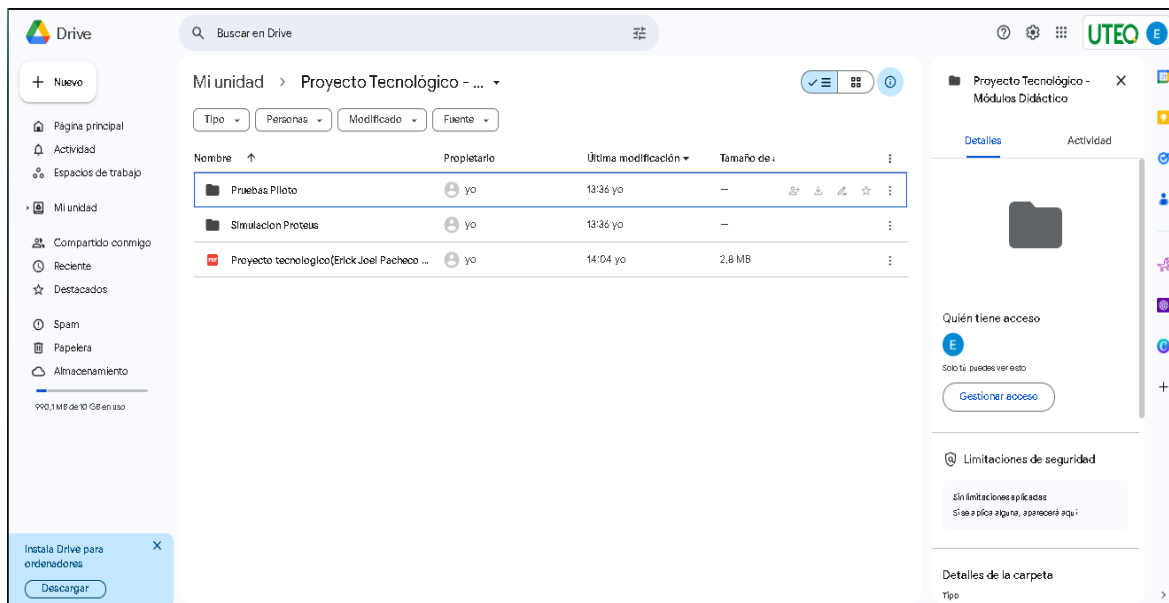
### 3.4.1.2. Instrumentos de Gestión de Documentos

Para asegurar una gestión segura y eficiente de la documentación del proyecto tecnológico, se seleccionó Google Drive como plataforma principal.

Esta herramienta permitió almacenar y compartir diversos tipos de archivos en múltiples formatos, facilitando así la colaboración simultánea entre los miembros del equipo y mejorando considerablemente la organización y administración de la información [62].

**Figura 18**

#### *Herramientas de Gestión de Documentos*



Nota: La Figura 18 muestra uso de Google Drive como plataforma principal para la gestión y almacenamiento de documentos del proyecto tecnológico. Esta herramienta facilita la colaboración y organización del equipo en tiempo real.

### **3.5.Indicadores de evaluación**

Con el objetivo de evaluar el impacto y la efectividad del módulo didáctico para la enseñanza de sistemas analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus La María, se estableció un conjunto de indicadores de evaluación que permiten medir el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto.

Estos indicadores han sido diseñados para analizar aspectos clave como la planificación y ejecución del proyecto, la optimización de los recursos, el grado de adopción tecnológica por parte de los estudiantes y docentes, el desempeño técnico del módulo en un entorno real de laboratorio, así como su nivel de innovación y cumplimiento normativo.

La aplicación de estos indicadores facilita un monitoreo continuo del módulo didáctico, proporcionando datos concretos sobre su funcionamiento y utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, permite detectar oportunidades de mejora y realizar ajustes en función de las necesidades de los estudiantes, optimizando su uso en las prácticas experimentales del laboratorio.

#### ***3.5.1. Cumplimiento del Cronograma y Plazos***

- **Indicador:** Nivel de cumplimiento de los tiempos de desarrollo e implementación del módulo didáctico.
- **Evaluación:** Se realizó un seguimiento riguroso del cronograma de trabajo, verificando que cada una de las fases del proyecto se ejecutara dentro de los plazos establecidos.

Se evaluó la planificación desde la fase de diseño conceptual hasta la implementación final en el laboratorio, asegurando que el módulo estuviera disponible para su uso dentro del período académico previsto. También se analizó el impacto de la correcta gestión del tiempo en la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### ***3.5.2. Gestión del Presupuesto.***

- **Indicador:** Eficiencia en la asignación y uso de los recursos financieros destinados al proyecto.

- **Evaluación:** Se llevó a cabo una evaluación detallada del presupuesto, asegurando que los recursos fueran utilizados de manera óptima para la adquisición de materiales, equipos electrónicos, software de simulación y herramientas de diseño.

Se verificó que la inversión estuviera alineada con los requerimientos técnicos y educativos, priorizando la calidad y la durabilidad de los componentes utilizados en el módulo. Además, se realizó un análisis costo-beneficio para garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo

### 3.5.3. *Alcance y Objetivos del Proyecto*

- **Indicador:** Grado de cumplimiento de los objetivos específicos del módulo didáctico.
- **Evaluación:** Se analizó en qué medida el módulo contribuyó a la mejora del aprendizaje en sistemas analógicos, evaluando su integración dentro del programa académico del laboratorio. Se verificó que el módulo cumpliera con los objetivos pedagógicos establecidos, facilitando el desarrollo de competencias prácticas en los estudiantes y proporcionando un recurso didáctico innovador que fortalezca su formación en ingeniería eléctrica. Además, se midió el impacto del módulo en la comprensión de los principios fundamentales de los sistemas analógicos y su aplicabilidad en la resolución de problemas reales.

### 3.5.4. *Adopción y Uso Tecnológico*

- **Indicador:** Nivel de aceptación y correcta utilización del módulo didáctico por parte de estudiantes y docentes.
- **Evaluación:** Se realizó un análisis del nivel de interacción de los estudiantes y profesores con el módulo, midiendo la facilidad de uso, la adaptabilidad del recurso dentro de las prácticas de laboratorio y la eficacia de su diseño para la enseñanza de sistemas analógicos. Se aplicaron encuestas y observaciones directas para evaluar la percepción de los usuarios, identificando posibles dificultades en su uso y áreas de mejora. Además, se determinó el grado de integración del módulo en la dinámica de enseñanza y su impacto en la motivación de los estudiantes para el aprendizaje práctico.

### 3.5.5. *Eficiencia Operativa del Módulo*

- **Indicador:** Desempeño técnico y funcionalidad del módulo dentro del laboratorio de electricidad y electrónica.
- **Evaluación:** Se llevaron a cabo pruebas experimentales y simulaciones para evaluar el correcto funcionamiento del módulo didáctico en condiciones reales de laboratorio. Se verificó la calidad de los materiales empleados, la precisión de los circuitos analógicos diseñados y la estabilidad operativa del módulo durante su uso prolongado. También se analizaron los tiempos de respuesta del sistema, la facilidad de mantenimiento y la compatibilidad con otros dispositivos electrónicos utilizados en el laboratorio

### 3.5.6. *Seguridad y Cumplimiento Normativo*

- **Indicador:** Conformidad con normativas técnicas de seguridad y regulaciones establecidas por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y organismos nacionales.
- **Evaluación:** Se verificó que el diseño y la construcción del módulo cumplieran con normativas de seguridad eléctrica aplicables en el Ecuador, tales como la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155 sobre instalaciones eléctricas de baja tensión y la NTE INEN 1875 que establece criterios de seguridad en equipos eléctricos.

Asimismo, se evaluó el cumplimiento de normativas internacionales como la IEC 61010-1, que regula la seguridad en equipos de medición y laboratorio. Se realizaron pruebas de protección contra sobrecargas, aislamiento eléctrico y resistencia de materiales, garantizando que el módulo pueda ser utilizado de manera segura por los estudiantes dentro del laboratorio.

### 3.5.7. *Innovación y Diferenciación*

- **Indicador:** Nivel de innovación tecnológica incorporado en el módulo didáctico.
- **Evaluación:** Se evaluó la implementación de nuevas metodologías de enseñanza basadas en la experimentación práctica y el uso de tecnologías avanzadas para el estudio de sistemas analógicos.

Se analizaron los componentes electrónicos integrados en el módulo, incluyendo la incorporación de sensores, simuladores digitales y plataformas interactivas que optimicen la experiencia de aprendizaje. Se determinó en qué medida el módulo representa una mejora significativa con respecto a los métodos tradicionales de enseñanza en el laboratorio, promoviendo un aprendizaje más dinámico e intuitivo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADO**

#### 4.1. Inventario de materiales, equipos guías prácticas en el laboratorio de Electricidad y Electrónica.

Tomando como referencia los estudios mencionados, se elaboró un inventario detallado que incluye los equipos, componentes electrónicos y las guías prácticas experimentales que están disponibles en el laboratorio de Electricidad y Electrónica. Este listado permite evaluar los recursos existentes y facilitar la planificación de actividades educativas y experimentales.

##### 4.1.1. Equipos electrónicos

**Tabla 18**

*Inventario de equipos electrónicos*

---

LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA						
INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS						
Nº	Código de inventario	Equipo	Descripción del equipo	Marca	Instructiva operación sí / no	Responsable
1	004-14-007-41916	EQUIPO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA	Kit práctico que contiene todo lo necesario para realizar 47 prácticas de electricidad y electrónica.	SOGERESA	si	LABORATORISTA

---

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

El Laboratorio de Electricidad y Electrónica está equipado con herramientas esenciales como multímetros digitales, osciloscopios y generadores de señales, que permiten a los estudiantes realizar mediciones precisas y analizar el comportamiento de circuitos electrónicos. Estas prácticas incluyen tareas como la construcción de circuitos con diodos, transistores bipolares y amplificadores operacionales, así como el diseño y comprobación de reguladores de voltaje y filtros activos.

A través del uso de estos equipos, los estudiantes desarrollan habilidades prácticas para interpretar señales analógicas, diagnosticar fallos y diseñar soluciones en sistemas electrónicos, consolidando así su conocimiento teórico mediante la experimentación práctica.

#### 4.1.2. *Inventario de dispositivos electrónicos*

A continuación, se presenta un cuadro que detalla los dispositivos electrónicos disponibles en el laboratorio, especificando sus cantidades:

**Tabla 19**

*Inventario de instrumentos de medición y dispositivos básicos*

<b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y DISPOSITIVOS BÁSICOS</b>		
<b>ITEM N°</b>	<b>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Condensadores electrolíticos:	
	Condensador de 0,47 Uf, 400 V	1
1	Condensador de 0,47 Uf, 400 V	1
	Condensador de 22 Uf, 25 V	1
	Condensador de 1000 Uf, 25 V	1
2	Diodo de silicio en soporte de metacrilato.	2
3	Bobinas con bornas: de 400, 1600, y 3200 espiras	1 de c/u
	Cables de conexión: rojo, negro, azul y amarillo-verde.	
	Rojos de 50 cm	2
	Negros de 50 cm	2
4	Azules de 50 cm	2
	Amarillo-verde de 50 cm	2
	Rojos de 25 cm	2
	Negros de 25 cm	2

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 20***Inventario de componentes pasivos*

<b>COMPONENTES PASIVOS</b>		
<b>ITEM N°</b>	<b>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Amperímetro de sobremesa, triple escala	1
2	Barra de plexiglás L=30 cm y DIAM= 12 mm	2
	Fusibles:	
3	Fusible de 100 ma	3
	Fusible de 250 ma	3
	Fusible de 500 ma	3
4	Interruptor de cuchilla	2
5	Interruptor pulsador con bornes para panel de montaje	1

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 21***Inventario de fuentes de luz y conectores*

<b>FUENTES DE LUZ Y CONECTORES</b>		
<b>ITEM N°</b>	<b>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Lámparas:	
1	Lámpara de 3,5V - 0,3 A - E 10	4
	Lámpara de 12 V - 0,5 A - E 10	3
	LED en soporte metacrilato.	1
	Pinzas cocodrilos:	
2	Pinza color rojo	2
	Pinza color negro	2
	Pinza con bornas de conexión	4
3	Porta-pilas con bornes	1

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 22***Inventario de resistencias y potenciómetros*

<b>RESISTENCIAS Y POTENCIÓMETROS</b>		
<b>ITEM N°</b>	<b>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Potenciómetro en placas soporte, DIAM=100, 4W	2
2	Regleta cortocircuito	4
3	Resistencia calefactora para tensiones de 6V	1
	Resistencias de 1W, en placas de metacrilato:	
	47 $\Omega$	1
	100 $\Omega$	1
	220 $\Omega$	1
4	1K $\Omega$	2
	3,3 $\Omega$	3
	6,6 $\Omega$	3
	470 $\Omega$	3
	2,2 $\Omega$	1
	4,7 $\Omega$	1

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.**Elaborado:** Erick Pacheco**Tabla 23***Inventario de dispositivos no lineales y transistores*

<b>DISPOSITIVOS NO LINEALES Y TRANSISTORES</b>		
<b>ITEM N°</b>	<b>DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
	Resistencias no lineales en placas de metacrilato	
1	LDR	1
	NTC	1
	PTC	1
	VDR	1
	Transistores:	
2	NPN	1
	PNP	1

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.**Elaborado:** Erick Pacheco

### **4.1.3. Guías experimentales.**

El laboratorio de Electricidad y Electrónica cuenta con el equipo didáctico modelo E70200 de la reconocida marca Sogeresa (**Figura 19**), una herramienta clave para el desarrollo práctico de los estudiantes de la Carrera de Electricidad.

Este sistema ha sido diseñado para cubrir un amplio rango de prácticas experimentales, ofreciendo un total de 47 actividades que van desde los conceptos fundamentales de electricidad hasta aplicaciones avanzadas en electrónica. Su diseño modular y su integración completa de componentes permiten a los estudiantes realizar montajes prácticos, analizar circuitos eléctricos y electrónicos, y adquirir competencias técnicas esenciales para su formación profesional.

Este equipo no solo fomenta el aprendizaje autónomo, sino que también garantiza un entorno seguro y eficiente para la exploración experimental, convirtiéndolo en un recurso indispensable en el proceso educativo.

### **Figura 19**

*Equipo didáctico modelo E70200*



Nota: La Figura 19 muestra equipo didáctico modelo ET2020 utilizado en el laboratorio de Electricidad y Electrónica para la realización de prácticas experimentales.

A continuación, se detallan las prácticas disponibles según el manual del equipo:

**Tabla 24***Prácticas disponibles según el manual del equipo*

<b>PRACTICAS DISPONIBLES EN EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA.</b>		
<b>ITEM N°</b>	<b>Practica</b>	<b>Objetivo de la actividad</b>
1	Medición de corriente eléctrica con amperímetro	Determinar la intensidad de corriente en un circuito simple utilizando un amperímetro de sobremesa.
2	Medición de voltaje con voltímetro	Medir la diferencia de potencial entre dos puntos en un circuito utilizando un voltímetro.
3	Ley de Ohm: Verificación experimenta	Comprobar experimentalmente la relación entre corriente, voltaje y resistencia mediante la Ley de Ohm.
4	Estudio del comportamiento de diodos	Analizar las características del diodo en polarización directa e inversa.
5	Uso práctico del transistor como interrupto	Demostrar cómo un transistor puede actuar como interruptor electrónico.
6	Análisis del comportamiento de resistencias no lineales	Estudiar el comportamiento eléctrico de resistencias dependientes como LDR, NTC y PTC.
7	Construcción y análisis de circuitos RC	Analizar el comportamiento transitorio en circuitos RC (resistencia-condensador)
8	Estudio experimental de celdas solares	Determinar las características eléctricas básicas de una celda solar.
9	Montaje básico con regletas cortocircuito	Utilizar regletas cortocircuito para construir circuitos eléctricos básicos.
10	Uso práctico del potenciómetro como divisor de voltaje	Aplicación del potenciómetro para variar el voltaje en un circuito eléctrico
11	Encendido y control de LEDs mediante resistencias limitadoras	Uso adecuado de resistencias para proteger LEDs en circuitos eléctricos.
12	Medición de resistencia eléctrica con multímetro digital	Uso del multímetro para determinar valores precisos de resistencias fijas y variables.
13	Prueba funcional de fusibles eléctricos	Verificación del estado operativo de fusibles mediante medición directa.
14	Análisis del comportamiento térmico en resistencias calefactoras	Observación experimental del efecto Joule en resistencias calefactoras bajo diferentes tensiones.

15	Montaje básico con interruptores pulsadores e interruptores conmutadores	Construcción práctica para comprender el funcionamiento básico de interruptores eléctricos.
16	Protección eléctrica: adecuado del porta-fusible	Uso Incorporación práctica de fusibles en un circuito para protección contra sobrecargas.
17	Electrización por fricción, frotación y contacto	Observar cómo se genera electrización mediante fricción, frotación y contacto.

**Fuente:** Manual del Alumno Equipo de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

## **4.2. Construir modulo didáctico de sistema analógicos que cumplan con los resultados de aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica**

### **4.2.1. Diseño del módulo didáctico**

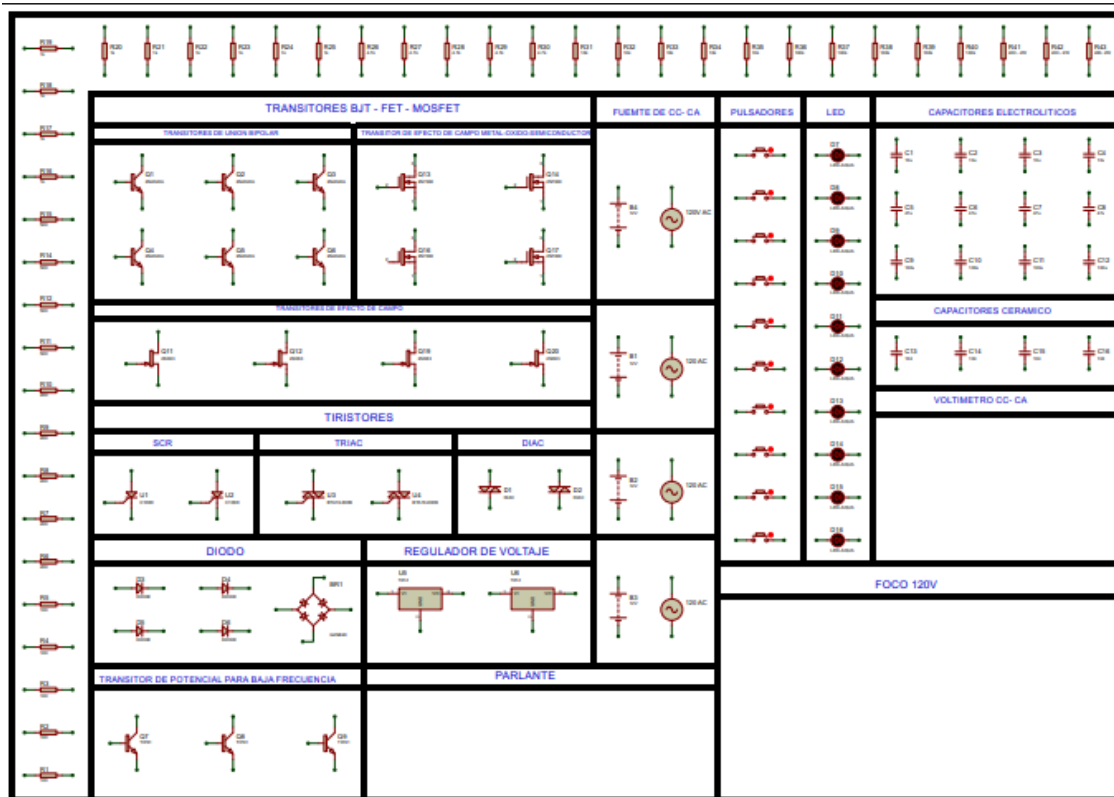
En la **Figura 20** se presenta el diseño de la estructura del módulo didáctico, elaborado mediante el uso del programa CorelDRAW, una herramienta especializada en diseño gráfico que permitió organizar y adaptar los circuitos al formato final para su impresión en vinilo adhesivo de color amarillo. Este material fue seleccionado por su resistencia y facilidad de manipulación, lo que asegura una presentación duradera y funcional para las prácticas educativas.

Los circuitos que forman parte del módulo fueron previamente diseñados y simulados en Proteus 8 Profesional, lo que permitió validar su funcionamiento antes de ser integrados en el diseño general.

Posteriormente, estos circuitos fueron exportados y organizados en CorelDRAW, donde se ajustaron detalles como la disposición, etiquetas y conexiones necesarias para facilitar su uso por parte de los estudiantes.

**Figura 20**

*Diseño del módulo didáctico en el programa Corel draw*



Nota: La Figura 20 muestra representación gráfica del módulo didáctico diseñado en Corel Draw, que incluye los circuitos eléctricos organizados con etiquetas y conexiones necesarias para facilitar su uso por parte de los estudiantes.

#### **4.2.2. Implementación del módulo didáctico.**

Para la implementación del módulo didáctico, primero se diseñó los circuitos en Proteus 8 Professional, asegurando una distribución ordenada de los componentes electrónicos. Este diseño fue luego impreso en vinilo adhesivo de fondo amarillo y adherido sobre una base de pleybo de 1.0mx 0.80mx 0.004m, garantizando durabilidad y una clara presentación para su uso en el laboratorio.

Con la ayuda de un taladro, se realizaron las perforaciones necesarias para la instalación de los 458 conectores banana hembra, permitiendo que los estudiantes puedan conectar y desconectar los componentes sin dificultad. Posteriormente, se llevó a cabo el montaje de los circuitos, utilizando cautín y estaño para soldar cuidadosamente los distintos elementos electrónicos.




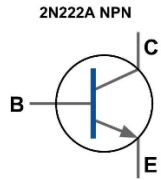
### 4.2.3. Producto tecnológico desarrollado.

#### 4.2.3.1. Características Técnicas de los Componentes Electrónicos

Se seleccionaron componentes electrónicos cuya elección estuvo basada en las especificaciones técnicas que definen su rendimiento y capacidades. Estas características, proporcionadas por los fabricantes a través de las hojas de datos (datasheets), detallan el funcionamiento, las limitaciones y el comportamiento de cada dispositivo. A continuación, se presentan las especificaciones de los componentes utilizados, organizados en tablas.

**Tabla 25**

*Datos técnicos del transistor 2N2222*


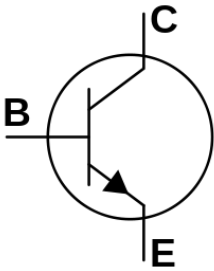
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS <u>2N2222</u></b>			
Figura	Simbología	Fabricante:	STMicroelectronics
		Categoría de producto:	Transistor NPN
Tensión colector-base ( $V_{CBO}$ ):	75 V	Subcategoría:	Alta velocidad para conmutación
Tensión colector-emisor ( $V_{CEO}$ ):	40 V	Corriente máxima del colector ( $I_C$ ):	0.6 A
Tensión emisor-base ( $V_{EBO}$ ):	6 V	Corriente pico del colector ( $I_{CM}$ ):	0.8 A (duración < 5 ms)
		Disipación máxima de potencia ( $P_{tot}$ ):	0.5 W

**Fuente:** STMicroelectronics

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 26**

*Datos técnicos del transistor 2N3904*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS <u>2N3904</u></b>			
Simbología			
Figura		Fabricante:	STMicroelectronics
		Categoría de producto:	Transistor NPN
Tensión colector-base ( $V_{CBO}$ ):	60 V	Subcategoría:	Alta velocidad para conmutación
Tensión colector-emisor ( $V_{CEO}$ ):	40 V	Corriente máxima del colector ( $I_C$ ):	200 mA
Tensión emisor-base ( $V_{EBO}$ ):	6 V	Corriente pico del colector ( $I_{CM}$ ):	0.8 A (duración < 5 ms)
Temperatura mínima de operación:	-65 °C	Disipación máxima de potencia ( $P_{tot}$ ):	625 mW
		Temperatura máxima de operación:	150 °C

**Fuente:** STMicroelectronics

**Elaborado:** Erick Pacheco


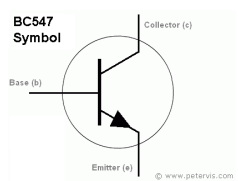
**Tabla 27**

*Datos técnicos del transistor BC547*

---

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BC547**

---

<p>Figura</p> 	<p>Simbología</p> 	<p>Fabricante: Motorola</p> <p>Categoría de producto: Transistor NPN de Alta velocidad para conmutación</p> <p>Subcategoría: Amplificación de baja potencia</p>
<p>Tensión colector-base (<math>V_{CBO}</math>):</p>	<p>80 V</p>	<p>Corriente máxima del colector (<math>I_C</math>): 100 mA</p>
<p>Tensión colector-emisor (<math>V_{CEO}</math>):</p>	<p>65 V</p>	<p>Corriente pico del colector (<math>I_{CM}</math>): 0.8 A (duración &lt; 5 ms)</p>
<p>Tensión emisor-base (<math>V_{EBO}</math>):</p>	<p>6 V</p>	<p>Disipación máxima de potencia (<math>P_{tot}</math>): 625 mW</p>
<p>Temperatura mínima de operación:</p>	<p>-55 °C</p>	<p>Temperatura máxima de operación: 150 °C</p>

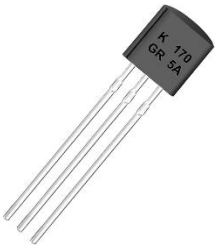
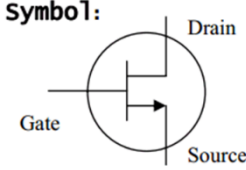
---

**Fuente:** Motorola

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 28**

*Datos técnicos del transistor 2SK30ATM*


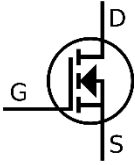
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS <u>2SK30ATM</u></b>			
Figura	Simbología	Fabricante:	Toshiba
	<p>Symbol:</p> 	Categoría de producto:	Transistor JFET de canal N.
Tensión gate-drain (VGDS):	-50 V	Subcategoría:	Amplificador de baja señal, bajo ruido
Corriente máxima del gate (IG):	10 mA	Corriente de drenaje (IDSS):	0.3 mA - 6.5 mA
Disipación máxima de potencia (PD):	100 mW	Tensión gate-source OFF (VGS OFF):	-0.4 V a -5.0 V
Temperatura mínima de operación:	-55 °C	Admitancia de transferencia (Yfs):	1.2 mS
Temperatura máxima de operación:	+125 °C		

**Fuente:** Toshiba

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Tabla 29**

*Datos técnicos del transistor 2N7000*

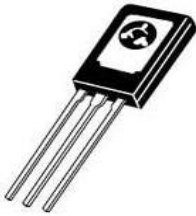
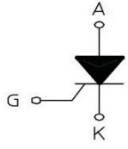
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS <u>2N7000</u></b>			
Figura	Simbología	Fabricante:	STMicroelectronics
		Categoría de producto:	MOSFET de potencia de canal N.
		Subcategoría:	Baja potencia y conmutación
Tensión drenador-fuente (VDS):	60 V	Corriente máxima del drenador (ID):	0.35 A
Tensión puerta-fuente (VGS):	$\pm 18$ V	Corriente pico del drenador (IDM)	1.4 A
Temperatura mínima de operación:	$-55$ °C	Resistencia drenador-fuente (RDS(on)):	$< 5 \Omega$ (VGS = 10V)
Temperatura máxima de operación:	$+125$ °C	Disipación máxima de potencia (Ptot):	1 / 0.35 W

**Fuente:** STMicroelectronics

**Elaborado:** Erick Pacheco.

**Tabla 30**

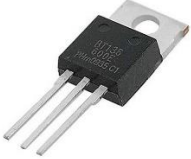

*Datos técnicos del transistor C106D*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS <u>C106D</u></b>			
Figura	Simbología	Fabricante:	Motorola
		Categoría de producto:	de SCR (Silicon Controlled Rectifier)
		Subcategoría:	Tiristor de bloqueo inverso
Tensión máxima repetitiva de bloqueo directo/inverso (VDRM, VRRM):	400 V	Corriente RMS directa máxima (IT(RMS)):	4 A
Tensión inversa máxima de la compuerta (VGRM):	6 V	Corriente promedio directa máxima (IT(AV)):	2.55 A
Corriente pico directa de la compuerta (IGFM):	0.2 A	Corriente pico de sobrecarga no repetitiva (ITSM):	20 A (1/2 ciclo, 60 Hz)

**Fuente:** Motorola

**Elaborado:** Erick Pacheco.

**Tabla 31***Datos técnicos del transistor BT136*

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS <u>BT136</u></b>			
Figura	Simbología	Fabricante:	Philips Semiconductors
		Categoría de producto:	TRIAC
		Subcategoría:	Control bidireccional de corriente
Tensión máxima repetitiva de bloqueo (VDRM):	600 V	Corriente RMS en estado de conducción (IT(RMS)):	4 A
Corriente de mantenimiento (IH):	15 mA	Corriente pico no repetitiva (ITSM):	25 A
Corriente de cebado (IL):	7 mA	Corriente de compuerta pico (IGM):	2 A
Temperatura máxima de operación (Tj):	+125 °C	Tensión pico de compuerta (VGM):	5 V

**Fuente:** Philips Semiconductors**Elaborado:** Erick Pacheco


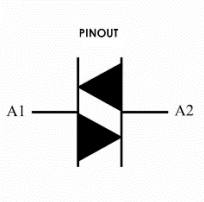
**Tabla 32**

*Datos técnicos del transistor DB3*

---

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DB3**

---

Figura	Simbología	Fabricante:	STMicroelectronics
		Categoría de producto:	DIAC
		Subcategoría:	Disparo de TRIAC y control de circuitos
Tensión de ruptura (VBO):	45 V	Corriente máxima repetitiva de estado encendido (ITRM):	1 A
Corriente de ruptura (IBO):	10 $\mu$ A	Corriente máxima de fuga (IR):	1 $\mu$ A
Tiempo máximo de subida (tr):	0.5 $\mu$ s	Tensión dinámica de ruptura ( $\Delta V$ ):	10 A

---

**Fuente:** STMicroelectronics

**Elaborado:** Erick Pacheco

#### 4.3. Evaluación de la Efectividad del Módulo Didáctico de Electrónica Analógica mediante el desarrollo de pruebas piloto.

Se presenta la evaluación de la efectividad del módulo didáctico de sistemas analógicos, realizada mediante pruebas prácticas con diferentes circuitos eléctricos y electrónicos, alineados con el sílabo de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica.

Las pruebas se centraron en circuitos representativos de los conceptos enseñados, evaluando tanto el análisis teórico como la ejecución práctica por parte de los estudiantes. Los resultados obtenidos permitieron determinar el impacto del módulo en el aprendizaje de los estudiantes, mostrando cómo mejoró su comprensión y capacidad para aplicar los conocimientos en situaciones de laboratorio reales.

#### Figura 22

*Pruebas piloto con estudiantes*



**Nota:** La Figura 22 muestra estudiantes realizando pruebas piloto con el módulo didáctico de electrónica analógica, evaluando su funcionalidad y aplicabilidad en el aprendizaje práctico de Sistemas Analógico.

### 4.3.1. Pruebas Realizadas

Las prácticas realizadas se enfocaron en circuitos representativos que permiten aplicar conceptos teóricos en situaciones reales. A continuación, se describen las actividades realizadas y los resultados obtenidos:

**Tabla 33**

*Resultados de las pruebas piloto con estudiantes*

### RESULTADOS DE LAS PRACICAS

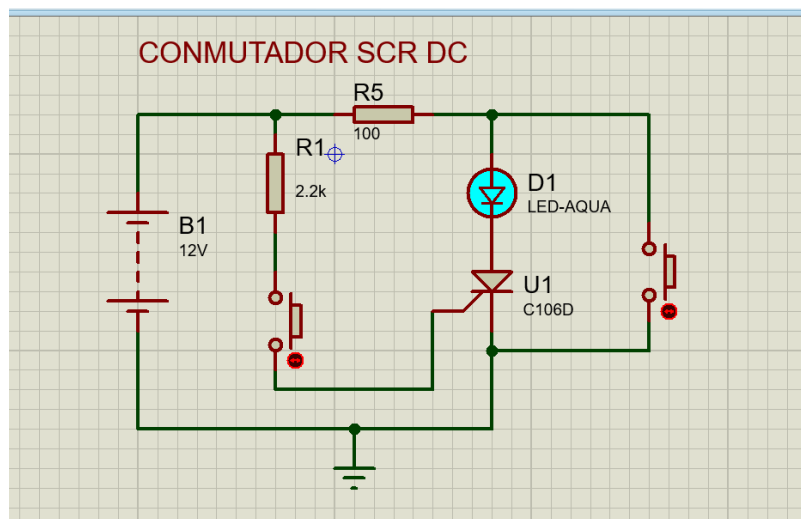
Práctica	Descripción	Resultados Observados
Conmutador SCR en Corriente Continua (CC)	Evaluación del funcionamiento del SCR como interruptor controlado en circuitos alimentados por CC.	Activación y desactivación correcta del SCR mediante señales de compuerta; el circuito fue capaz de encender y apagar un foco de 12V sin fallas.

**Fuente:** Laboratorio de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Figura 23**

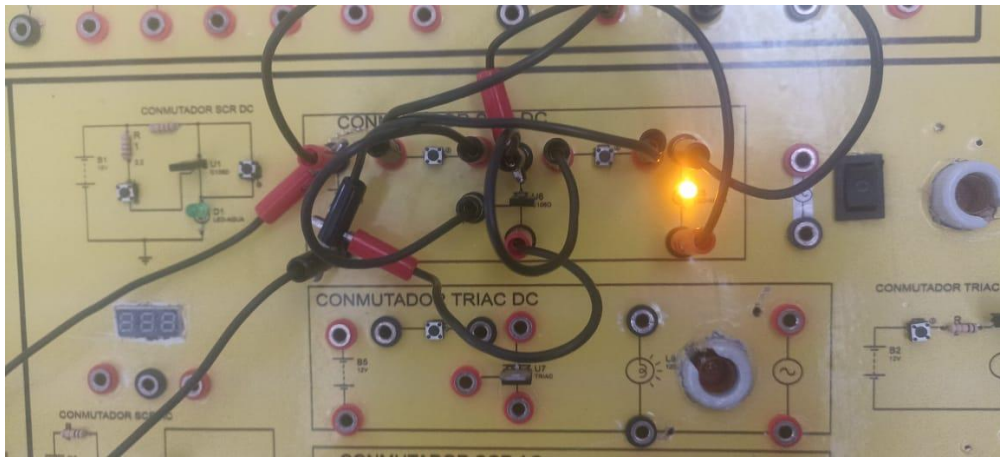
*Simulación en proteus conmutador Scr Dc*



Luego de la simulación, se llevó a cabo la construcción del circuito en el tablero de trabajo utilizando los componentes necesarios. En esta práctica, se verificó el funcionamiento del conmutador SCR en corriente continua (CC), logrando controlar el encendido y apagado de una carga de 12V mediante señales enviadas a la puerta del SCR. El montaje físico confirmó que el circuito opera correctamente, cumpliendo con los objetivos planteados.

**Figura 24**

*Resultado de la práctica en conmutador SCR Dc.*



**Tabla 34**

*Resultados de las pruebas piloto con estudiantes*

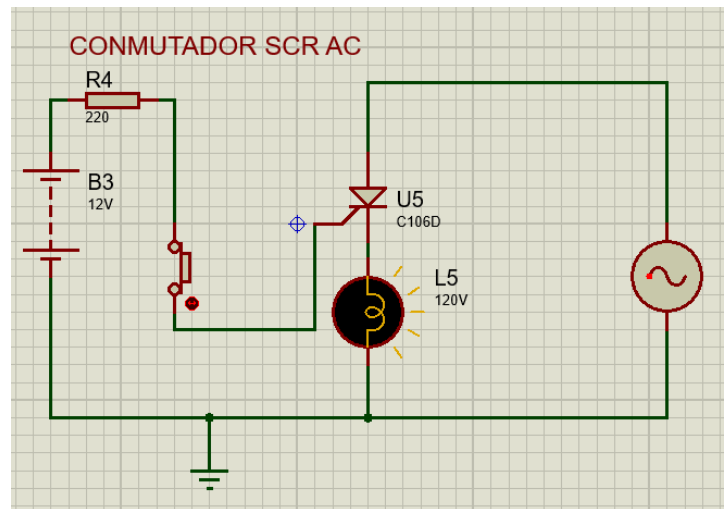
RESULTADOS DE LAS PRATICAS		
Práctica	Descripción	Resultados Observados
Conmutador SCR en Corriente Alterna (CA)	Análisis del comportamiento del SCR en aplicaciones con corriente alterna y su activación controlada.	El circuito funcionó del correctamente, logrando encender y apagar el foco a 120V AC mediante un control preciso desde la compuerta del SCR; no se presentaron cortocircuitos ni sobrecalentamientos.

**Fuente:** Laboratorio de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Figura 25**

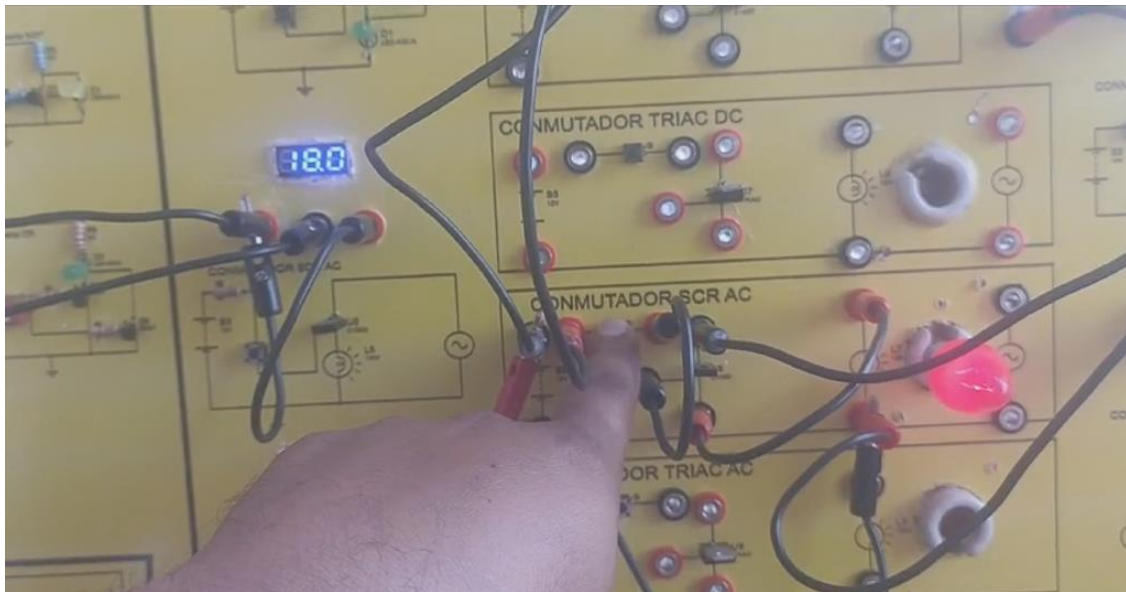
*Simulación en proteus conmutador SRC Ac.*



Durante la práctica con el conmutador SCR en corriente alterna, se observó que la activación del SCR permitía el flujo de corriente hacia la carga, encendiendo el foco a 120V AC. El control de la compuerta (gate) demostró ser un método efectivo para regular este flujo, permitiendo encender y apagar el foco de manera precisa. La ausencia de cortocircuitos o sobrecalentamientos indicó que el diseño del circuito es estable y adecuado para esta aplicación. Este resultado no solo valida el funcionamiento del SCR en CA, sino que también destaca su utilidad como elemento de control en circuitos de potencia.

**Figura 26**

*Resultado de la práctica de conmutador Scr Ac.*



**Tabla 35**

*Resultados de las pruebas piloto con estudiantes*

---

**RESULTADOS DE LAS PRACTICA**

---

<b>Práctica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados Observados</b>
Compuerta OR	Implementación y análisis lógico-práctico de la compuerta OR utilizando transistores y resistencias.	Los estudiantes lograron interpretar el funcionamiento lógico; al activar cualquiera de las entradas, el LED indicador se encendió correctamente, validando la operación esperada.

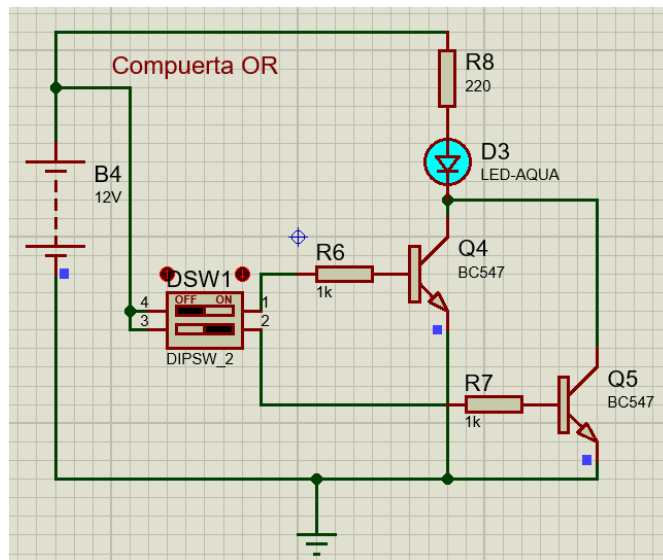
---

**Fuente:** Laboratorio de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Figura 27**

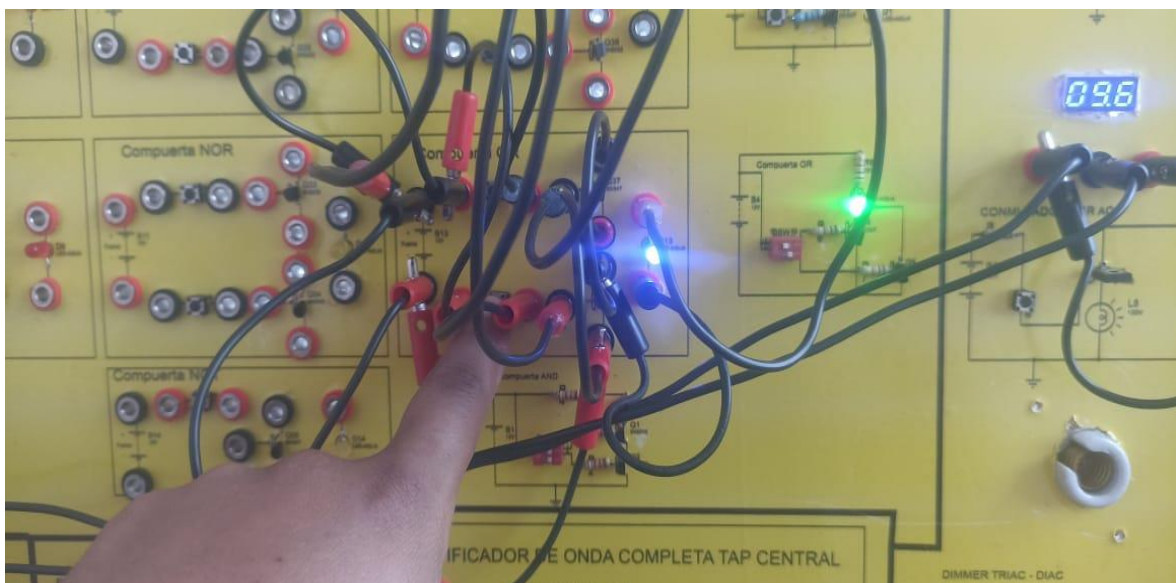
*Simulación en proteus compuerta Or*



En la implementación y análisis de la compuerta OR con transistores y resistencias, se confirmó que los estudiantes comprendieron el principio lógico. Al activar cualquiera de las entradas, se observó el encendido del LED indicador, lo que valida el comportamiento esperado de la compuerta OR. Este resultado demuestra la correcta interpretación y aplicación práctica de la función lógica OR.

**Figura 28**

*Resultado de práctica de compuerta Or*



**Tabla 36**

*Resultados de las pruebas piloto con estudiantes*

**RESULTADOS DE LAS PRACICAS**

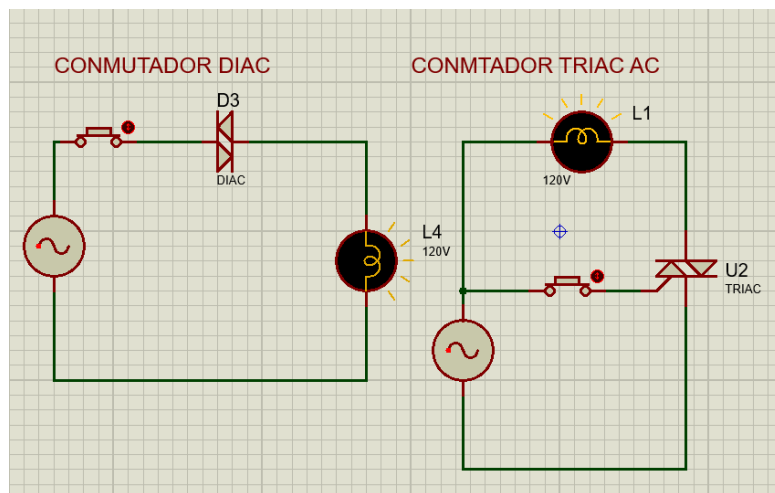
Práctica	Descripción	Resultados Observados
Pruebas Funcionales con TRIAC y DIAC	Experimentación con dispositivos bidireccionales en circuitos prácticos.	El sistema permitió variar la intensidad del foco sin interrupciones; los estudiantes comprendieron el papel del DIAC como disparador del TRIAC.

**Fuente:** Laboratorio de Electricidad y Electrónica.

**Elaborado:** Erick Pacheco

**Figura 29**

*Simulación en proteus con conmutador Díac- Triac*



En la experimentación con dispositivos bidireccionales, se logró variar la intensidad luminosa del foco de manera continua y sin interrupciones. Los estudiantes pudieron observar y comprender el funcionamiento del DIAC como disparador del TRIAC, confirmando su rol en el control de la corriente alterna. Este resultado destaca la capacidad de estos dispositivos para regular la potencia en aplicaciones prácticas.

**Figura 30**

*Resultado de práctica con conmutador Día – Triac*



#### **4.3.2. Tiempo Promedio por Grupo**

Para complementar la evaluación de la efectividad del módulo didáctico, se registró el tiempo promedio que cada grupo de estudiantes necesitó para completar satisfactoriamente las prácticas piloto realizadas. Este indicador permitió evaluar la eficiencia del módulo en términos de tiempo requerido para comprender y aplicar los conceptos teóricos en situaciones prácticas.

A continuación, se presentan los tiempos promedio obtenidos por cada grupo en las prácticas realizadas:

**Tabla 37**

*Tiempo controlado de cada una de las practicas*

<b>DISPOSITIVOS NO LINEALES Y TRANSISTORES</b>	
<b>PRÁCTICA REALIZADA</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO POR GRUPO</b>
Conmutador SCR en Corriente Continua (CC)	10 minutos
Conmutador SCR en Corriente Alterna (CA)	10 minutos
Compuerta OR	9 minutos
Pruebas Funcionales con TRIAC y DIAC	20 minutos

**Fuente:** Laboratorio de Electrónica y Electricidad.

**Elaborado:** Erick Pacheco

### 4.3.3. Evaluación del Rendimiento Académico de los Estudiantes

Para complementar la evaluación de la efectividad del módulo didáctico de Electrónica Analógica, se realizó un seguimiento del rendimiento académico de los estudiantes durante las prácticas piloto. La evaluación se llevó a cabo en grupos de 5 estudiantes, con un total de 25 participantes distribuidos en 5 grupos.

Las calificaciones asignadas variaron entre 8, 9 y 10, reflejando el nivel de comprensión y aplicación práctica de los conceptos enseñados.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo con las notas obtenidas por cada grupo en las diferentes prácticas realizadas:

**Tabla 38**

Calificaciones por grupo en las prácticas piloto

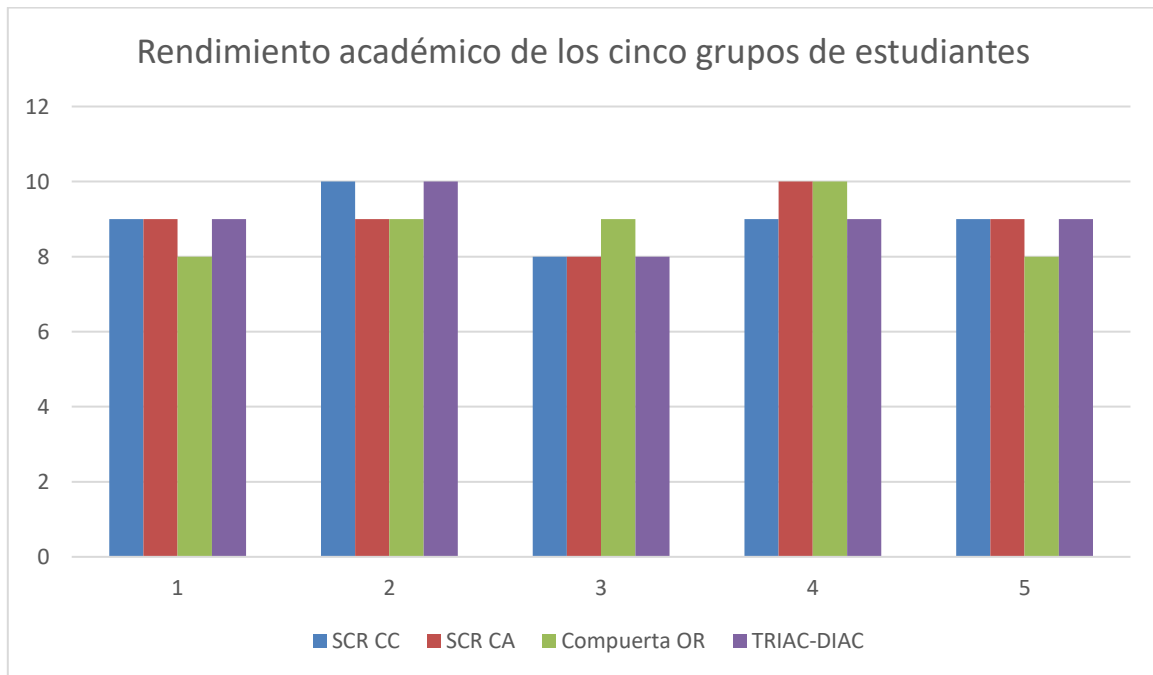
Grupo	SCR CC	SCR CA	Compuerta OR	TRIAC-DIAC	Promedio General
1	9	9	8	9	8,75
2	10	9	9	10	9,5
3	8	8	9	8	8,25
4	9	10	10	9	9,5
5	9	9	8	9	8,75

Los resultados muestran un rendimiento académico alto y consistente en todos los grupos, con promedios generales que oscilan entre 8.25 y 9.5.

Esto indica que el módulo didáctico ha sido efectivo para facilitar la comprensión y aplicación práctica de los conceptos de Electrónica Analógica.

**Figura 31**

*Diagrama de barras del rendimiento académico de las pruebas piloto*



**Fuente:** Laboratorio de Electrónica y Electricidad.

**Elaborado:** Erick Pacheco

Se observa que las calificaciones se mantienen en un rango alto (8 a 10), destacando la efectividad del módulo para mejorar la comprensión y aplicación práctica de los conceptos. Los promedios generales por grupo refuerzan esta conclusión, evidenciando un desempeño satisfactorio y homogéneo entre los estudiantes.

#### **4.4. Manual de uso y guías prácticas para el módulo didáctico de sistemas analógicos, considerando los sílabos de las asignaturas.**

##### **4.4.1. Manual de Operación y Prácticas**

Se elaboró un manual que contiene instrucciones precisas para el uso del módulo didáctico, así como guías prácticas diseñadas para implementar circuitos representativos en el laboratorio. Estas guías están alineadas con los sílabos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica, y fueron implementadas directamente en el módulo didáctico.

El manual incluye actividades relacionadas con transistores (BJT, JFET, MOSFET), dispositivos SCR, TRIAC, DIAC, rectificadores y convertidores. Para mayor detalle, todo el contenido del manual y las guías prácticas se encuentra disponible en el **Anexo7**.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. L. Boylestad, L. Nashelsky, R. Navarro Salas y F. Rodríguez Ramírez, "Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos," Pearson Prentice Hall, 2009.  
Available: [https://hugochoque.com/documentos/Electronica\\_Boylestad\\_10a\\_Ed.pdf](https://hugochoque.com/documentos/Electronica_Boylestad_10a_Ed.pdf)
- [2] L. Chica Martínez, G. R. Ordoñez, J. L. Arias Zambrano, M. Iza, F. Medina, C. Parra, D. Chimarro, R. Rosero, L. F. Bonifaccini, S. Terán, M. Poveda, F. Parra, "Ing. Adrián David Sandoya Unamuno," 2018. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/18076/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-628.pdf>
- [3] "Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos, Construcción de Módulos Entrenadores Lógicos con Conexión Inalámbrica a Dispositivos Móviles para el Laboratorio de Tecnología Eléctrica y Electrónica, Área de Sistemas Digitales," n.d. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21391>
- [4] D. I. Ovalle Manzo y H. Q. Medina, "Implementación de módulos didácticos para laboratorio de experimentación de electrónica y electricidad," Universidad Técnica de Ambato, 2011. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/1108>
- [5] R. A. Vera y K. G. Marcillo Parrales, "Proyecto de titulación previa a la obtención del título," Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Técnicas, s.f. Available: <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1540>
- [6] M. D. Aravena Díaz *et al.*, "Estudio de caso y modelado matemático en la formación de ingenieros. Caracterización de habilidades STEM," *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 30, no. 1, pp. 37–56, Mar. 2022, doi: 10.4067/S0718-33052022000100037.
- [7] B. A. González, Y. S. Rodríguez, and I. P. Sánchez, "La interdisciplinariedad en la formación de ingenieros," *Revista Boletín Redipe*, vol. 11, no. 07, pp. 163–172, Jul. 2022, doi: 10.36260/RBR.V11I07.1863.
- [8] A. D. B. España and J. D. L. Contreras, "Diseño de un modulo de entrenamiento para practicas de electrónica analógica.," *Revista Social Fronteriza*, vol. 3, no. 6, pp. 70–84, Nov. 2023, doi: 10.59814/RESOFRO.2023.3(6)70-84.
- [9] J. L. G. T. del R. M. C. N. O. V. V. Eliezer del Jesús Casado Ramírez, "Vista de Implementación de un Módulo Didáctico para el Aprendizaje de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos." Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9038/13475>
- [10] Altamirano Pinchao Edgar Polibio and Méndez Caicedo Paul David, "Diseño y construcción de módulos didácticos para el laboratorio virtual de instrumentación industrial, de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico." Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7602/2/04%20MEL%20014%20ARTICULO.pdf>
- [11] I. D. Paul *et al.*, "IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE ARRANCADORES SUAVES PARA MOTORES TRIFÁSICOS EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD," *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, vol. 2, no. 2, Dec. 2021, doi: 10.60100/RCMG.
- [12] J. R. y R. P. Ninabanda Amangandi, "Diseño e implementación de un módulo didáctico para el monitoreo y control de variables físicas y eléctricas de un proceso

- rotacional, utilizando protocolos de comunicación basados en ethernet industrial y RS485, para el Laboratorio de Hidrónica y Neutrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga.” Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b30cbb66-31c3-4333-b56d-9cd5acd9ca67/content>
- [13] C. Alba Pastor, “Diseño Universal para el Aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad,” *Participación educativa*, ISSN-e 1886-5097, Vol. 6, N<sup>o</sup>. 9, 2019 (Ejemplar dedicado a: Participación y mejora educativa. Agenda 2030), págs. 55-68, vol. 6, no. 9, pp. 55–68, 2019, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7449797&info=resumen&idioma=SPA>
- [14] I. Darwin *et al.*, “Diseño de dos módulos de entrenamiento visuales de control eléctrico para el laboratorio de electricidad del instituto superior tecnológico Tsáchila,” *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, vol. 2, no. 2, Dec. 2021, doi: 10.60100/RCMG.
- [15] Y. D. Grande Asto and A. G. Maldonado Goyzueta, “Diseño modular adaptativo en viviendas de interés social para mejorar las condiciones de habitabilidad en San Juan de Lurigancho,” *Repositorio Institucional - UCV*, 2022, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111139>
- [16] D. Paola *et al.*, “Módulo didáctico de convertidor electrónico de potencia para la enseñanza y el aprendizaje de la electrónica de potencia,” *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, pp. 1–13, Sep. 2024, doi: 10.26507/PAPER.3587.
- [17] J. A. Monsoriu Serra, A. Garmendía Martínez, J. C. Castro Palacio, and F. M. Muñoz Pérez, “Simulación de circuitos RLC en serie,” 2024, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/204849>
- [18] S. Guayaquil, A. Maldonado, T. Andrés, S. González, and A. Alberto, “Análisis de circuitos eléctricos con frecuencia variable,” 2019, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17347>
- [19] A. I. Delgove Alday, “Programa para el estudio de resonancias en circuitos eléctricos,” 2019, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/175941>
- [20] F. J. Eraso, O. F. Erazo, E. Escobar, F. J. Eraso, O. F. Erazo, and E. Escobar, “Modelo para la estimación de potencia eléctrica en módulos fotovoltaicos de tecnología basada en silicio,” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 27, no. 2, pp. 188–196, 2019, doi: 10.4067/S0718-33052019000200188.
- [21] B. Prado Junco and A. Madeleine, “Implementación de una línea de producción de aisladores cerámicos de alta temperatura y la productividad en la fabricación de resistencias eléctricas calefactoras,” *Universidad Peruana de Ciencias e Informática*, Dec. 2019, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/61>
- [22] E. Campos, S. Tecpan, and G. Zavala, “Argumentación en la enseñanza de circuitos eléctricos aplicando aprendizaje activo,” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 43, p. e20200463, Feb. 2021, doi: 10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0463.
- [23] E. Devece *et al.*, “Validación analítica y experimental de un software extractor de capacitancias de código abierto,” *VII Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería*, pp. 257–264, 2023, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/159447>
- [24] F. Amor, M. A. Haberman, M. I. Jamilis Ricaldoni, and H. De Battista, “Diseño de buffer de muy baja capacitancia de entrada para medición no invasiva de biomasa,”

- 2023, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/167110>
- [25] F. Yucel, “A New Simulated Grounded Inductor with Two-Terminal Active Devices,” *Electrica*, vol. 22, no. 2, pp. 278–286, May 2022, doi: 10.54614/ELECTRICA.2022.210123.
- [26] A. Rodrigo and R. Juárez, “Ley de Ohm,” 2019.
- [27] C. Mora, M. A. Moreira, J. Ángel, and M. Villagrà, “Aprendizaje activo y significativo de la ley de Ohm en estudiantes de nivel medio superior,” *Latin-American Journal of Physics Education, ISSN-e 1870-9095, Vol. 16, N°. 4, 2022*, vol. 16, no. 4, p. 16, 2022, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8960838&info=resumen&idioma=ENG>
- [28] A. Rodrigo and R. Juárez, “Leyes de Kirchhoff,” 2019.
- [29] E. Guzmán Y Valle *et al.*, “CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA. 1.- Resistencia y ley de Ohm. Resistencia equivalente. Potencia perdida por un resistor. 2.- Densidad de corriente. Modelo clásico de la conducción eléctrica. Correcciones a la teoría clásica de la conducción. Conductores, aislantes y semiconductores. 3.- Velocidad de arrastre. Medición de intensidad, voltaje, resistencia y potencia: su construcción en un circuito. 4.- Resistividad. Efectos de un cambio de temperatura. 5.- Fuente de Fuerza electromotri,” Jun. 16, 2022, *Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*. Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/7642>
- [30] N. Carpitella, I. Sebastián, and upves Departamento, “Leyes de Kirchhoff, matriciales y espacios fundamentales de una matriz,” 2023, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/194648>
- [31] L. D. Pabón-Fernández, O. J. Suárez, F. S. Monsalve-Pabón, and E. A. Caicedo-Peñaranda, “Acondicionador ferroresonante de voltaje,” *Mundo FESC*, vol. 12, no. S1, pp. 158–176, Dec. 2022, doi: 10.61799/2216-0388.1225.
- [32] F. López-Alegría, C. Fraile, F. López-Alegría, and C. Fraile, “Metodologías didácticas activas frente a paradigma tradicional. Una revisión sistemática,” *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, vol. 26, no. 1, pp. 5–12, 2023, doi: 10.33588/FEM.261.1255.
- [33] C. Villanueva Morales, G. Ortega Sánchez, L. Díaz Sepúlveda, C. Villanueva Morales, G. Ortega Sánchez, and L. Díaz Sepúlveda, “Aprendizaje Basado en Proyectos: metodología para fortalecer tres habilidades transversales,” *Revista de estudios y experiencias en educación*, vol. 21, no. 45, pp. 433–445, Apr. 2022, doi: 10.21703/0718-5162.V21.N45.2022.022.
- [34] C. Augusto, R. Valencia, and J. Botero López, “Espacios y estructuras flexibles para la educación,” Dec. 2023, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/13451>
- [35] O. Orkun Doma and S. Mert Şener, “Uso de CAD Basado en bloques de construcción modular en la educación online en Diseño,” *Conference Proceedings CIVAE 2021, 2021, ISBN 978-84-09-29615-6, págs. 106-111*, pp. 106–111, 2021, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8096893&info=resumen&idioma=ENG>
- [36] K. Israel and V. Guerrero, “Construcción de tres módulos didácticos de un sistema digital para simular el control y temperatura de un fluido : construcción de tres módulos didácticos.,” 2023, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25601>

- [37] J. Bautista Contreras and J. A. Guevara Lidueñez, “Módulo didáctico para entrenamiento del control de velocidad para motores eléctricos,” [http://alejandria.ufps.edu.co/descargas/tesis/1090263\\_1090265.pdf](http://alejandria.ufps.edu.co/descargas/tesis/1090263_1090265.pdf), 2021, doi: 10.1/JQUERY.MIN.JS.
- [38] “Leyes Básicas – Fundamentos de los Circuitos Eléctricos.” Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://fundamentoscircuitoselectricos.wordpress.com/leyes-basicas/>
- [39] W. F. Guapucal Villamarin, “Diseño de módulo didáctico para estudio de coordinación de protecciones eléctricas de sistemas de potencia,” 2021, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19819>
- [40] M. Mendoza, A. Iván, I. Mecánico, and E. Asesor, “Estudio, diseño e implementación de un módulo didáctico de análisis de fallas en sistema de distribución de energía eléctrica TI, IT, TN para el Centro de Capacitación y Entrenamiento INTEA en la ciudad de Arequipa,” Aug. 26, 2021, *Universidad Católica de Santa María*. Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11049>
- [41] L. I. Adrián González-Quiñónez, F. I. Galo Villacrés-Zurita, M. Geraldine Cevallos-Mina III, R. I. Jasmine Santillán-Vega, K. V Roxeyine Realpe-Bolaños, and L. Vargas Torres, “Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para el laboratorio de Ingeniería Eléctrica con base en RCM (Reliability Centred Maintenance),” *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional, ISSN-e 2550-682X, Vol. 6, N°. 9, 2021 (Ejemplar dedicado a: SEPTIEMBRE 2021), págs. 2190-2220*, vol. 6, no. 9, pp. 2190–2220, 2021, doi: 10.23857/pc.v6i9.3162.
- [42] D. De Automatización, “Diseño e implementación de un módulo didáctico de control de nivel para el laboratorio de automatización usando PLCs y monitoreo a través de la nube,,” 2024, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/26158>
- [43] M. Miguel Sáez Martínez and N. Novas Castellano José Antonio Gázquez Parra, “Diseño y simulación paso a paso de un inversor didáctico,” 2021, Accessed: Jan. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.ual.es/handle/10835/13441>
- [44] F. G. Ferrer and J. D. Pineda Montoya, “Comparación de mallas para el análisis de convergencia en el modelo de elementos finitos de un aerogenerador,” 2024, *Universidad EIA*. Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/6710>
- [45] “AMPLIACIÓN DE LAS POSIBILIDADES DEL SISTEMA HPCI-1 PARA EL ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA. | EBSCOhost.” Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: [https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A13%3A10159069/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A154622330&crl=c&link\\_origin=scholar.google.es](https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A13%3A10159069/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A154622330&crl=c&link_origin=scholar.google.es)
- [46] MARCELO ROGEL SEGUEL, “METODO FASORIAL PARA ANALISIS EN CORRIENTE ALTERNA”,” 2019.
- [47] E. L. Peltzer y Blancá, “Introducción a la física de semiconductores y dispositivos electrónicos,” 2021, Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/117857>
- [48] I. F. Anderson, “Eco-turbina. Turbo ventilador eléctrico 220 (VAC) – 50 (Hz), de bajo consumo: eficiente energéticamente,” *Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social*, vol. 1, no. 1, pp. 1–28, Sep. 2019, doi: 10.24215/26838559E001.
- [49] F. J. Sebastián Zúñiga, D. García Aller, J. Rodríguez Méndez, P. Fernández Miaja, and D. González Lamar, “Utilizando técnicas de mejora de rendimiento de

- amplificadores de potencia de RF en Comunicaciones por Luz Visible,” 2019, Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/52798>
- [50] C. M. Hernández *et al.*, “Anales de la Real The Modality of Remote Work and the Perception of Work Overload as Stressors in the Work Environments of Teachers: A Literature Review,” vol. 8, no. 2, 2023.
- [51] E. Guzmán Y Valle *et al.*, “La aplicación del OPAMP en circuitos osciladores,” Nov. 05, 2021, *Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*. Accessed: Jan. 12, 2025. [Online]. Available: <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/7516>
- [52] L. David Pabón-Fernández, J. A. Camargo-Pacheco, E. Caicedo-Peñaranda, J. Luis Díaz-Rodríguez, and A. Pardo-García, “Algoritmo mppt mediante variación de fase de amplitud en inversor fotovoltaico multinivel conectado a la red,” *Mundo FESC*, vol. 11, no. 21, pp. 195–213, Jan. 2021, doi: 10.61799/2216-0388.861.
- [53] IEEE Standards Association, “Normas IEEE para calidad, seguridad y compatibilidad en sistemas eléctricos, electrónicos, telecomunicaciones y software,” 2025. [Online]. Available: <https://standards.ieee.org>.
- [54] Organización Internacional de Normalización, “ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso,” 2015. Accessed: [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- [55] Organización Internacional de Normalización, “ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos,” 2015. Accessed: [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- [56] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), “NEC-HS-CI: Norma ecuatoriana contra incendios para prevención y control en edificios e industrias,” 2023. Accessed:[Online]. Available: <http://www.vivienda.gob.ec/normativa/nec-hs>
- [57] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), “Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC): Reglas técnicas nacionales para calidad, seguridad y cuidado ambiental,” 2023. Accessed:[Online]. Available: <http://www.normalizacion.gob.ec/nec>
- [58] Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “NEC Eficiencia Energética - Código NEC-HS-EE y NEC Instalaciones Eléctricas - Código NEC-SB-IE: Pautas técnicas para eficiencia energética y sistemas eléctricos en edificaciones,” 2024. Accessed:[Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/nec-codigos>
- [59] Asamblea Nacional del Ecuador, “Constitución de la República del Ecuador,” 2008. Artículos 26, 27 y 28. Accessed: May 11, 2025. [Online]. Available: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2\\_OCT\\_DIJU\\_Constitucion.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf)
- [60] Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la UTEQ,” 2024. Accessed: [Online]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/5cf0f76f-9c65-4d73-8a3b-b4138256ed08>
- [61] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, “Localización del Campus ‘La María’, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos - Ecuador,” 2025. Accessed: [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/place/-1.0777003,-79.5046672>
- [62] Google LLC, “Proyecto Tecnológico – Gestión de Documentos,” Google Drive, 2025. Accessed: [Online]. Available: <https://drive.google.com/drive/folders/1538VxHPrvFozvcqZJyL4gARzaX2dhmg?hl=es>

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXO**

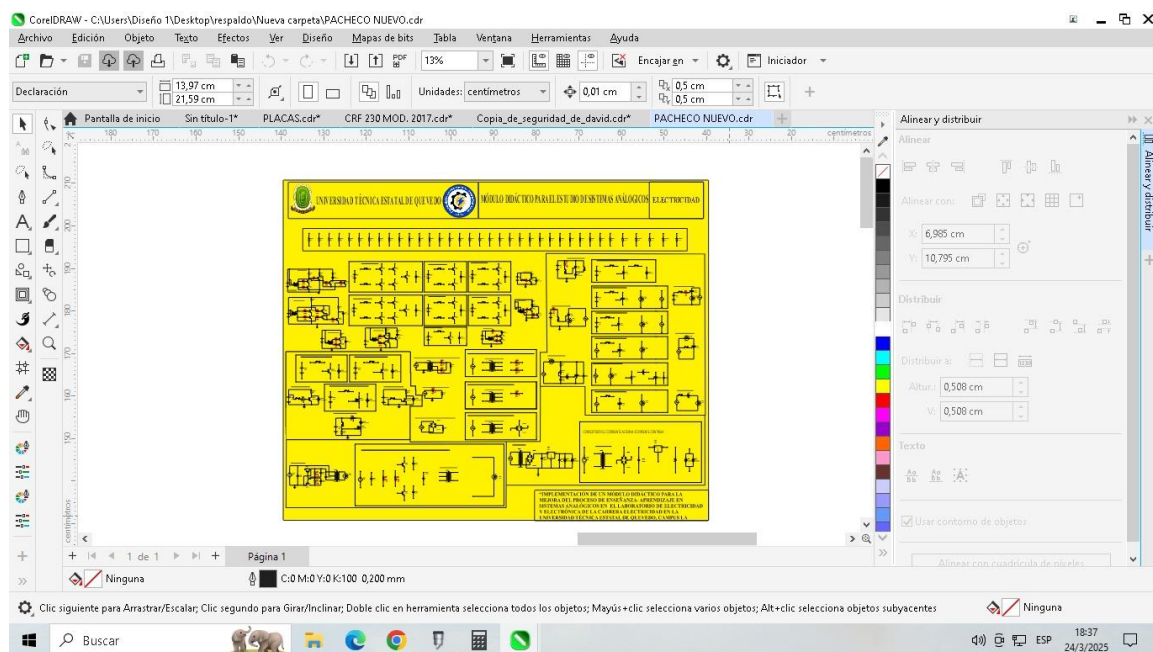
## Anexo 1

### Construcción de soporte del tablero



## Anexo 2

### Diseño del módulo impreso en vinilo adhesivo.



### Anexo 3

*Perforación del tablero para conectores.*



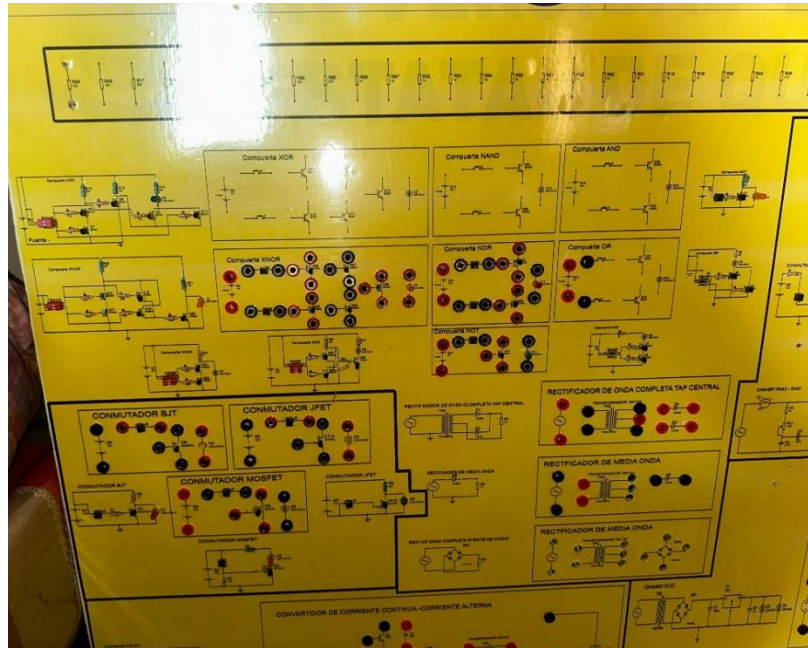
### Anexo 4.

*Colocación de los conectores banana hembra*



## Anexo 5.

*Instalación de los componentes necesarios*



## Anexo 6

*Soldadura de componentes con estaño.*



## Anexo 7.

*Manual de utilización del módulo didáctico*



**UTEQ**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA ELECTRICIDAD**



# Manual de uso y guías prácticas para el módulo didáctico de sistemas analógicos

## Introducción.

El presente manual tiene como propósito brindar instrucciones claras para el uso correcto del módulo didáctico diseñado para el estudio de sistemas analógicos en el Laboratorio de Electricidad y Electrónica. Este recurso permitirá desarrollar prácticas experimentales que refuercen los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica.

El módulo incluye actividades como el análisis de circuitos con transistores (BJT, JFET, MOSFET), dispositivos SCR, TRIAC y DIAC, así como prácticas con rectificadores de onda completa y media onda, convertidores CA-CC y CC-CA. Estas prácticas están orientadas a fortalecer las habilidades técnicas necesarias para el desarrollo profesional de los estudiantes. El manual está organizado en secciones que describen las recomendaciones generales de uso, las medidas de seguridad necesarias y las instrucciones específicas para cada práctica. Con este enfoque, se busca garantizar un aprendizaje práctico eficiente y seguro.

## Objetivo.

Proporcionar una guía clara y estructurada para el manejo adecuado del módulo didáctico, facilitando la realización de prácticas experimentales que permitan a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en un entorno práctico.

## Recomendaciones Generales.

- Verificar que todos los componentes estén correctamente conectados antes de encender el módulo.

- Utilizar herramientas adecuadas (multímetro, osciloscopio, etc.) para realizar mediciones durante las prácticas.
- Asegurarse de que las conexiones sean firmes y estén libres de cortocircuitos.
- No exceder los valores máximos de corriente o voltaje indicados para cada componente.
- Desconectar el módulo de la fuente de alimentación al finalizar cada práctica.

### **Medidas de Seguridad**

- Siempre trabajar con el módulo apagado mientras se realizan conexiones o ajustes en los circuitos.
- Utilizar guantes aislantes y herramientas con mangos recubiertos si se trabaja con tensiones elevadas.
- Evitar el contacto directo con componentes activos durante su operación.
- Asegurarse de que el área de trabajo esté seca y libre de materiales conductores no necesarios.

### **Guías Prácticas.**

#### **Práctica 1: Compuerta AND con transistores**

**Objetivo.** - Implementar y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica AND utilizando transistores NPN, resistencias y un LED como indicador de salida.

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - Fuente de alimentación de 12V
  - Resistencias: R1: 1 k $\Omega$ .- R2: 1 k $\Omega$ . - R4: 220  $\Omega$ .
  - Transistores 2N2222
  - LED indicador
  - Pulsadores
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación:**

Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B1). Conecta los cables machos desde la fuente a los terminales asignados en el tablero. Asegúrate de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

#### **2. Identificación de las entradas.**

Localiza los pulsadores en el tablero. Estos pulsadores tienen dos entradas:

- Entrada A: Conecta al transistor Q1.
- Entrada B: Conecta al transistor Q2.

### **3. Configuración del circuito:**

- Verifica que las resistencias R1 y R2 estén conectadas a las bases de los transistores Q1 y Q2, respectivamente. Estas resistencias limitan la corriente hacia las bases.
- Conecta la resistencia R4 al colector del transistor Q2 y al LED indicador (D2). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

### **4. Alimentación de las entradas:**

Utiliza los pulsadores para controlar las entradas A y B:

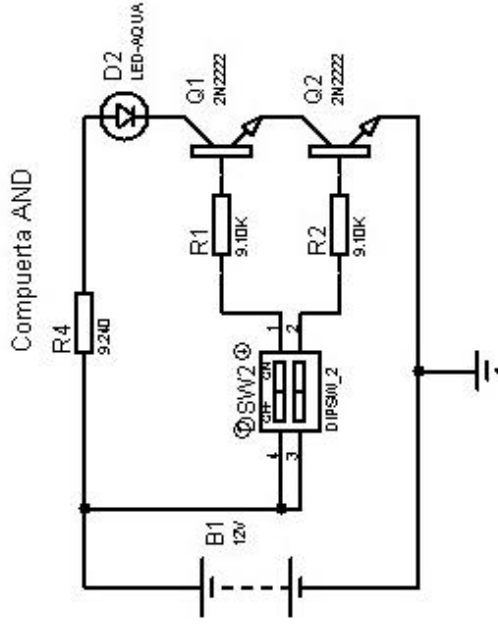
- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

### **5. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si ambas entradas están en estado alto ( $A = B = 1$ ), ambos transistores conducirán corriente, permitiendo que el LED se encienda.
- En cualquier otro caso, el LED permanecerá apagado.

## 6. Diagrama de conexión.



## Práctica 2: Computera NAND con transistores:

**Objetivo.** - Construir y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica NAND utilizando transistores NPN, resistencias y un LED.

como indicador de salida.

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado:
  - Fuente de alimentación (12V).
  - Transistores NPN (2N2222).
  - Resistencias: R1: 1 k $\Omega$ . - R2: 10 k $\Omega$ . - R3: 10 k $\Omega$ .
  - LED indicador (D1).
  - Pulsadores
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento:**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación:**

Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B1). Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

## **2. Identificación de las entradas:**

Localiza los pulsadores en el tablero. Estos pulsadores tienen dos entradas:

- Entrada A: Conecta al transistor Q1.
- Entrada B: Conecta al transistor Q2.

## **3. Configuración del circuito:**

- Verifica que las resistencias R2 y R3 estén conectadas a las bases de los transistores Q1 y Q2, respectivamente, para limitar la corriente hacia las bases.
- Conecta la resistencia R1 al colector del transistor Q2 y al LED indicador (D1). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

## **4. Alimentación de las entradas**

Utiliza los pulsadores para controlar las entradas A y B:

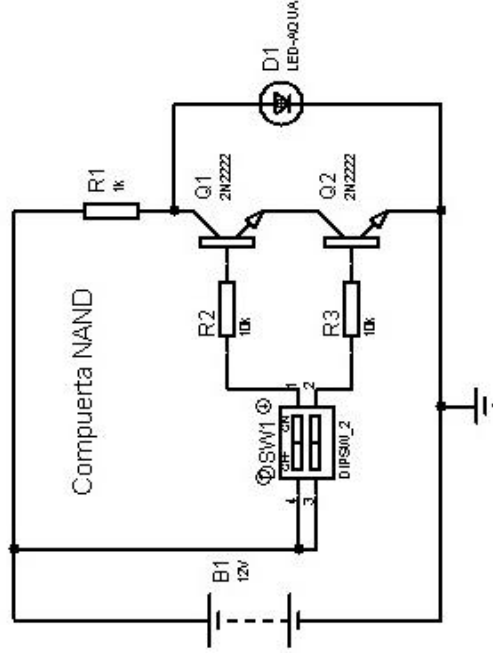
- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

## 5. Medición de la salida

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si ambas entradas están en estado alto ( $A = B = 1$ ), ambos transistores conducirán corriente, apagando el LED.
- En cualquier otro caso, el LED permanecerá encendido.

## 6. Diagrama de conexión.



### **Práctica 3: Compuerta NOR con transistores**

**Objetivo.** - Construir y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica NOR utilizando transistores NPN, resistencias y un LED como indicador de salida.

#### **Materiales necesarios.**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado:
  - Fuente de alimentación (12V).
  - Transistores NPN (2N2222).
  - Resistencias: R1: 1 k $\Omega$ . – R2: 1 k $\Omega$ . - R3: 10 k $\Omega$ .
  - LED indicador (D1).
  - Pulsadores
- Cables machos para conexión.

#### **Procedimiento:**

1. Conexión de la fuente de alimentación:

Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B1). Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

## **2. Identificación de las entradas**

Utiliza los pulsadores para controlar las entradas A y B:

- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

## **3. Configuración del circuito:**

- Verifica que las resistencias R2 y R3 estén conectadas a las bases de los transistores Q1 y Q2, respectivamente, para limitar la corriente hacia las bases.
- Conecta la resistencia R1 al colector común de los transistores Q1 y Q2, junto con el LED indicador (D1). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

## **4. Alimentación de las entradas:**

Utiliza los pulsadores para controlar las entradas A y B:

- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).

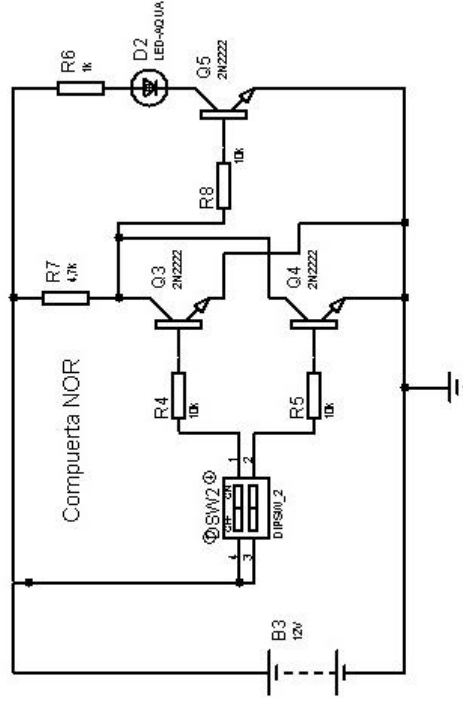
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

## 5. Medición de la salida.

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si ambas entradas están en estado bajo ( $A = B = 0$ ), ninguno de los transistores conducirá corriente, permitiendo que el LED se encienda.
- En cualquier otro caso ( $A = 1$  o  $B = 1$ ), al menos uno de los transistores conducirá corriente, apagando el LED.

## 6. Diagrama de conexión.



#### **Práctica 4: Compuerta NOT con transistores**

**Objetivo.** - Construir y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica NOT utilizando un transistor NPN, resistencias y un LED como indicador de salida.

#### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - Fuente de alimentación (12V).
  - Transistor NPN (BC547).
  - Resistencia: R3: 220  $\Omega$ ; R5: 10 k $\Omega$ .
  - LED indicador (D1).
  - Pulsador.
- Cables machos para conexión.

#### **Procedimiento:**

1. Conexión de la fuente de alimentación:

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B3).
  - Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.
- 2. Configuración del circuito:**
- Verifica que la resistencia R5 esté conectada a la base del transistor Q3 (BC547). Esta resistencia limita la corriente hacia la base del transistor.
  - Conecta la resistencia R3 al colector del transistor Q3 y al LED indicador (D1). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

**3. Alimentación de la entrada:**

Utiliza el pulsador para controlar la entrada lógica:

- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

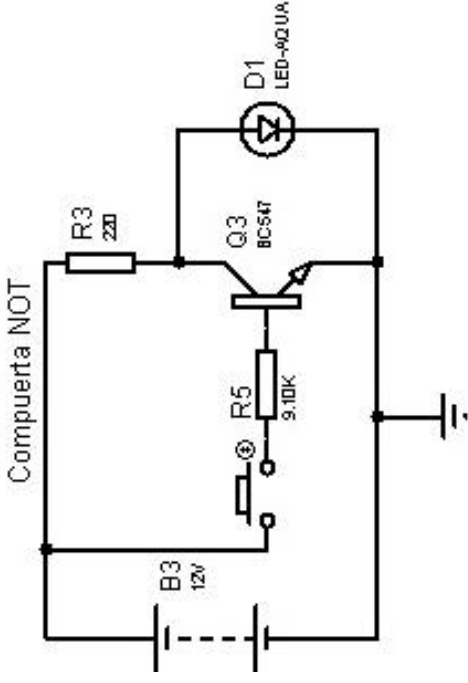
**4. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si la entrada está en estado alto (1 lógico), el transistor conducirá corriente, apagando el LED (0 lógico en la salida).

- Si la entrada está en estado bajo (0 lógico), el transistor estará en corte, permitiendo que el LED se encienda (1 lógico en la salida).

### 5. Diagrama de conexión.



### Práctica 5: Compuerta OR con transistores

**Objetivo.** - Construir y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica OR utilizando transistores NPN, resistencias y un LED como indicador de salida.

#### Materiales necesarios:

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.

- Fuente de alimentación (12V).
- Transistores NPN (BC547).
- Resistencias: R6: 1 k $\Omega$ ; R7: 1 k $\Omega$ ; R8: 220  $\Omega$ .
- LED indicador (D3).
- Pulsadores (SW1 y SW2).
- Cables machos para conexión.

**Procedimiento:**

**1. Conexión de la fuente de alimentación:**

Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B4).

Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

**2. Identificación de las entradas:**

Localiza los pulsadores SW1 y SW2 en el tablero. Estos pulsadores tienen dos entradas:

- Entrada A: Conecta al transistor Q4.

- Entrada B: Conecta al transistor Q5.

### **3. Configuración del circuito:**

- Verifica que las resistencias R6 y R7 estén conectadas a las bases de los transistores Q4 y Q5, respectivamente, para limitar la corriente hacia las bases.

- Conecta la resistencia R8 al colector común de los transistores Q4 y Q5, junto con el LED indicador (D3). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

### **4. Alimentación de las entradas:**

Utiliza los pulsadores SW1 y SW2 para controlar las entradas A y B:

- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).

- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

### **5. Medición de la salida:**

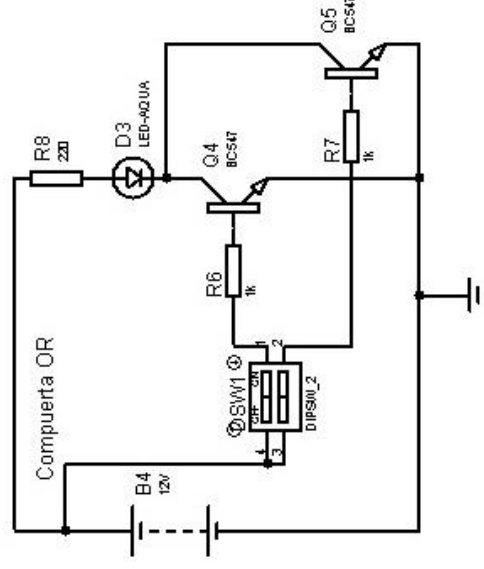
Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si cualquiera de las entradas está en estado alto ( $A = 1$  o  $B = 1$ ), al menos uno de los transistores conducirá corriente, permitiendo

que el LED se encienda.

- Si ambas entradas están en estado bajo ( $A = B = 0$ ), ninguno de los transistores conducirá corriente, apagando el LED.

## 6. Diagrama de conexión.



## Práctica 6: Compuerta XNOR con transistores

**Objetivo.** - Construir y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica XNOR utilizando transistores NPN, resistencias y un LED como indicador de salida.

**Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - Fuente de alimentación (12V).
  - Transistores NPN (2N3904): Q61, Q2, Q3, Q4 y Q5.
  - Resistencias: R1: 1 k $\Omega$ .- R2: 1 k $\Omega$ .- R3: 1 k $\Omega$ .- R4: 1 k $\Omega$ .- R5: 100  $\Omega$ .- R6: 1 k $\Omega$ .- R7: 100  $\Omega$ .
  - LED indicador (D1).
  - Pulsadores (SW1).
- Cables machos para conexión.

**Procedimiento:**

**1. Conexión de la fuente de alimentación:**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B2).
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

**2. Identificación de las entradas:**

Localiza el pulsador SW1 en el tablero. Este pulsador tiene dos entradas:

- Entrada A.
- Entrada B.

### **3. Configuración del circuito:**

- Verifica que las resistencias R4 y R5 estén conectadas a las bases de los transistores Q1 y Q2, respectivamente, para limitar la corriente hacia las bases.
- Las resistencias R6 y R8 están conectadas a las bases de los transistores Q3 y Q9, respectivamente, formando un arreglo lógico que permite implementar la operación XNOR.
- Conecta la resistencia R7 al colector del transistor Q10 y al LED indicador (D3). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

### **4. Alimentación de las entradas:**

Utiliza el pulsador SW3 para controlar las entradas A y B:

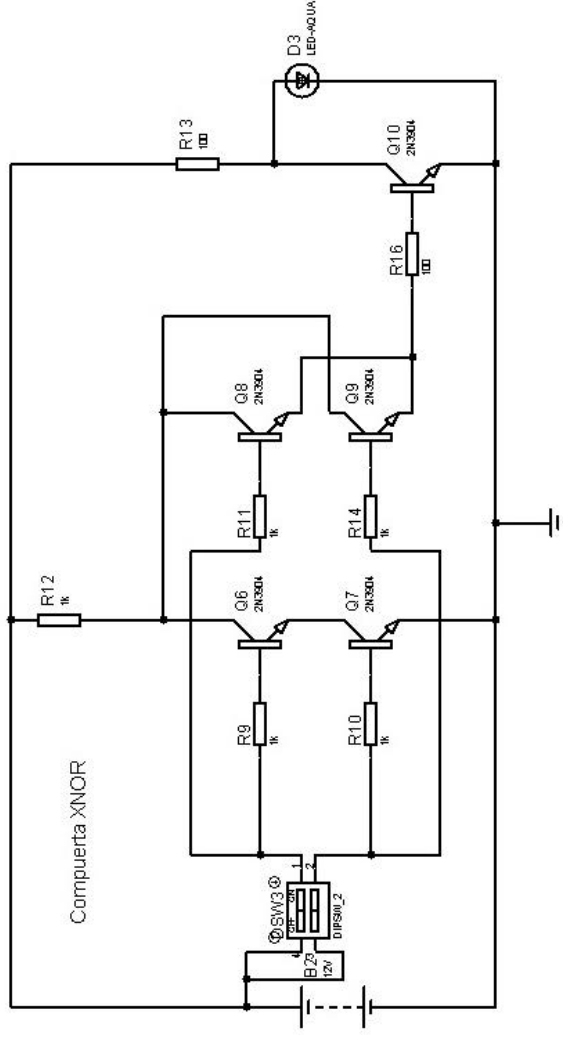
- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

### **5. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si ambas entradas están en estado alto ( $A = B = 1$ ) o ambas están en estado bajo ( $A = B = 0$ ), el LED se encenderá indicando una salida alta (1 lógico).
- Si las entradas son diferentes ( $A = 1, B = 0$  o  $A = 0, B = 1$ ), el LED permanecerá apagado indicando una salida baja (0 lógico).

## 6. Diagrama de conexión.



## **Práctica 7: Compuerta XOR con transistores**

**Objetivo.** - Construir y analizar el funcionamiento de una compuerta lógica XOR utilizando transistores NPN, resistencias y un LED como indicador de salida.

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
- Fuente de alimentación (12V).
- Transistores NPN (BC547): Q6, Q7, Q8, Q9 y Q10.
- Resistencias: R1: 1 k $\Omega$ . - R2: 1 k $\Omega$ . - R3: 1 k $\Omega$ . - R4: 1 k $\Omega$ . - R5: 1 k $\Omega$ . - R6: 220  $\Omega$ . - R7: 220  $\Omega$ . - R8: 220  $\Omega$ .
- LED indicador (D4).
- Pulsadores (SW3).
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento:**

1. **Conexión de la fuente de alimentación:**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico (B2).
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

## **2. Identificación de las entradas:**

Localiza el pulsador SW3 en el tablero. Este pulsador tiene dos entradas:

- Entrada A.
- Entrada B.

## **3. Configuración del circuito:**

- Verifica que las resistencias R10 y R11 estén conectadas a las bases de los transistores Q6 y Q7, respectivamente, para limitar la corriente hacia las bases.
- Las resistencias R12 y R13 están conectadas a las bases de los transistores Q8 y Q9, formando un arreglo lógico que permite implementar la operación XOR.
- Conecta la resistencia R14 al colector del transistor Q10 y al LED indicador (D4). El LED se encenderá cuando la salida sea alta.

## **4. Alimentación de las entradas:**

Utiliza el pulsador SW3 para controlar las entradas A y B:

- Posición "ON" del interruptor representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

#### **5. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Si las entradas son diferentes ( $A = 1, B = 0$  o  $A = 0, B = 1$ ), el LED se encenderá indicando una salida alta (1 lógico).
- Si ambas entradas tienen el mismo estado lógico ( $A = B = 0$  o  $A = B = 1$ ), el LED permanecerá apagado indicando una salida baja (0 lógico).



- Resistencias: R1: 1 k $\Omega$ . - R2: 220  $\Omega$ .
- LED indicador (D5).
- Pulsador (SW4).
- Cables machos para conexión.

#### **Procedimiento:**

##### **1. Conexión de la fuente de alimentación:**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero didáctico.
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado correctamente y que el negativo (-) vaya al terminal de tierra.

##### **2. Configuración del circuito:**

- Conecta la resistencia R17 a la base del transistor 2N2222. Esta resistencia limita la corriente hacia la base del transistor.
- Conecta la resistencia R18 al colector del transistor y al LED indicador (D5). El LED se encenderá cuando el transistor esté en saturación.

##### **3. Conexión del pulsador:**

Conecta el pulsador SW4 entre la resistencia R17 y la fuente de alimentación para controlar el nivel lógico de la entrada.

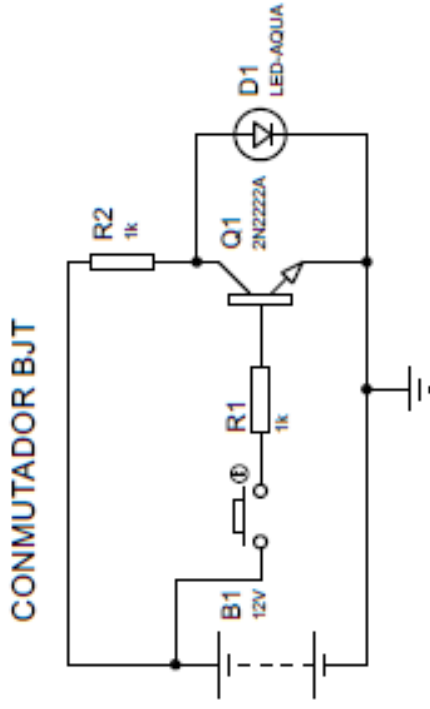
- Posición "ON" del pulsador representa un estado alto (12V).
- Posición "OFF" representa un estado bajo (0V).

#### **4. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del LED indicador:

- Cuando el pulsador está en posición "ON", el transistor conducirá corriente, permitiendo que el LED se encienda.
- Cuando el pulsador está en posición "OFF", el transistor estará en corte, apagando el LED.

#### **5. Diagrama de conexión.**



### Práctica 9: Conmutador JFET con tránsito 2SK30

**Objetivo:** Implementar y analizar el funcionamiento de un conmutador utilizando un transistor JFET N-channel (2SK30), resistencias y un pulsador para controlar el estado de un LED.

#### Materiales necesarios:

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - Fuente de alimentación (12V).
  - Transistor JFET N-channel (2SK30).
  - Resistencias: R1: 1 k $\Omega$  (puerta), R2: 220  $\Omega$  (carga).
  - LED indicador (D5).

- Pulsador (SW4).
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento:**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación:**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación en el tablero.
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurando que el positivo (+) esté conectado correctamente y el negativo (-) a tierra.

#### **2. Configuración del circuito:**

- Conecta la resistencia R1 entre la puerta (gate) del transistor 2SK30 y el pulsador. Esta resistencia limita la corriente y protege la puerta, que es muy sensible.
- Conecta la resistencia R2 en serie con el LED (D5) y el drenador (drain) del JFET. El LED se encenderá cuando el JFET conduzca corriente.

#### **3. Conexión del pulsador:**

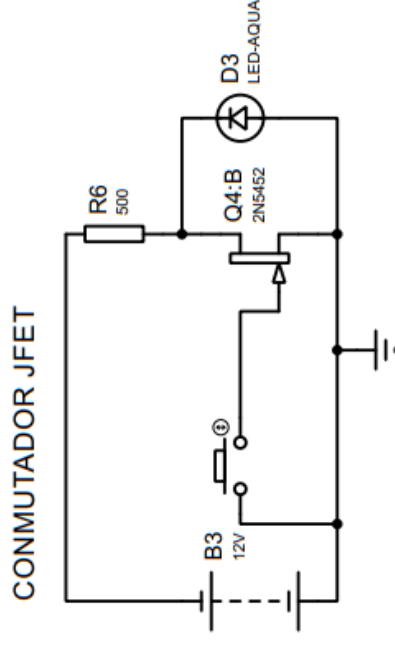
- Conecta el pulsador SW4 entre la resistencia R1 y la fuente de alimentación (12V).
- En posición "ON" del pulsador, se aplica un voltaje positivo a la puerta, permitiendo la conducción del JFET.
- En posición "OFF", la puerta queda a 0V o negativa respecto a la fuente, bloqueando la conducción.

#### 4. Medición de la salida:

- Observa el comportamiento del LED:
- Cuando el pulsador está en "ON", el voltaje en la puerta abre el canal del JFET, permitiendo la corriente drenador-fuente y encendiendo el LED.
- Cuando el pulsador está en "OFF", el canal se cierra, el JFET está en corte y el LED se apaga.

#### 5. Diagrama de conexión:

- Fuente (source) del JFET conectada a tierra.
- Drenador (drain) conectado a la resistencia R2 y LED en serie hacia +12V.
- Puerta (gate) conectada a pulsador y resistencia R1 hacia +12V.



## **Práctica 10: Conmutador MOSFET con 2N7000**

**Objetivo.** - Implementar y analizar el funcionamiento de un conmutador utilizando un MOSFET canal N (2N7000), un LED, dos resistencias y un pulsador para controlar el encendido y apagado del LED.

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - MOSFET canal N (2N7000).
  - Fuente de alimentación en corriente continua (12V DC).
  - Resistencias: R1: 100  $\Omega$  - R2: 10 k $\Omega$
  - LED indicador (D2).
  - Pulsador (SW1).
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento:**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación:**

Conecta la fuente de 12V DC al circuito, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado a la resistencia R1 y el negativo (-) a tierra.

## **2. Configuración del circuito:**

- Conecta la resistencia R1 entre el positivo (+) de la fuente y el terminal "Drain" del MOSFET (Q2). Esta resistencia limita la corriente hacia el LED.
- Conecta el LED indicador D2 en serie con la resistencia R1. El otro terminal del LED debe estar conectado al terminal "Drain" del MOSFET.
- Conecta la resistencia R2 entre la compuerta ("Gate") del MOSFET y tierra. Esta resistencia asegura que el MOSFET se apague cuando no haya señal en su compuerta.
- Conecta el pulsador SW1 entre el positivo (+) de la fuente y la compuerta ("Gate") del MOSFET. Al presionar SW1, se aplica un voltaje a la compuerta del MOSFET, activándolo.

Conecta el terminal "Source" del MOSFET directamente a tierra.

## **3. Operación del pulsador:**

- Presiona el pulsador SW1 para aplicar un voltaje a la compuerta del MOSFET. Esto activará el MOSFET, permitiendo que conduzca corriente desde su drenador ("Drain") hacia su fuente ("Source"), encendiendo el LED D2.
- Cuando se suelta SW1, la resistencia R2 descarga cualquier voltaje residual en la compuerta, asegurando que el MOSFET deje de

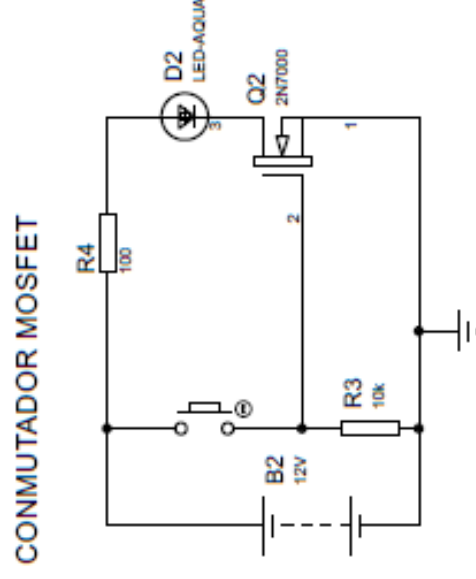
conducir y apague el LED.

#### 4. Medición de la salida:

Observa el comportamiento del LED D2:

- Cuando se presiona SW1, el LED se encenderá indicando que el MOSFET está conduciendo.
- Cuando se suelta SW1, el LED se apagará porque no hay voltaje en la compuerta para mantener al MOSFET en conducción.

#### 5. Diagrama de conexión.



## **Práctica 11: Conmutador SCR Activado con Fuente de 12V DC y Alimentado por 120V AC**

**Objetivo.** - Implementar y analizar el funcionamiento de un conmutador SCR (Silicon Controlled Rectifier) activado mediante una fuente de 12V DC y utilizado para controlar un foco alimentado por una fuente de corriente alterna (120V AC).

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
- Fuente de alimentación en corriente alterna (120V AC).
- Fuente de alimentación en corriente continua (12V DC).
- SCR (C106).
- Resistencia: R4: 220  $\Omega$  (para limitar la corriente hacia la compuerta del SCR).
- LED indicador (D4) para verificar la activación del SCR.
- Pulsador (SW5) para activar el SCR.
- Foco de 120V AC (L5).
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento:**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación DC:**

Conecta la fuente de 12V DC al circuito, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado al pulsador SW5 y el negativo (-) a tierra.

#### **2. Configuración del circuito:**

- Conecta la resistencia R4 entre el pulsador SW5 y la compuerta ("Gate") del SCR (C106). Esta resistencia limita la corriente hacia la compuerta, protegiendo el dispositivo.
- Conecta el terminal "Ánodo" del SCR al terminal positivo (+) de la fuente de corriente alterna (120V AC).
- Conecta el terminal "Cátodo" del SCR al foco L5, y conecta el otro terminal del foco a tierra o al terminal negativo (-) de la fuente AC.

#### **3. Operación del pulsador:**

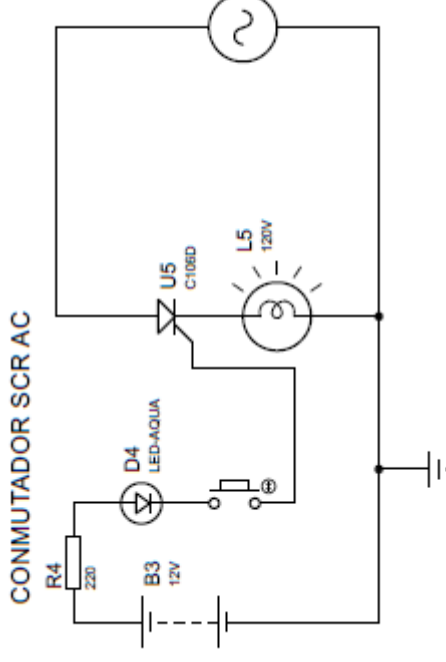
Al presionar el pulsador SW5, se aplica un voltaje desde la fuente de 12V DC a la compuerta del SCR, activándolo. Esto permite que el SCR conduzca corriente desde su ánodo hacia su cátodo, encendiendo el foco L5 conectado a la fuente AC.

#### **4. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del foco L5:

- Cuando se presiona el pulsador, el foco se encenderá indicando que el SCR está conduciendo.
- El foco permanecerá encendido mientras haya corriente alterna en el circuito, incluso si se suelta el pulsador, ya que el SCR se mantiene en conducción hasta que se interrumpa la señal AC.

## 5. Diagrama de conexión.



## Práctica 12: Conmutador SCR en Corriente Continua (DC)

**Objetivo.** - Implementar y analizar el funcionamiento de un conmutador SCR (Silicon Controlled Rectifier) en corriente continua, utilizando un pulsador para activar el SCR y otro pulsador para desactivarlo mediante un cortocircuito entre ánodo y cátodo.

#### Materiales necesarios:

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - Fuente de alimentación en corriente continua (12V DC).
  - SCR (C106).
  - Resistencia: R1: 2.2 k $\Omega$
  - LED indicador (D1).
  - Pulsadores:
    - Cables machos para conexión.

#### Procedimiento:

##### 1. Conexión de la fuente de alimentación DC:

Conecta la fuente de 12V DC al circuito, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado al ánodo del SCR y el negativo (-) a tierra.

##### 2. Configuración del circuito:

- Conecta la resistencia R1 entre el pulsador SW1 y la compuerta ("Gate") del SCR (C106). Esta resistencia limita la corriente hacia

la compuerta, protegiendo el dispositivo.

- Conecta el LED indicador D1 al cátodo del SCR. El otro terminal del LED debe estar conectado a tierra.

### **3. Operación del pulsador SW1 (Activación):**

Al presionar el pulsador SW1, se aplica un voltaje desde la fuente de 12V DC a la compuerta del SCR, activándolo. Esto permite que el SCR conduzca corriente desde su ánodo hacia su cátodo y encienda el LED D1.

### **4. Operación del pulsador SW2 (Desactivación):**

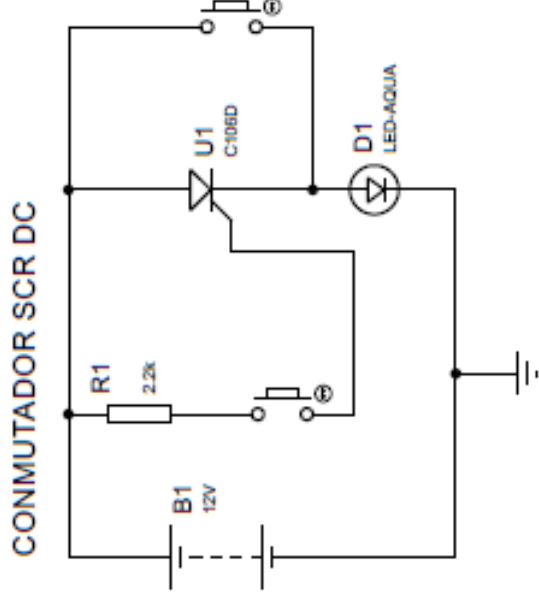
Para desactivar el SCR, presiona el pulsador SW2, que genera un cortocircuito entre el ánodo y el cátodo del SCR. Este cortocircuito interrumpe la conducción del SCR y apaga el LED D1.

### **5. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del LED D1:

- Cuando se presiona SW1, el LED se encenderá indicando que el SCR está conduciendo.
- Cuando se presiona SW2, el LED se apagará indicando que la conducción fue interrumpida.

### **6. Diagrama de conexión.**



#### **Práctica 14: Conmutador TRIAC en Corriente Continua (DC) para Controlar una Carga de 120V AC**

**Objetivo.** - Implementar y analizar el funcionamiento de un conmutador utilizando un TRIAC activado con una fuente de 12V DC para controlar un foco alimentado por una fuente de 120V AC.

#### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
- TRIAC BT136

- Fuente de alimentación en corriente continua (12V DC).
- Fuente de alimentación en corriente alterna (120V AC).
- Resistencia: R1: 1 k $\Omega$
- Foco de 120V AC.
- Cables machos para conexión.

#### **Procedimiento:**

##### **1. Conexión de la fuente de alimentación DC:**

Conecta la fuente de 12V DC al circuito, asegurándote de que el positivo (+) esté conectado al pulsador SW1 y el negativo (-) a tierra.

##### **2. Configuración del circuito:**

- Conecta la resistencia R1 entre el pulsador SW1 y la compuerta ("Gate") del TRIAC. Esta resistencia limita la corriente hacia la compuerta, protegiendo el dispositivo.
- Conecta el terminal superior del TRIAC (A1) al terminal positivo (+) de la fuente de 120V AC.
- Conecta el terminal inferior del TRIAC (A2) al foco. La otra terminal del foco debe estar conectada al terminal negativo (-) o neutro de la fuente de 120V AC.

### 3. Operación del pulsador:

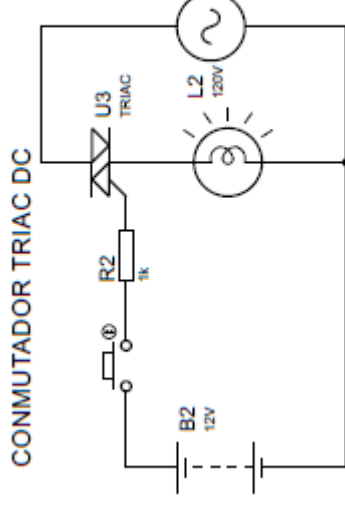
Presiona el pulsador SW1 para aplicar un voltaje desde la fuente de 12V DC a la compuerta del TRIAC. Esto activará el TRIAC, permitiendo que conduzca corriente desde A1 hacia A2 y encendiendo el foco conectado a la fuente AC.

### 4. Medición de la salida:

Observa el comportamiento del foco:

- Cuando se presiona SW1, el foco se encenderá indicando que el TRIAC está conduciendo.
- El foco permanecerá encendido mientras haya señal alterna en el circuito, incluso si se suelta el pulsador.

### 5. Diagrama de conexión.



## **Práctica 15: Conmutador DIAC en Corriente Alterna (AC)**

**Objetivo.** - Implementar y analizar el funcionamiento de un conmutador utilizando un DIAC para controlar un foco alimentado por una fuente de corriente alterna (120V AC).

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
  - DIAC (D3).
  - Fuente de alimentación en corriente alterna (120V AC).
  - Pulsador (SW1).
  - Foco de 120V AC
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento:**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación:**

Conecta la fuente de 120V AC al circuito, asegurándote de que el terminal positivo (+) esté conectado al pulsador SW1 y al terminal superior del DIAC (D3).

## **2. Configuración del circuito:**

- Conecta el pulsador SW1 entre la fuente AC y el terminal superior del DIAC. Este pulsador permite activar manualmente el DIAC.
- Conecta el terminal inferior del DIAC al foco L4. La otra terminal del foco debe estar conectada al terminal negativo (-) o neutro de la fuente AC.

## **3. Operación del pulsador:**

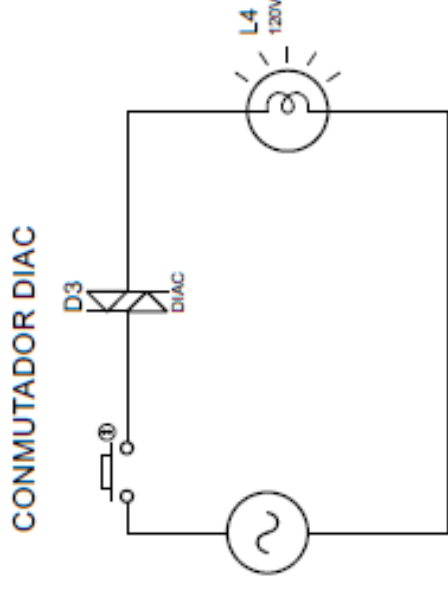
- Presiona el pulsador SW1 para activar el DIAC. Esto permitirá que fluya corriente a través del DIAC hacia el foco L4, encendiéndolo.
- Suelta el pulsador para desactivar el DIAC, interrumpiendo la corriente hacia el foco y apagándolo.

## **4. Medición de la salida:**

Observa el comportamiento del foco:

- Cuando se presiona SW1, el foco se encenderá indicando que el DIAC está conduciendo.
- Cuando se suelta SW1, el foco se apagará indicando que la conducción fue interrumpida.

## 5. Diagrama de conexión.



## Práctica 16: Amplificador con Transistor BJT.

**Objetivo:** Implementar y analizar el funcionamiento de un amplificador de señal utilizando un transistor NPN (2N2222A), resistencias, capacitores y una señal de entrada alterna.

### Materiales necesarios

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
- Fuente de alimentación (12V, V2).
- Transistor NPN (2N2222A, Q3).

- Resistencias: R7: 200  $\Omega$  - R8: 500  $\Omega$  - R9: 4.7 k $\Omega$  - R10: 1 k $\Omega$  - R11: 10 k $\Omega$  - R12: 10 k $\Omega$  - R13: 1 k $\Omega$
- Capacitores: - C1: 10  $\mu$ F - C2: 10  $\mu$ F - C3: 10  $\mu$ F
- Generador de señal (V1, VSINE).
- Cables machos para conexión.
- Altavoz o parlante\* de baja potencia (opcional, para prueba de salida).

#### **Procedimiento:**

##### **1. Conexión de la fuente de alimentación**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación (V2) en el tablero didáctico.
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurando que el positivo (+) esté conectado correctamente y el negativo (-) a tierra.

##### **2. Configuración del circuito**

- Etapa de entrada:
  - Conecta el generador de señal (V1, VSINE) a través de la resistencia R8 y el capacitor de acoplamiento C3 a la base del transistor Q3 (2N2222A).
  - R10 conecta la base a tierra, estableciendo la polarización.
- -Etapa de amplificación:.\*
  - La resistencia R12 conecta el colector de Q3 a la alimentación (+12V).
  - La resistencia R7 conecta el emisor a tierra, estableciendo la corriente de polarización.

- R13 y C1 forman una red de realimentación para estabilizar la ganancia.
- Etapa de salida:
  - El capacitor C2 acopla la señal amplificada desde el colector hacia la carga (R11), eliminando el componente DC.
  - R9 limita la corriente en la salida.

### **3. Medición de la salida**

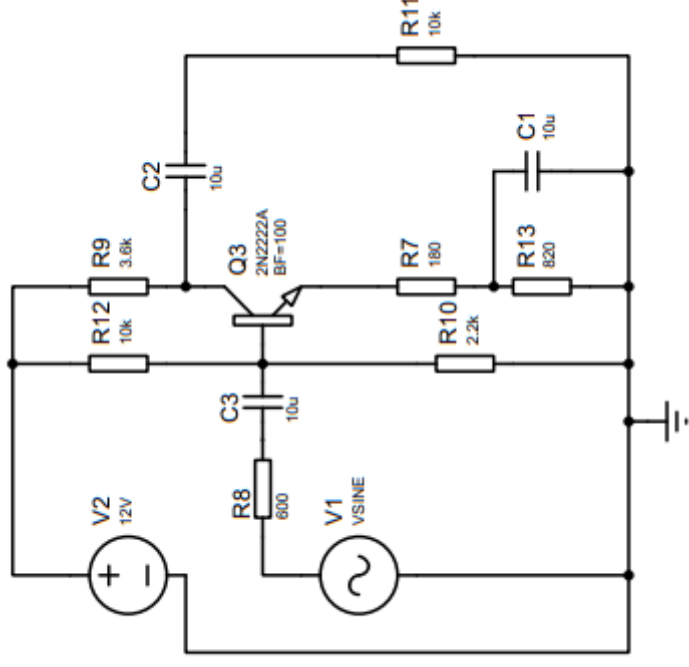
- Observa la señal de salida en el punto después de C2 (antes de R11) usando un osciloscopio o multímetro.
- Compara la amplitud y forma de la señal de entrada (VSINE) y la señal de salida para verificar la amplificación.

### **4. Funcionamiento esperado**

- Cuando se aplica una señal alterna (VSINE) a la entrada, el transistor Q3 amplifica la señal.
- La señal de salida debe ser una versión amplificada de la señal de entrada, con la misma frecuencia, pero mayor amplitud.
- Los capacitores C1, C2 y C3 permiten el paso de señales alternas y bloquean los componentes de corriente continua (DC).

### **5. Diagrama de conexión**

- El diagrama está representado en la imagen proporcionada, mostrando la conexión de cada componente y el flujo de la señal desde la entrada hasta la salida.



### Observación

Para comprobar de manera práctica la funcionalidad del amplificador, se puede conectar un \*altavoz o parlante de baja potencia\* en paralelo con la resistencia de carga R11 en la salida del circuito.

- Si el circuito está funcionando correctamente, al aplicar una señal de audio (por ejemplo, música o voz) en la entrada, el altavoz debería reproducir el sonido amplificado.

- Esta prueba permite verificar no solo la amplificación de la señal, sino también la capacidad del circuito para manejar cargas reales de audio.

### **Práctica 17: Amplificador con Transistor JFET.**

**Objetivo:** Implementar y analizar el funcionamiento de un amplificador de señal utilizando un transistor JFET N-channel (2SK30), resistencias, capacitores y una señal de entrada alterna.

#### **Materiales necesarios**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
- Fuente de alimentación (10V, V5).
- Transistor JFET N-channel (2SK30, Q4).
- Resistencias: R14: 100 k $\Omega$  - R15: 100 k $\Omega$  - R21: 1 k $\Omega$  - R22: 10 k $\Omega$  - R23: 1 k $\Omega$
- Capacitores: C7: 1  $\mu$ F - C8: 1  $\mu$ F - C9: 1  $\mu$ F
- Generador de señal (V6, VSINE).
- Cables machos para conexión.
- Altavoz o parlante de baja potencia (opcional, para prueba de salida).

## Procedimiento

### 1. Conexión de la fuente de alimentación

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación (V5) en el tablero didáctico.
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurando que el positivo (+) esté conectado correctamente y el negativo (-) a tierra.

### 2. Configuración del circuito

- **Etapa de entrada:**
  - Conecta el generador de señal (V6, VSINE) a través del capacitor de acoplamiento C7 a la puerta (gate) del transistor JFET 2SK30 (Q4).
  - R14 conecta la puerta al voltaje positivo (V5), estableciendo la polarización.
  - R15 conecta la puerta a tierra, formando un divisor de voltaje para la polarización adecuada.
- **Etapa de amplificación:**
  - La resistencia R21 conecta el drenador (drain) del JFET a la alimentación (+10V).
  - La resistencia R22 conecta la fuente (source) a tierra, estableciendo la corriente de polarización.
  - El capacitor C8 se conecta en paralelo con R22 para mejorar la ganancia de la señal alterna.
- **Etapa de salida:**
  - El capacitor C9 acopla la señal amplificada desde el drenador hacia la carga (R23), eliminando el componente DC.
  - R23 actúa como carga de salida, y aquí se puede conectar un altavoz para pruebas.

### **3. Medición de la salida**

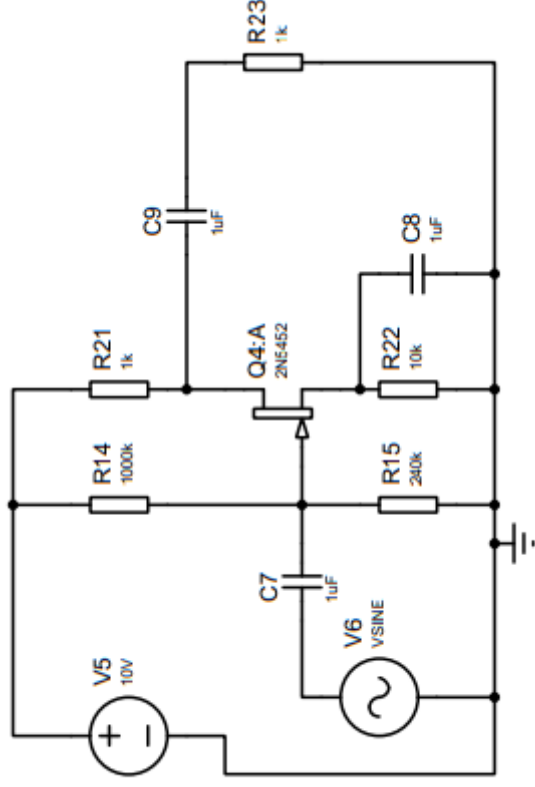
- Observa la señal de salida en el punto después de C9 (antes de R23) usando un osciloscopio o multímetro.
- Compara la amplitud y forma de la señal de entrada (VSINE) y la señal de salida para verificar la amplificación.

### **4. Funcionamiento esperado**

- Cuando se aplica una señal alterna (VSINE) a la entrada, el transistor JFET 2SK30 amplifica la señal.
- La señal de salida debe ser una versión amplificada de la señal de entrada, con la misma frecuencia pero mayor amplitud.
- Los capacitores C7, C8 y C9 permiten el paso de señales alternas y bloquean los componentes de corriente continua (DC).

### **5. Diagrama de conexión**

- El diagrama está representado en la imagen proporcionada, mostrando la conexión de cada componente y el flujo de la señal desde la entrada hasta la salida.



### Observación

Para comprobar de manera práctica la funcionalidad del amplificador, se puede conectar un \*altavoz o parlante de baja potencia\* en paralelo con la resistencia de carga R23 en la salida del circuito.

- Si el circuito está funcionando correctamente, al aplicar una señal de audio (por ejemplo, música o voz) en la entrada, el altavoz debería reproducir el sonido amplificado.
- Esta prueba permite verificar no solo la amplificación de la señal, sino también la capacidad del circuito para manejar cargas reales de audio.

## **Práctica 18: Amplificador con Transistor MOSFET.**

**Objetivo:** Implementar y analizar el funcionamiento de un amplificador de señal utilizando un transistor MOSFET N-channel (2N7000), resistencias, capacitores y una señal de entrada alterna.

### **Materiales necesarios:**

- Tablero didáctico con el circuito preinstalado.
- Fuente de alimentación (5V, V4).
- Transistor MOSFET N-channel (2N7000, Q5).
- Resistencias: R16: 1 k $\Omega$  - R17: 100 k $\Omega$  - R18: 10 k $\Omega$  - R19: 100 k $\Omega$  - R20: 1 k $\Omega$
- Capacitores: C4: 1  $\mu$ F - C5: 1  $\mu$ F - C6: 1  $\mu$ F
- Generador de señal (V3, VSINE).
- Cables machos para conexión.
- Altavoz o parlante de baja potencia (opcional, para prueba de salida).

### **Procedimiento**

#### **1. Conexión de la fuente de alimentación**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación (V4) en el tablero didáctico.
- Conecta los cables machos desde la fuente al tablero, asegurando que el positivo (+) esté conectado correctamente y el negativo (-) a tierra.

## 2. Configuración del circuito

- Etapa de entrada:
  - Conecta el generador de señal (V3, VSINE) a través del capacitor de acoplamiento C6 a la compuerta (gate) del transistor MOSFET 2N7000 (Q5).
  - R19 conecta la compuerta al voltaje positivo (V4), estableciendo la polarización.
  - R17 conecta la compuerta a tierra, formando un divisor de voltaje para la polarización adecuada.
- Etapa de amplificación:
  - La resistencia R16 conecta el drenador (drain) del MOSFET a la alimentación (+5V).
  - La resistencia R20 conecta la fuente (source) a tierra, estableciendo la corriente de polarización.
  - El capacitor C4 se conecta en paralelo con R20 para mejorar la ganancia de la señal alterna.
- Etapa de salida:
  - El capacitor C5 acopla la señal amplificada desde el drenador hacia la carga (R18), eliminando el componente DC.
  - R18 actúa como carga de salida, y aquí se puede conectar un altavoz para pruebas.

## 3. Medición de la salida

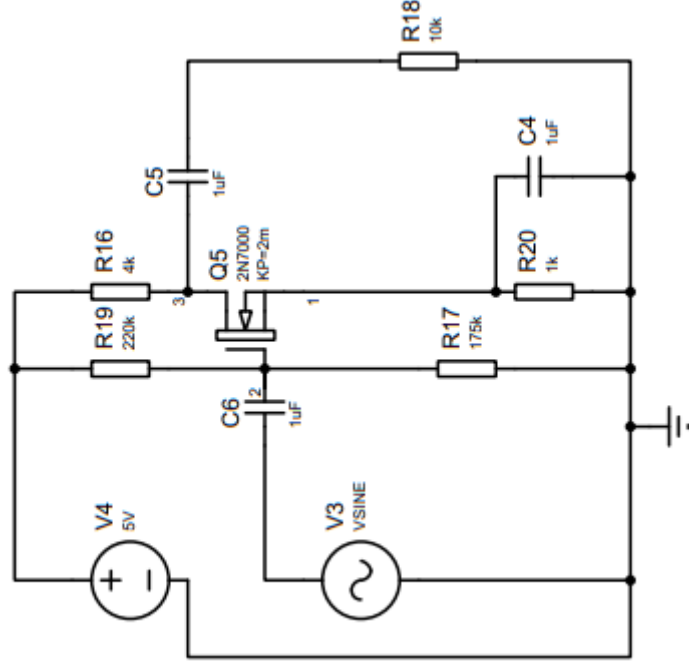
- Observa la señal de salida en el punto después de C5 (antes de R18) usando un osciloscopio o multímetro.
- Compara la amplitud y forma de la señal de entrada (VSINE) y la señal de salida para verificar la amplificación.

#### **4. Funcionamiento esperado**

- Cuando se aplica una señal alterna (VSINE) a la entrada, el transistor MOSFET 2N7000 amplifica la señal.
- La señal de salida debe ser una versión amplificada de la señal de entrada, con la misma frecuencia pero mayor amplitud.
- Los capacitores C4, C5 y C6 permiten el paso de señales alternas y bloquean los componentes de corriente continua (DC).

#### **5. Diagrama de conexión**

- El diagrama está representado en la imagen proporcionada, mostrando la conexión de cada componente y el flujo de la señal desde la entrada hasta la salida.



### Observación

Para comprobar de manera práctica la funcionalidad del amplificador, se puede conectar un \*altavoz o parlante de baja potencia\* en paralelo con la resistencia de carga R18 en la salida del circuito.

- Si el circuito está funcionando correctamente, al aplicar una señal de audio (por ejemplo, música o voz) en la entrada, el altavoz debería reproducir el sonido amplificado.

- Esta prueba permite verificar no solo la amplificación de la señal, sino también la capacidad del circuito para manejar cargas reales de audio.

### **Práctica 19: Inversor de Corriente con Transistores TIP41**

**Objetivo:** Implementar y analizar el funcionamiento de un inversor de corriente (DC a AC) utilizando transistores bipolares de potencia (TIP41), resistencias de 2W, capacitores, un transformador y una carga de lámpara.

#### **Materiales necesarios**

- Tablero didáctico o protoboard con el circuito preinstalado.
- Fuente de alimentación (V1: 12V DC).
- Transistores NPN de potencia (Q1, Q2: TIP41).
- Resistencias: R1: 220  $\Omega$ , 2W - R3: 220  $\Omega$ , 2W
- Capacitores: C1: 22 nF -C2: 100 nF - C3: 47  $\mu$ F - C4: 22 nF
- Transformador (TR1: 2P3S, adecuado para elevar de 12V a 120V).
- Lámpara incandescente o LED de 120V (L1).
- Cables machos para conexión.

#### **Procedimiento**

##### **1. Conexión de la fuente de alimentación**

- Ubica el terminal correspondiente a la fuente de alimentación (V1: 12V DC) en el tablero.
- Conecta los cables machos desde la fuente al circuito, asegurando que el positivo (+) esté conectado correctamente y el negativo (-) a tierra.

## 2. Configuración del circuito

- Etapa de oscilador:
  - Los transistores TIP41 (Q1 y Q2) están configurados en una topología push-pull, alternando la conducción para generar una señal alterna a partir de la corriente continua.
  - El capacitor C3 (47  $\mu$ F) ayuda a filtrar la alimentación y estabilizar el circuito.
  - Las resistencias R1 y R3 (220  $\Omega$ , 2W) limitan la corriente hacia las bases de los transistores, protegiéndolos y asegurando un funcionamiento estable.
  - Los capacitores C1 y C4 (22 nF) junto con C2 (100 nF) forman parte de la red de realimentación y filtrado para mantener la oscilación.
- Etapa de salida:
  - El transformador TR1 recibe la señal alterna generada por los transistores y la eleva de 12V AC a 120V AC.
  - La lámpara L1 (120V) se conecta a la salida del transformador y sirve como carga para verificar el funcionamiento del inversor.

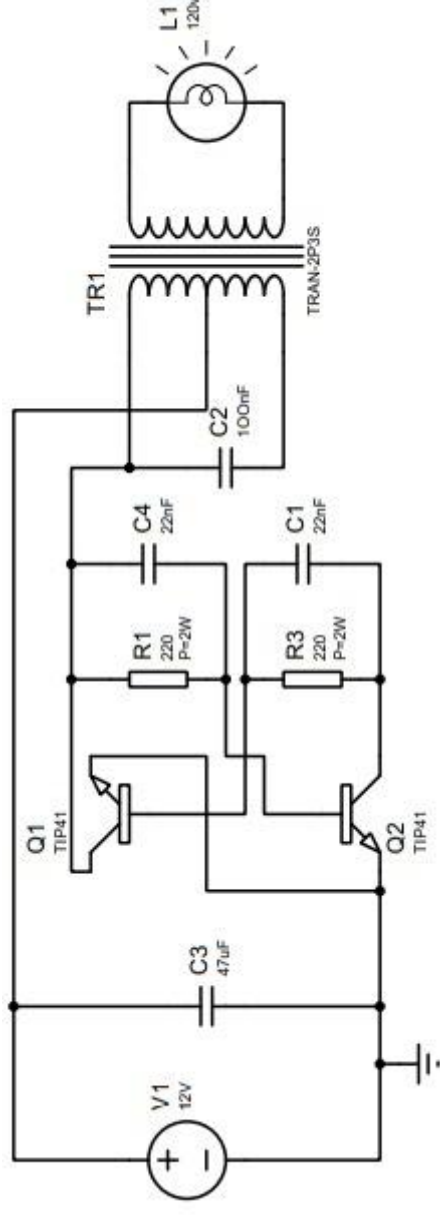
## 3. Medición de la salida

- Observa si la lámpara L1 se enciende correctamente al energizar el circuito.

- Puedes utilizar un multímetro en la salida del transformador para medir el voltaje alterno generado.
  - Si cuentas con un osciloscopio, puedes observar la forma de onda de la señal alterna en la salida del transformador.
- 4. Funcionamiento esperado**
- Al conectar la fuente de 12V, el circuito debe comenzar a oscilar gracias a la configuración push-pull de los TIP41 y la realimentación de los capacitores.
  - El transformador eleva la señal alterna generada a 120V AC, encendiendo la lámpara L1.
  - El circuito convierte la corriente continua de la batería o fuente en corriente alterna útil para cargas de 120V.

**5. Diagrama de conexión**

El diagrama está representado en la imagen proporcionada, mostrando la conexión de cada componente y el flujo de la energía desde la fuente de 12V hasta la lámpara de 120V.



### Observación

Este circuito es un ejemplo básico de un \*inversor DC-AC.

- Es importante utilizar resistencias de 2W debido a la alta corriente que circula por las bases de los transistores TIP41.
- Los TIP41 son transistores de potencia capaces de manejar corrientes elevadas, ideales para este tipo de aplicaciones.
- El transformador debe ser adecuado para la potencia requerida por la carga (lámpara) y para soportar el voltaje de salida deseado.
- Se recomienda no conectar cargas de mayor potencia que la especificada para evitar dañar los transistores o el transformador.

## **Práctica 20: Convertidor De Corriente Alterna -Corriente Continua**

**Objetivo:** Implementar y analizar el funcionamiento de un convertidor de corriente alterna (CA) a corriente continua (CC) utilizando un transformador, un puente rectificador de diodos, capacitores de filtrado y un regulador de voltaje.

### **Materiales necesarios**

- Tablero didáctico o protoboard con el circuito preinstalado.
- Fuente de corriente alterna (CA, 120V o 220V según región).
- Transformador (TR2: adecuado para reducir el voltaje de CA a un valor manejable, por ejemplo 12V).
- Puente rectificador de diodos (BR1, por ejemplo DF06M o armado con 4 diodos rectificadores).
- Capacitores: C5: 100 $\mu$ F (electrolítico, filtrado principal) - C6: 1  $\mu$ F (filtrado adicional)
- Regulador de voltaje (U1: 7812 para salida de 12V DC).
- LEDs indicadores (D3, D4: LED-AZUL).
- Cables machos para conexión.

### **Procedimiento**

1. Conexión de la fuente de alimentación
  - Conecta la entrada de CA al primario del transformador TR2.
  - El secundario del transformador debe entregar un voltaje adecuado para el puente rectificador (por ejemplo, 12V AC).
2. **Configuración del circuito**

- Etapa de rectificación:
  - Conecta la salida del secundario del transformador a las entradas de CA del puente rectificador BR1.
  - El puente de diodos convierte la corriente alterna en corriente continua pulsante.
- Etapa de filtrado:
  - Conecta el capacitor C5 (1000  $\mu$ F) a la salida del puente rectificador para filtrar el rizado y suavizar la señal de salida.
  - El capacitor C6 (1  $\mu$ F) se conecta después del regulador para un filtrado adicional y mejorar la estabilidad de la salida.
- Etapa de regulación:
  - Conecta la salida filtrada del puente al pin de entrada (VI) del regulador de voltaje 7812 (U1).
  - El regulador entrega una salida estabilizada de 12V DC en su pin de salida (VO)[3][4].
- Indicadores de salida:
  - Conecta los LEDs (D3 y D4) en paralelo a la salida regulada para indicar la presencia de voltaje.

### **3. Medición de la salida**

- Utiliza un multímetro para medir el voltaje de salida en los terminales de los LEDs.
- Verifica que la salida sea de aproximadamente 12V DC y que los LEDs se enciendan correctamente.

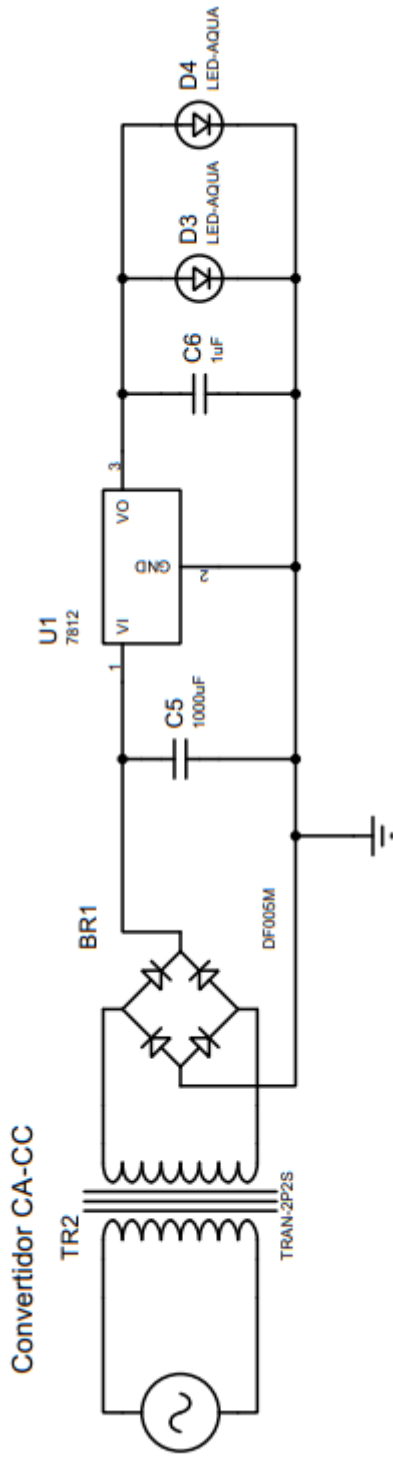
### **4. Funcionamiento esperado**

- Al conectar la fuente de CA, el transformador reduce el voltaje a un nivel seguro.
- El puente de diodos convierte la señal alterna en pulsos de corriente continua.
- El capacitor C5 filtra el rizado, entregando una señal más estable.

- El regulador 7812 estabiliza la salida a 12V DC, adecuada para alimentar dispositivos electrónicos sensibles.
- Los LEDs en la salida indican visualmente que el circuito está funcionando correctamente.

### 5. Diagrama de conexión

El diagrama está representado en la imagen proporcionada, mostrando la conexión de cada componente desde la entrada de CA hasta la salida de CC regulada.



### Observación

Este circuito es fundamental en fuentes de alimentación para equipos electrónicos.

- El puente rectificador de diodos es esencial para convertir la corriente alterna en continua, pero la señal rectificada aún contiene

rizado, por lo que se utilizan capacitores de filtrado para suavizarla[5][6][7].

- El regulador de voltaje 7812 asegura que la salida sea constante, independientemente de variaciones menores en la entrada o en la carga conectada.
- Los LEDs permiten comprobar visualmente que el circuito está entregando voltaje correctamente.