

Diseño de demostradores experimentales de bajo costo para prácticas en el aula en las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.

Diego Andrés Garnica Rueda, Leidy Johanna Ribero Amado

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingenieros Electricistas

Director

Diego Alfonso Jiménez Alvernia

Ingeniero Electricista

Codirector

Juan Manuel Rey López

Doctor en Ingeniería Electrónica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de telecomunicaciones

Ingeniería Eléctrica

Bucaramanga

2024

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Selección de las temáticas a implementar en los demostradores	14
2.1 Temáticas de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.....	14
2.2 Requisitos en las temáticas necesarios para diseñar un demostrador.	14
3. Diseño de los demostradores y sus guías instructivas	17
3.1 Demostrador 1: Análisis transitorio en circuito RC.....	17
3.2 Demostrador 2: Análisis de respuesta en frecuencia en filtros de primer orden empleando circuito RC	22
3.3 Demostrador 3: Redes de dos puertos (cuadripolos)	27
4. Implementación, evaluación y validación de demostradores experimentales en la enseñanza de circuitos eléctricos	31
5. Medición de la percepción de los estudiantes con los demostradores experimentales.....	38
6. Conclusiones	42
Referencias Bibliográficas	43
Apéndices.....	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Contenido de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II de la E3T.</i>	14
Tabla 2 <i>Calificaciones promedio de las temáticas para las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II.</i>	15
Tabla 3 <i>Temáticas de las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II sometidas a los criterios de selección.</i>	15
Tabla 4 <i>Costo de los componentes empleados para el demostrador 1.</i>	21
Tabla 5 <i>Costo de elementos para el demostrador 2.</i>	26
Tabla 6 <i>Costo de elementos para el demostrador 3.</i>	29

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Esquema de circuito eléctrico correspondiente al demostrador 1</i>	18
Figura 2 <i>Esquema de circuito eléctrico en el simulador Proteus para el demostrador 1</i>	19
Figura 3 <i>Escenario 1: Mitad del periodo de la señal de entrada igual al tiempo de carga del condensador</i>	19
Figura 4 <i>Escenario 2: Mitad del periodo de la señal de entrada inferior al tiempo de carga del condensador</i>	20
Figura 5 <i>Escenario 3: Mitad del periodo de la señal de entrada superior al tiempo de carga del condensador</i>	20
Figura 6 <i>Diseño físico para el demostrador 1</i>	22
Figura 7 <i>Esquema de circuito eléctrico correspondiente al demostrador 2</i>	23
Figura 8 <i>Esquema de circuito eléctrico en el simulador para el demostrador 2</i>	24
Figura 9 <i>Espectro en frecuencia de la señal de salida del circuito cuando el potenciómetro está en su valor mínimo</i>	25
Figura 10 <i>Espectro en frecuencia de la señal de salida del circuito cuando el potenciómetro está en su valor máximo</i>	25
Figura 11 <i>Diseño físico para el demostrador 2</i>	27
Figura 12 <i>Esquema de circuito eléctrico correspondiente al demostrador 3</i>	28
Figura 13 <i>Simulación online en Proteus para el demostrador 3 prueba 1</i>	28
Figura 14 <i>Simulación online en Proteus para el demostrador 3 prueba 2</i>	29
Figura 15 <i>Simulación online en Proteus para el demostrador 3 prueba 3</i>	29
Figura 16 <i>Diseño físico para el demostrador 3</i>	30

Figura 17 <i>Demostrador 1 implementado por el profesor Diego Jiménez Alvernia en el curso de circuitos eléctricos II en el periodo académico 2022-2</i>	31
Figura 18 <i>Demostrador 1 implementado por el profesor Michael Arenas en el curso de circuitos eléctricos I en el periodo académico 2023-1</i>	32
Figura 19 <i>Demostrador 1 implementado por el profesor Juan Manuel Rey en el curso de circuitos eléctricos II en el periodo académico 2024-1</i>	32
Figura 20 <i>Calificaciones quiz sin demostrador experimental</i>	33
Figura 21 <i>Calificaciones quiz con demostrador experimental</i>	33
Figura 22 <i>Demostrador 2 implementado por el profesor Juan Manuel Rey</i>	34
Figura 23 <i>Demostrador 2 implementado por el profesor Michael Arenas</i>	35
Figura 24 <i>Demostrador 2 implementado por el profesor Diego Becerra</i>	35
Figura 25 <i>Demostrador 3 implementado por estudiante Julian Reyes</i>	36
Figura 26 <i>Demostrador 3 implementado por estudiante Diego Ramírez</i>	37
Figura 27 <i>Demostrador 3 implementado por estudiante José Bonivento</i>	37
Figura 28 <i>Demostrador 3 implementado por egresado Frank Nuñez</i>	38
Figura 29 <i>Resultados primera pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes</i>	39
Figura 30 <i>Resultados tercera pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes</i>	39
Figura 31 <i>Resultados cuarta pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes</i>	40
Figura 32 <i>Resultados quinta pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes</i>	40
Figura 33 <i>Resultados última pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes</i>	41

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Guías instructivas de cada uno de los demostradores.....	47
Apéndice B. Formatos diligenciados por los docentes y estudiantes que implementaron los demostradores experimentales	77
Apéndice C. Encuesta realizada a los estudiantes periodo académico 2022-2 y 2023-1.	81

Glosario

Circuito eléctrico: Conjunto de elementos eléctricos interconectados entre sí que permiten generar, transportar y convertir energía eléctrica en otras energías (mecánica, calor, lumínica, etc.) en algún dispositivo y/o aplicación específica

Demostrador experimental: Montaje experimental sencillo e ilustrativo para ejemplificar y/o contrarrestar conceptos durante las clases teóricas.

Estrategia pedagógica: Se refiere al enfoque que emplean los educadores para mejorar la efectividad de la enseñanza a través de planificación y uso de métodos, técnicas y recursos.

Régimen transitorio: Es el periodo de tiempo en el cual las señales de tensión y corriente en un circuito se someten a cambios abruptos debido a una perturbación o a un cambio en las condiciones del circuito.

Osciloscopio: Es un instrumento de medición usado para visualizar gráficamente señales eléctricas en función del tiempo.

Arduino Nano: Placa de microcontrolador programable con pines de entrada y salida analógicas y digitales que permiten realizar el control, medición y automatización de sistemas y/o dispositivos.

Respuesta en frecuencia: Se utiliza para evaluar cómo un sistema o dispositivo responde a diferentes frecuencias en una señal de entrada. En esencia, nos dice cómo un sistema amplifica o atenúa señales de entrada a diferentes frecuencias y si hay desfases temporales en esas señales. Esto es esencial para entender cómo funcionan sistemas como amplificadores, filtros, altavoces y circuitos de comunicación.

Filtro pasa bajas: Es un dispositivo o circuito electrónico que permite el paso de señales de baja frecuencia, estos dispositivos atenúan señales de frecuencia mayor a la frecuencia de corte definida por los componentes eléctricos que lo conforman.

Filtro pasa altas: Es un dispositivo o circuito electrónico que permite el paso de señales de alta frecuencia, estos dispositivos atenúan señales de frecuencia menor a la frecuencia de corte definida por los componentes eléctricos que lo conforman.

Potenciómetro: Es un componente eléctrico que consiste en una resistencia variable que al girar o mover el cursor cambia la resistencia por la cual fluye la corriente eléctrica. Esto permite manejar la corriente que fluye por las ramas de un circuito.

Amplificador clase A: Es un tipo de amplificador que capta las señales incluso cuando la señal es muy baja o cercana a cero y en su salida logra aumentar la magnitud de esta señal.

Redes de dos puertos: Son sistemas en circuitos eléctricos que tienen dos puntos de entrada y dos puntos de salida, lo que permite describir cómo se transmiten señales o energía entre ellos de manera independiente.

Resumen

Título: Diseño de demostradores experimentales de bajo costo para prácticas en el aula en las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.

Autor: Diego Andrés Garnica Rueda, Leidy Johanna Ribero Amado.

Palabras Clave: Circuitos eléctricos, demostrador, experimento en aula.

Descripción: Este documento detalla la experiencia adquirida en el diseño y aplicación de demostradores portátiles de bajo costo, empleados en las prácticas experimentales de los cursos de pregrado de Circuitos Eléctricos I y II en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS). El uso de estos dispositivos portátiles permite a los estudiantes realizar experimentos directamente en el aula, lo cual facilita la comprensión y aplicación de conceptos teóricos de forma práctica e inmediata. La implementación de estos demostradores busca eliminar la necesidad de que los estudiantes se desplacen a los laboratorios especializados, lo que representa una ventaja logística significativa y un ahorro de tiempo considerable. Además, esta metodología promueve un entorno de aprendizaje más dinámico y participativo, donde los estudiantes pueden experimentar de manera directa los fenómenos físicos y los principios de la electrónica y la electricidad. La estrategia pedagógica de integrar demostradores portátiles en el aula ha demostrado ser muy efectiva, ya que motiva a los estudiantes a involucrarse activamente en el proceso de aprendizaje, facilitando así una mayor retención de los conocimientos y una mejor comprensión de los temas tratados. Estos ambientes de aprendizaje significativos no solo fomentan la curiosidad y el interés por parte de los alumnos, sino que también les proporcionan las herramientas necesarias para explorar y profundizar en los conceptos y fenómenos físicos estudiados, preparándolos de manera óptima para desafíos futuros en el campo profesional y académico.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Ingeniería Eléctrica. Director: Diego Alfonso Jiménez Alvernia. Ingeniero Electricista. Codirector: Juan Manuel Rey Lopez. Doctor en ingeniería electrónica.

Abstract

Title: Design of low-cost experimental demonstrators for classroom practices in the subjects Electrical Circuits I and Electrical Circuits II.

Author(s): Diego Andrés Garnica Rueda, Leidy Johanna Ribero Amado.

Key Words: Electrical circuits; demonstrator; classroom experiment.

Description: This document details the experience acquired in the design and application of low-cost portable demonstrators, used in the experimental practices of the undergraduate courses of Electrical Circuits I and II at the School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering (E3T) of the Industrial University of Santander (UIS). The use of these portable devices allows students to carry out experiments directly in the classroom, which facilitates the understanding and application of theoretical concepts in a practical and immediate way. The implementation of these demonstrators seeks to eliminate the need for students to travel to specialized laboratories, which represents a significant logistical advantage and considerable time savings. In addition, this methodology promotes a more dynamic and participatory learning environment, where students can directly experience physical phenomena and the principles of electronics and electricity. The pedagogical strategy of integrating portable demonstrators into the classroom has proven to be very effective, as it motivates students to actively engage in the learning process, thus facilitating greater retention of knowledge and a better understanding of the topics covered. These meaningful learning environments not only foster curiosity and interest on the part of students, but also provide them with the necessary tools to explore and delve deeper into the concepts and physical phenomena studied, optimally preparing them for future challenges in the professional field. and academic.

* Degree work

** Faculty of physicomechanical engineering. School of School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Electric engineering. Director: Diego Alfonso Jiménez Alvernia. Electrical engineer. Co-director: Juan Manuel Rey Lopez. Doctor in electronic engineering.

Introducción

La capacidad de analizar circuitos eléctricos es una competencia fundamental en la formación de estudiantes de ingeniería eléctrica, electrónica y afines (Gómez, 2017) (Cipparrone, 2019). En los cursos en los que se desarrolla esta competencia se estudian las bases teórico-prácticas para el análisis de sistemas eléctricos de potencia (generación, distribución y transporte de energía eléctrica), aplicaciones de automatización de procesos industriales, conversión de energía eléctrica a otros tipos de energía como la mecánica (motores), diseño de dispositivos electrónicos, telecomunicaciones, entre otras aplicaciones que permiten el desarrollo de procesos productivos y soportan el estilo de vida moderno. La complejidad de la fundamentación matemática y física con la que se modelan las leyes fundamentales de los circuitos eléctricos representa un desafío en el proceso de enseñanza/aprendizaje, pues puede llevar con facilidad a interpretaciones conceptuales erróneas (Andrade, 2018; Campos, 2021; Duit,1997). Por lo anterior, es pertinente el desarrollo de propuestas pedagógicas en el aula que ayuden a los estudiantes a comprender de una mejor manera los conceptos teóricos estudiados (Jiménez, 2021; Cartensen, 2009; Lawanto, 2012; O'connell, 2011; Trajovic, 2011).

Las prácticas en el aula (o demostraciones experimentales en el aula) consisten en la realización de montajes experimentales sencillos, cortos e ilustrativos para ejemplificar y/o contrarrestar conceptos durante las clases teóricas. Aunque las asignaturas de Circuitos Eléctricos de la E3T tienen componentes prácticas de laboratorio, estas se realizan en las instalaciones de los laboratorios de la E3T con el objetivo de que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas y manuales para el montaje, manipulación y análisis de circuitos eléctricos. A diferencia de las prácticas de laboratorio convencionales, las demostraciones en el aula son realizadas por el docente

como estrategia pedagógica con el fin de reforzar y contrastar conceptos teóricos de forma inmediata, sin necesidad de desplazarse del salón de clase. Sin embargo, equipar un aula de clase con equipos de experimentación puede representar un alto costo y, adicionalmente, no siempre se cuenta con la disponibilidad de las instalaciones e infraestructura de laboratorios para asistir con la totalidad de estudiantes que componen los cursos teóricos.

En internet es posible encontrar algunas demostraciones en aula que se han hecho virales por el impacto que generan en el desarrollo de las clases. Principalmente en cursos de física, en los que se acompaña la explicación de conceptos teóricos con verificaciones sencillas pero interesantes (Lectures by Walter Lewin They will make you ♥ Physics, 2016). Por lo anterior, en el presente trabajo de grado se detalla la metodología para el diseño de demostradores experimentales de bajo costo como estrategia pedagógica en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II de la E3T.

Este trabajo está organizado de la siguiente forma: En la sección 2 se definen los criterios de selección para los temas de los demostradores, en la sección 3 se describe la metodología del diseño de los demostradores, en la sección 4 se muestra la implementación de los demostradores diseñados en algunos cursos de circuitos eléctricos de la E3T y resultados de la percepción e impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje por parte de docentes y estudiantes.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar demostradores experimentales de bajo costo para la realización de prácticas en el aula en las asignaturas de Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.

1.2 Objetivos Específicos

- Definir los contenidos y alcances que se abordarán en las demostraciones de los cursos de Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.
- Seleccionar equipos e instrumentos de medición de bajo costo disponibles en el mercado para realizar el montaje de los demostradores.
- Diseñar guías instructivas para la implementación de los demostradores en el aula.
- Evaluar las guías instructivas desarrolladas mediante la realimentación de la experiencia de algunos usuarios seleccionados.

2. Selección de las temáticas a implementar en los demostradores

2.1 Temáticas de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II.

Los contenidos de las asignaturas de la escuela de ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) se encuentran disponibles en la página de la página oficial de la E3T (<http://e3t.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S796>). A continuación, en la tabla 1, se muestran las temáticas principales de las asignaturas de circuitos eléctricos I y II de la E3T.

Tabla 1

Contenido de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II de la E3T.

Circuitos Eléctricos I	Circuitos Eléctricos II
CEI-1 Leyes fundamentales, Técnicas de análisis, Linealidad, superposición y teorema de Thévenin.	CEII-1 Circuitos trifásicos
CEI-2 Frecuencia compleja	CEII-2 Respuesta en frecuencia
CEI-3 Análisis Senoidal	CEII-3 Transformada de Laplace
CEI-4 Análisis transitorio	CEII-4 Circuitos acoplados magnéticamente
CEI-5 Potencia compleja	CEII-5 Redes de dos puertos

En la sección 2.2 se describen los criterios de selección de las temáticas para ser implementadas en los demostradores.

2.2 Requisitos en las temáticas necesarios para diseñar un demostrador.

Una vez se han identificado los contenidos de las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II, Se procede a seleccionar las temáticas a implementar en los demostradores basados en los siguientes criterios: a) Revisión del desempeño académico por parte de los estudiantes en cada temática de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II. Para lo anterior, se tuvo acceso a las calificaciones de evaluaciones de algunos grupos de circuitos eléctricos I y II en los periodos académicos comprendidos entre 2022-1 al 2023-2 y así, finalmente se escogieron las

temáticas con promedios de calificación por debajo de dos (2,0); b) Viabilidad para el diseño de demostrador experimental. Lo anterior teniendo en cuenta disponibilidad de equipos e instrumentos de medida en el mercado, el costo por cada demostrador no supere la cifra de \$200,000 pesos colombianos y facilidad de transporte del demostrador al aula de clase.

En la tabla 2 se detallan el promedio de las calificaciones de las evaluaciones por temática en los cursos de circuitos eléctricos en los periodos académicos comprendido entre 2022-1 hasta 2023-2. Es relevante destacar que, en algunos casos, varias temáticas se han analizado conjuntamente, ya que comparten el mismo examen. Este promedio se ha calculado en base a 300 muestras proporcionadas.

Tabla 2

Calificaciones promedio de las temáticas para las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II.

CEI-1	CEI-2 & CEI-3	CEI-4	CEI-5	CEII-1	CEII-2 & CEII-3	CEII-4 & CEII-5
2,3	1,8	1,8	2,4	1,8	1,8	1,9

A continuación, en la tabla 3 se observan las temáticas de las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II sometidas a cada uno de los criterios de selección.

Tabla 3

Temáticas de las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II sometidas a los criterios de selección.

Temas	Filtros	
	Promedio por debajo de 2,0	Facilidad de reproducir experimentalmente en el aula
CEI-1	NO	SÍ

CEI-2 & CEI-3	SÍ	SÍ
CEI-4	SÍ	SÍ
CEI-5	NO	NO
CEII-1	SÍ	NO
CEII-2 & CEII-3	SÍ	SÍ
CEII-4 & CEII-5	SÍ	SÍ

Finalizado el proceso de selección mediante los diferentes criterios, se destacan siete temáticas a ser candidatas para implementar un demostrador experimental. No obstante, para el presente trabajo de grado se seleccionan los siguientes temas: a) CEI-4 Análisis transitorio y CEII-3 Transformada de Laplace, ya que dichas temáticas influyen en diferentes aplicaciones de ingeniería como el diseño de circuitos y sistemas que a menudo experimentan cambios en sus condiciones iniciales, protección de equipos y dispositivos, control de sistemas dinámicos, entre otros. Según los contenidos de la E3T para las asignaturas de Circuitos Eléctricos I Circuitos Eléctricos II, la teoría en estas temáticas es similar, lo que difiere es el enfoque empleado para analizar el circuito. En consecuencia, se utiliza un único demostrador para ambos; b) CEI-2 Frecuencia compleja, CEI-3 Análisis senoidal y CEII-2 Respuesta en frecuencia, donde las aplicaciones suelen ser de gran interés para los estudiantes debido a que se tocan temas como el filtrado de señales (asemejándose al funcionamiento de una estación de radio), amplificación de señales y control de sistemas (automatización), el demostrador es adecuado para estas temáticas, ya que todas ellas según los contenidos de la E3T para las asignaturas de Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II se centran en el estudio de señales senoidales, tanto en frecuencia fija como en frecuencia variable, así como en el análisis de transitorios en el dominio de la frecuencia compleja. Y; c) CEII-5 Redes de dos puertos en campos como telecomunicaciones, electrónica de

potencia, para el diseño y análisis de sistemas que involucren la interconexión de señales y operen a frecuencias elevadas. Después de revisar las temáticas CEII-4 Circuitos acoplados magnéticamente y CEII-5 Redes de dos puertos, se decidió enfocar el diseño del demostrador en la temática de CEII-5 Redes de dos puertos. Esta elección se basa en su mayor potencial de implementación tanto en Circuitos II como en Circuitos I, en relación con los conceptos de Thevenin y Norton.

3. Diseño de los demostradores y sus guías instructivas

Para el diseño de los demostradores experimentales, en primera estancia se realizó un proceso de revisión y análisis exhaustivo de documentos académicos de diferentes instituciones de educación superior, así como repositorios audiovisuales, todos centrados en prácticas experimentales relacionadas con los temas elegidos anteriormente.

A partir de esta revisión y análisis, se proponen los prototipos experimentales a implementar en los demostradores. Esto incluye la disponibilidad en el mercado (cotizaciones) de los dispositivos e instrumentos de medida y así como el esquema de circuito con indicaciones de conexiones y mediciones. Se realizan simulaciones de cada demostrador para el análisis teórico y se realizan los montajes físicos de cada demostrador con su respectiva prueba de funcionamiento. Sumando a esto, se elaboran las guías de usuario para que los docentes puedan implementar los demostradores en las aulas de clase.

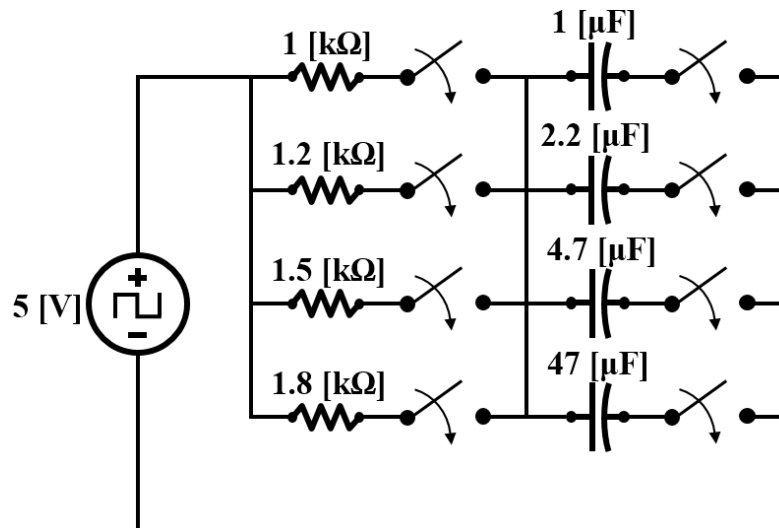
3.1 Demostrador 1: Análisis transitorio en circuito RC

En el tema de Análisis transitorio, se revisaron tres documentos (Aké, 2022; Chaparro, 2019; Dally et al., 2009) , en los que se detallan aspectos como la importancia de la capacitancia en los circuitos eléctricos y experimentos de carga y descarga de capacitores en configuraciones

RC. A partir de esta revisión, para el primer demostrador se propone el esquema de circuito de la Figura 1

Figura 1

Esquema de circuito eléctrico correspondiente al demostrador 1

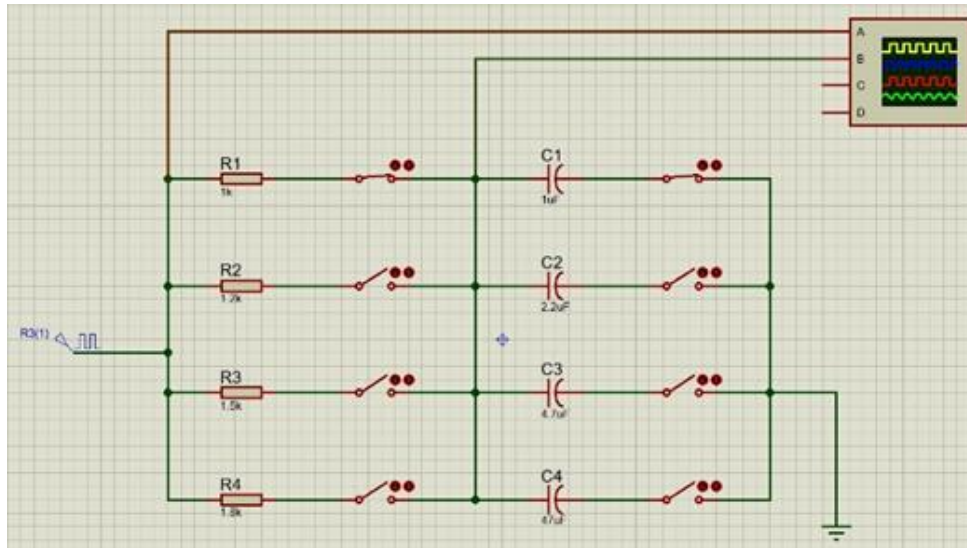


Este circuito está compuesto por resistencias que puede variar entre los siguientes valores: 1 [kΩ], 1.2 [kΩ], 1.5 [kΩ] y 1.8 [kΩ], capacitores que puede variar entre los siguientes valores: 1 [μF], 2.2 [μF], 4.7 [μF] y 47 [μF]; y una fuente de alimentación de señal de onda cuadrada con amplitud de 5 [V] y frecuencia ajustable (Arduino Nano). El objetivo de este montaje es visualizar el comportamiento de la señal de tensión en el capacitor para los siguientes escenarios: escenario 1) Ajuste de la señal de entrada para que la mitad de su periodo sea igual a la constante de tiempo de carga del condensador; escenario 2) Ajuste de la señal de entrada para que la mitad de su periodo sea mayor a la constante de tiempo de carga del condensador; escenario 3) Ajuste de la señal de entrada para que la mitad de su periodo sea inferior a la constante de tiempo de carga del condensador. Estos escenarios permiten observar diferentes efectos en la carga y descarga de un capacitor. Los valores de la resistencia y la capacitancia se eligen de forma tal que el tiempo de

carga y descarga estén dentro del rango de medición del osciloscopio portátil. A continuación, se muestran los resultados de simulación empleando “Proteus” para los tres escenarios propuestos.

Figura 2

Esquema de circuito eléctrico en el simulador Proteus para el demostrador 1



A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la **Prueba 1** utilizando la resistencia de 1 [k Ω] y el capacitor de 1 [μ F] para los diferentes escenarios planteados.

Figura 3

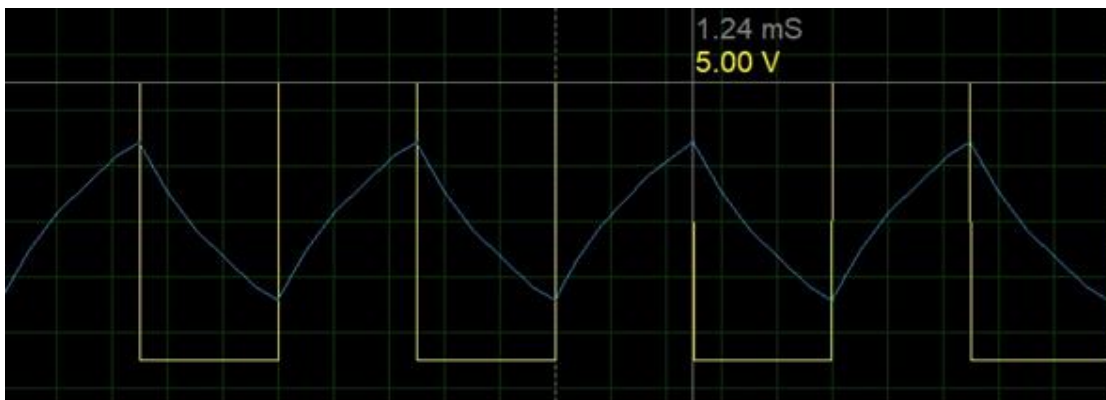
Escenario 1: Mitad del periodo de la señal de entrada igual al tiempo de carga del condensador.



Nota. Se observa que la señal de tensión en el capacitor logra alcanzar la amplitud de la señal de la fuente y enseguida procede a descargarse.

Figura 4

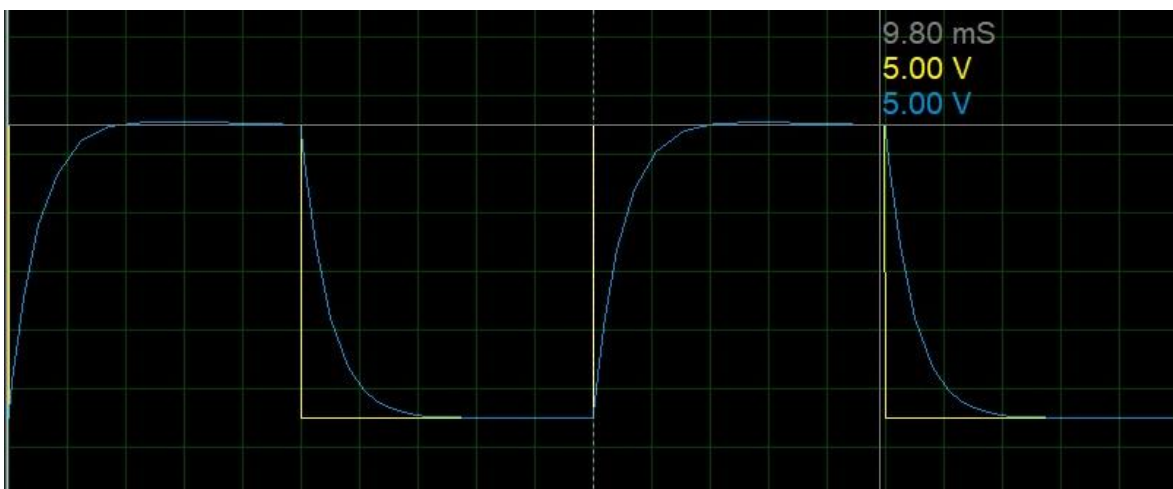
Escenario 2: Mitad del periodo de la señal de entrada inferior al tiempo de carga del condensador.



Nota. Se observa que la señal de tensión en el capacitor no alcanza la amplitud de entrada del circuito, por lo tanto, no realiza de forma completa el proceso de carga y descarga de un capacitor.

Figura 5

Escenario 3: Mitad del periodo de la señal de entrada superior al tiempo de carga del condensador



Nota. La grafica muestra como el capacitor alcanza la misma amplitud que la señal de la fuente y queda en ese estado de máxima carga durante un rango de tiempo, luego procede a descargarse.

Este proceso puede ser llevado a cabo mediante la combinación sistemática de todos sus componentes, donde la activación de distintos interruptores conlleva variaciones en los datos resultantes.

En la tabla 4 se presentan los precios cotizados por tres distribuidores para los elementos usados en este demostrador.

Tabla 4

Costo de los componentes empleados para el demostrador 1.

Costo de elementos para el demostrador 1 (COP)				
Elemento	Maroel	Electrónica Bucaramanga S.A.S	Mercado libre	
4 capacitores	\$ 1.400	\$ 1.800	\$ -	
4 resistencias	\$ 800	\$ 1.200	\$ -	
8 switch de 3 pines 2 posiciones	\$ 4.800	\$ 5.600	\$ -	
Osciloscopio portatil	\$ 61.500	\$ 65.800	\$ 94.700	
Arduino Nano	\$ 55.000	\$ 55.500	\$ 55.000	

A continuación, se muestra el montaje físico realizado para el demostrador 1.

Figura 6

Diseño físico para el demostrador 1

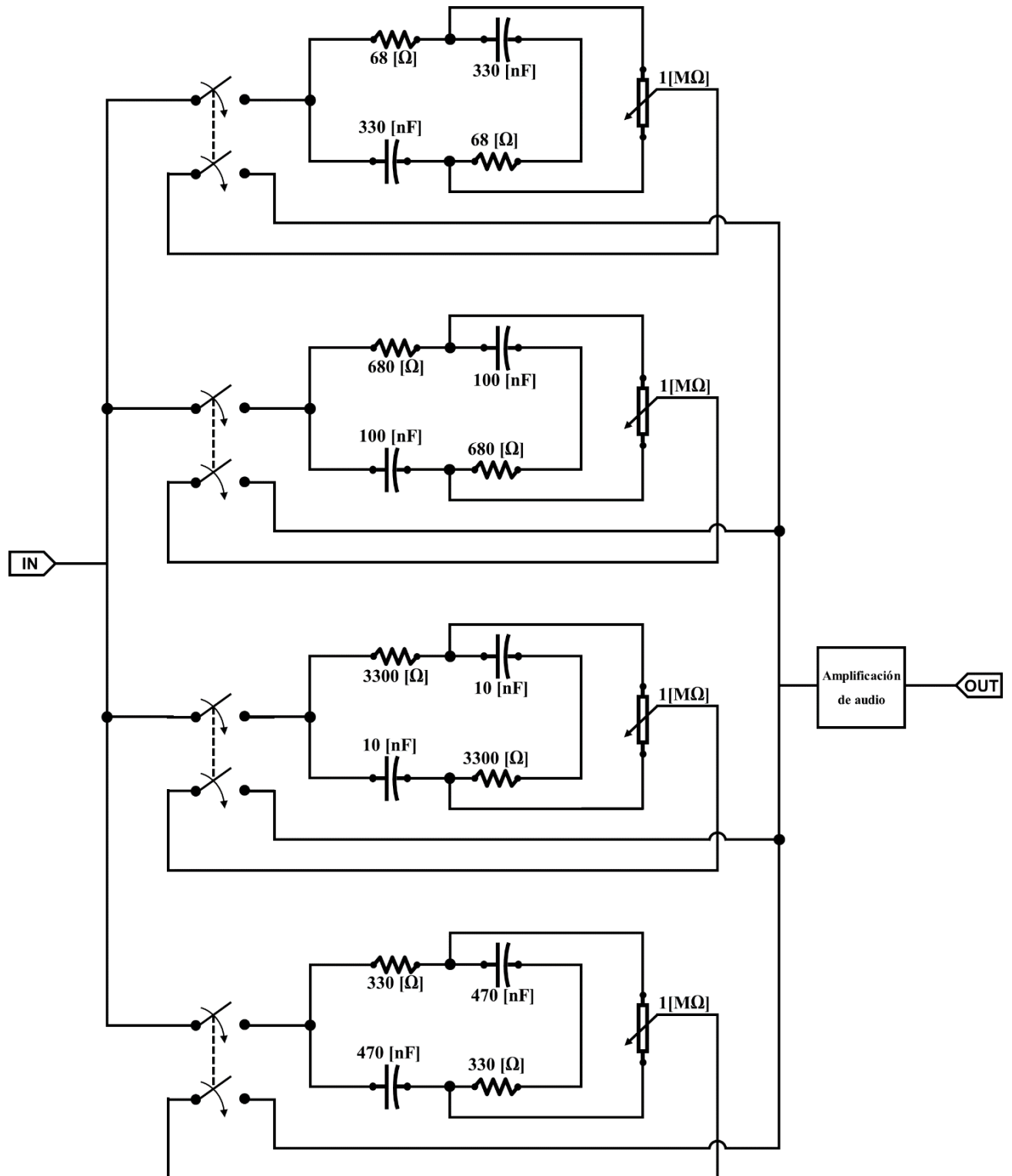


3.2 Demostrador 2: Análisis de respuesta en frecuencia en filtros de primer orden empleando circuito RC

Para el segundo demostrador se revisaron dos textos académicos (DAVID & FRANCISCO, 2017; Fernández et al., 2010), los cuales proporcionaron una base teórica sólida en relación con los conceptos fundamentales de la respuesta en frecuencia, así como la teoría detrás de los filtros pasivos. Adicionalmente en Electgpl (2019) y Rincón Ingenieril (2017), se detalla un experimento donde se implementan filtros pasa altas y pasa bajas en un control de tonos graves y agudos. Inspirado en este experimento, se propone el montaje de circuito para el segundo demostrador mostrado en la figura 7.

Figura 7

Esquema de circuito eléctrico correspondiente al demostrador 2



Este circuito está compuesto por un par de resistencias que pueden variar entre los siguientes valores: 68 [k Ω], 680 [Ω], 3300 [k Ω], 330 [Ω], un par de capacitores que pueden variar entre los siguientes valores: 330 [nF], 100 [nF], 10 [nF], 470 [nF], un potenciómetro de 1 [M Ω] y una bocina con resistencia de 10 [Ω]. El objetivo de este demostrador es estudiar mediante diferentes frecuencias los cambios en el sonido. El tono o nota musical como tensión de entrada (IN) y por otro lado en la salida (OUT) se encuentra conectada una bocina, cuyo sonido varía en función del ajuste del potenciómetro. La percepción del tono dependerá de si el potenciómetro se encuentra configurado en su valor máximo o mínimo. En esencia, el circuito se comporta como un filtro pasa altas o como un filtro pasa bajas, ambos con la misma frecuencia de corte. A continuación, se muestran los resultados en simulación del espectro en frecuencia para los valores de resistencias de 680 [Ω], y capacitores de 100 [nF].

Figura 8

Esquema de circuito eléctrico en el simulador para el demostrador 2

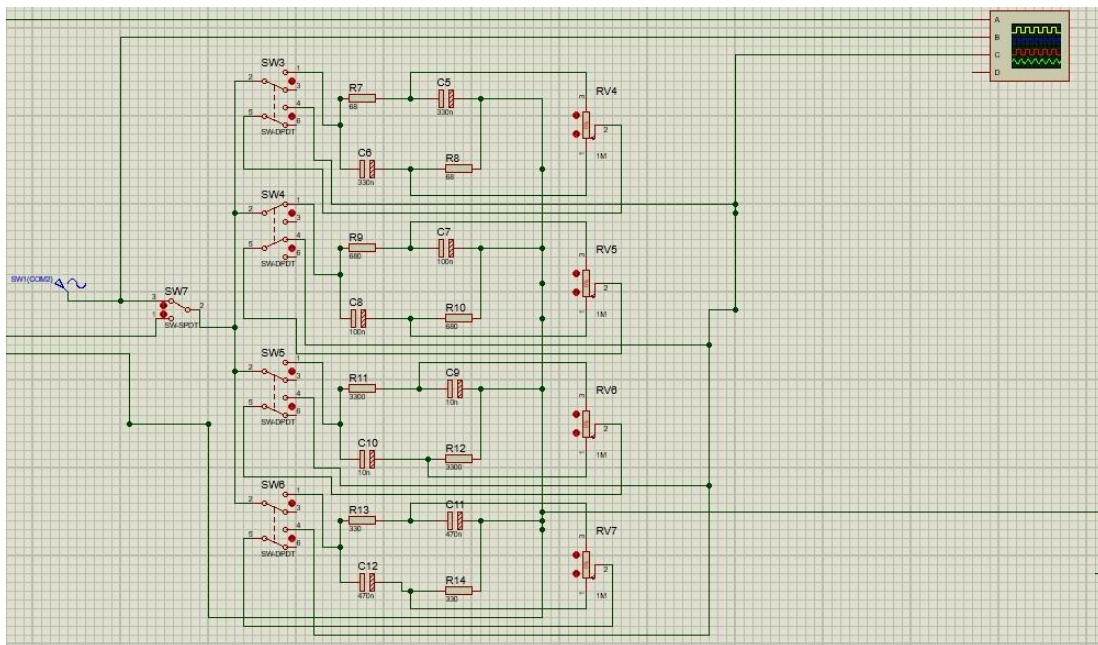
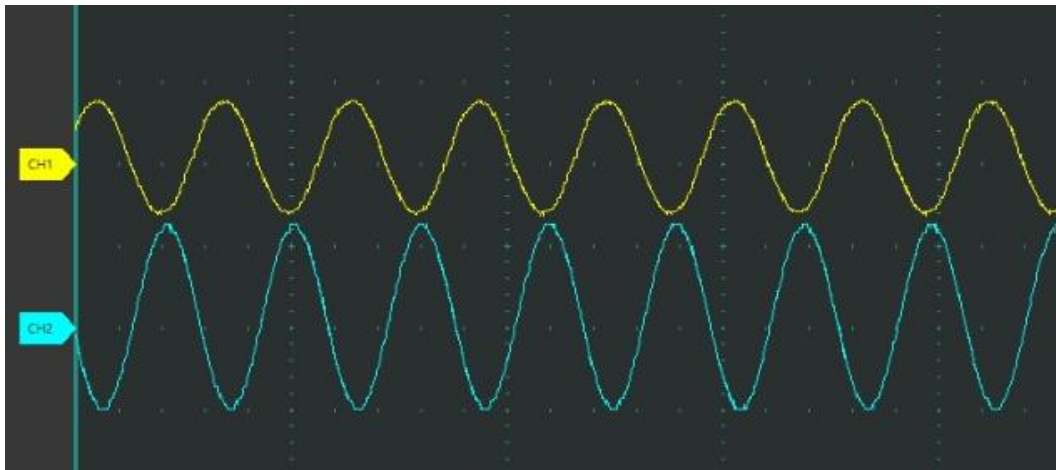


Figura 9

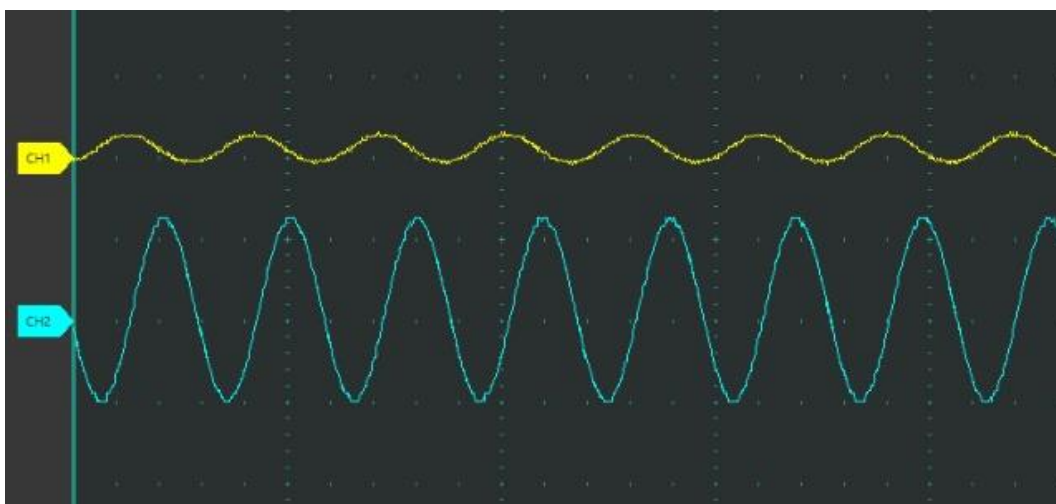
Espectro en frecuencia de la señal de salida del circuito cuando el potenciómetro está en su valor mínimo



Nota. Cuando el potenciómetro se encuentra al 0%, se observa un filtro pasa altas, la frecuencia de corte es de 2340 [Hz] (Señal azul entrada, señal amarilla salida).

Figura 10

Espectro en frecuencia de la señal de salida del circuito cuando el potenciómetro está en su valor máximo



Nota. Cuando el potenciómetro se encuentra al 100%, se observa un filtro pasa bajos, la frecuencia de corte es de 2340Hz (Señal azul entrada, señal amarilla salida).

En la tabla 5 se presentan los precios manejados para los elementos usados en este demostrador, se cotizaron dichos precios en tres distribuidores diferentes y se elige el precio más económico para el demostrador.

Tabla 5

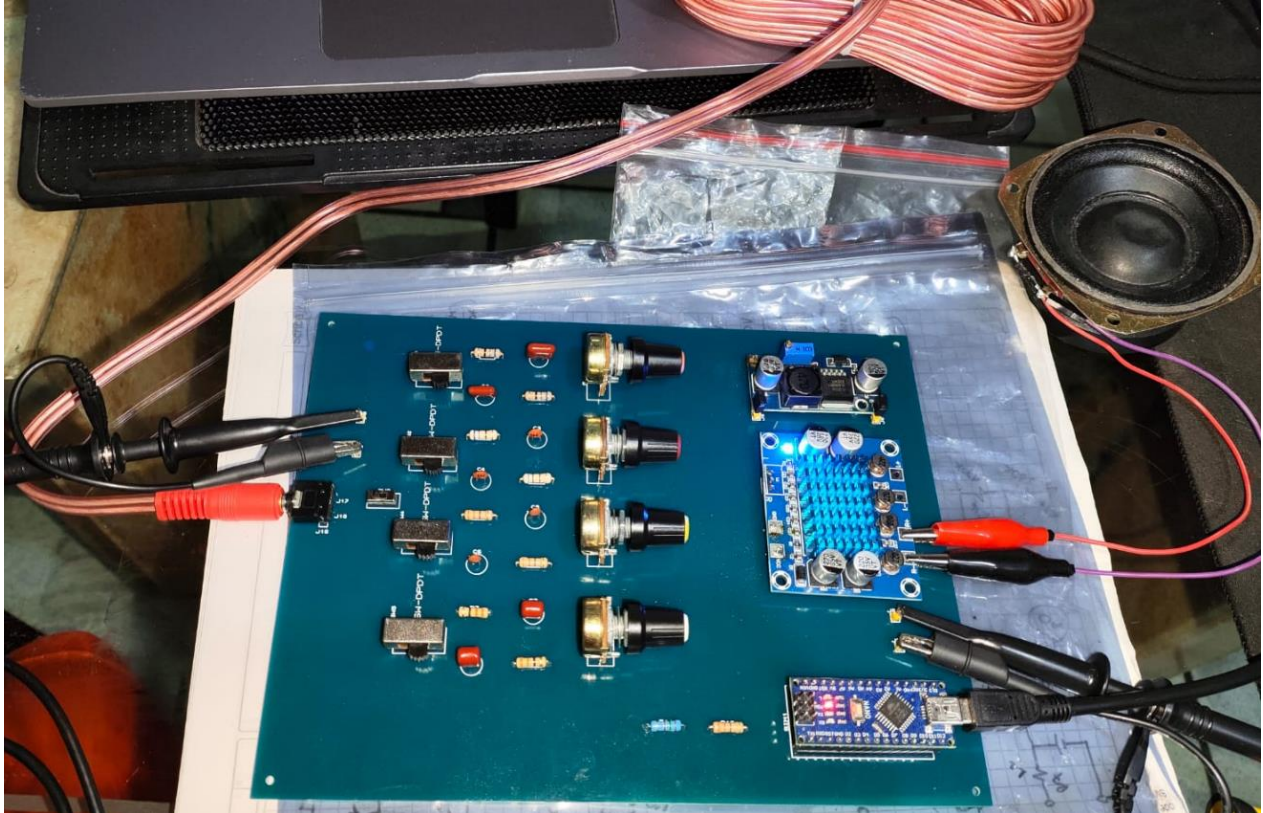
Costo de elementos para el demostrador 2

Costo de elementos para el demostrador 2 (COP)				
Elemento	Maroel	Electrónica Bucaramanga S.A.S		Mercado libre
8 capacitores	\$ 2.800	\$ 3.600	\$ -	
10 resistencias	\$ 2.000	\$ 3.000	\$ -	
4 potenciómetros con perilla	\$ 18.000	\$ 18.500	\$ -	
Tpa 3110 (Amplificador de audio)	\$ 29.000	\$ 32.000	\$ 30.000	
Amplificador de 5V a 20V	\$ 20.000	\$ 22.000	\$ 20.000	
Cable con salida plug stereo a ambos lados (3m)	\$ 19.000	\$ 21.000	\$ 20.000	
2 baffles 30[W]	\$ 40.000	\$ -	\$ 45.500	
4 switch 6 pines 2 posiciones	\$ 2.800	\$ 3.200	\$ -	
Switch 3 pines 2 posiciones	\$ 600	\$ 700	\$ -	
Conector hembra para plug stereo	\$ 800	\$ 1.000	\$ 1.200	
Arduino Nano	\$ 55.000	\$ 55.500	\$ 55.000	

A continuación, se muestra el montaje físico realizado para el demostrador 2.

Figura 11

Diseño físico para el demostrador 2

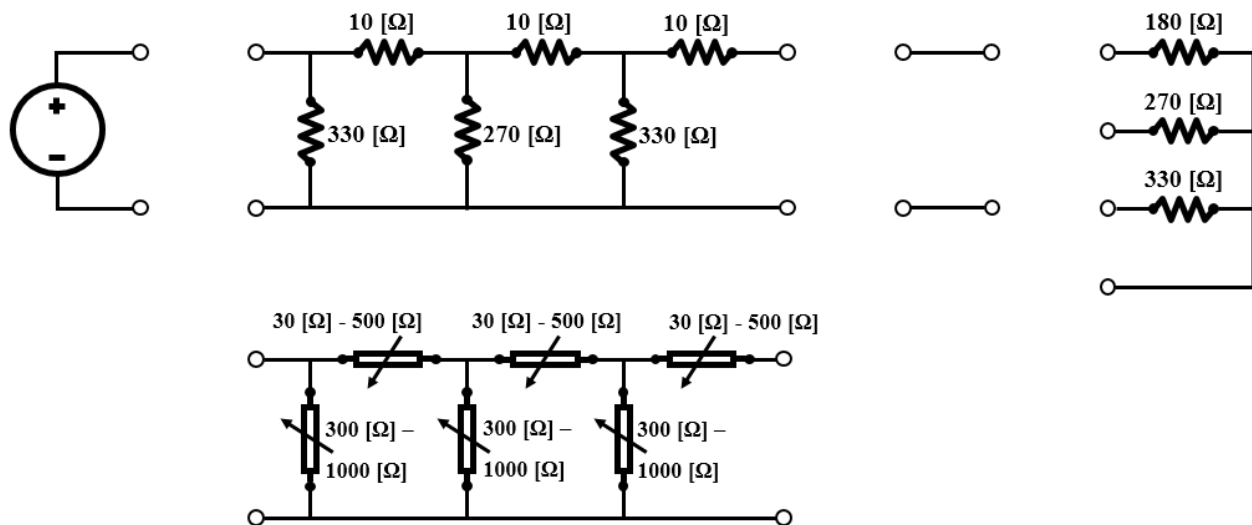


3.3 Demostrador 3: Redes de dos puertos (cuadripolos)

Por último, para la elección del tercer demostrador se revisaron cuatro documentos (Poveda et al., 2019; Chou et al., 2019; Izadian, 2023; Elwakil, 2010), estos proporcionaron una visión detallada de los fundamentos teóricos, los métodos de análisis y aplicaciones prácticas de las redes de dos puertos. Con esta base sólida, se propone el montaje de circuito para el tercer demostrador mostrado en la figura 12.

Figura 12

Esquema de circuito eléctrico correspondiente al demostrador 3



Este demostrador está constituido por dos circuitos que tienen las mismas conexiones, uno con resistencias y el otro con potenciómetros de los respectivos valores que se observa en la figura 12. El objetivo de este demostrador es medir la corriente y el voltaje tanto en la entrada como en la salida de cada circuito. Además, permite la incorporación de una corriente de carga de 180 [Ω], 270 [Ω] y 330 [Ω]. En la figura 13, 14 y 15 se presentan algunos montajes en simulación con sus respectivos parámetros de corriente y tensión para este demostrador.

Figura 13

Simulación online en Proteus para el demostrador 3 prueba 1

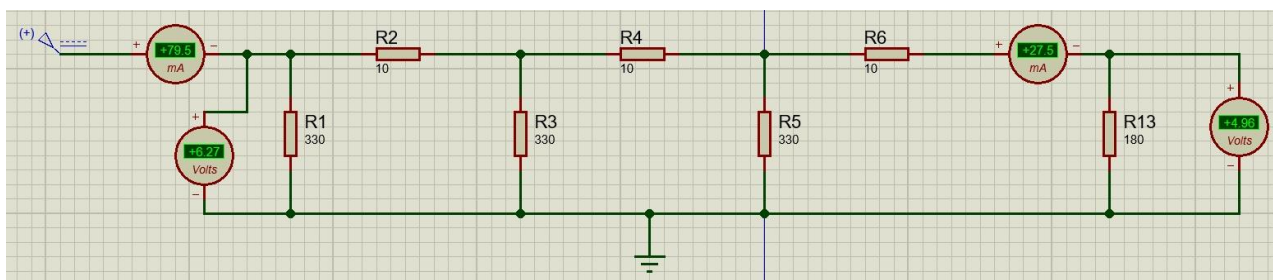


Figura 14

Simulación online en Proteus para el demostrador 3 prueba 2

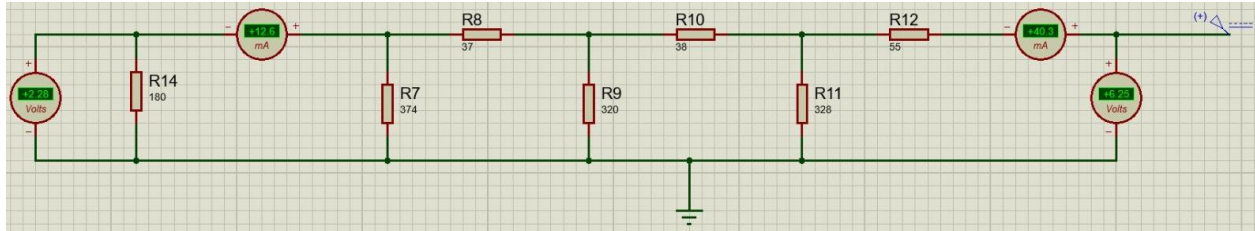
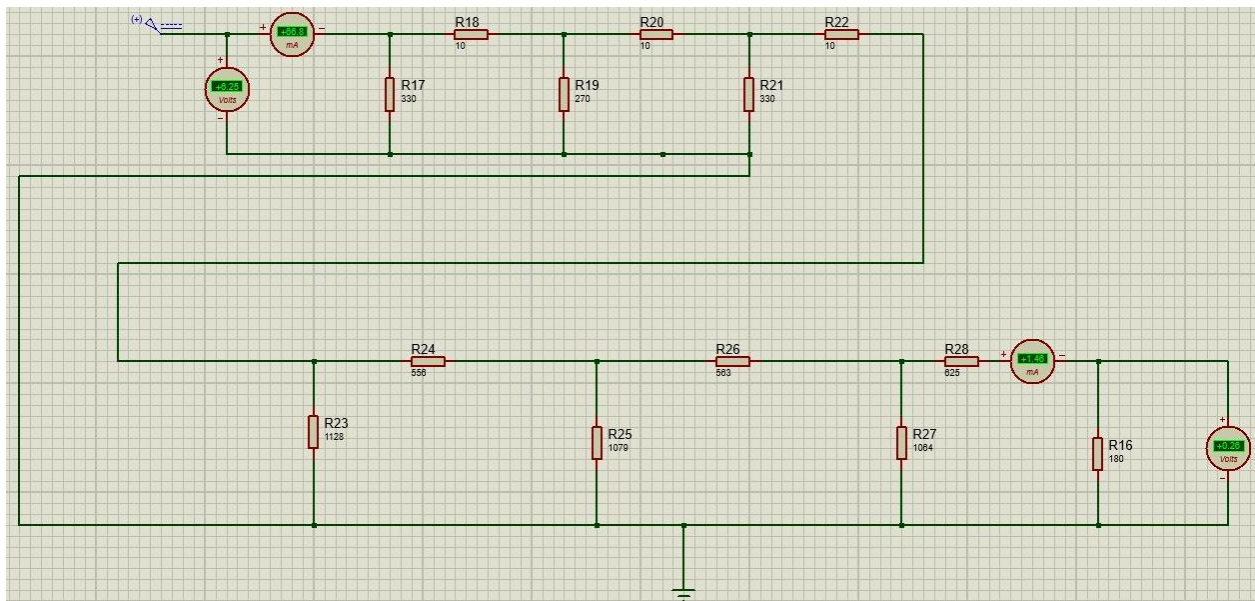


Figura 15

Simulación online en Proteus para el demostrador 3 prueba 3



En la tabla 6 se presentan los precios manejados para los elementos usados en este demostrador, se preguntaron dichos precios en tres lugares diferentes con el fin de encontrar el precio más económico para el diseño.

Tabla 6

Costo de elementos para el demostrador 3

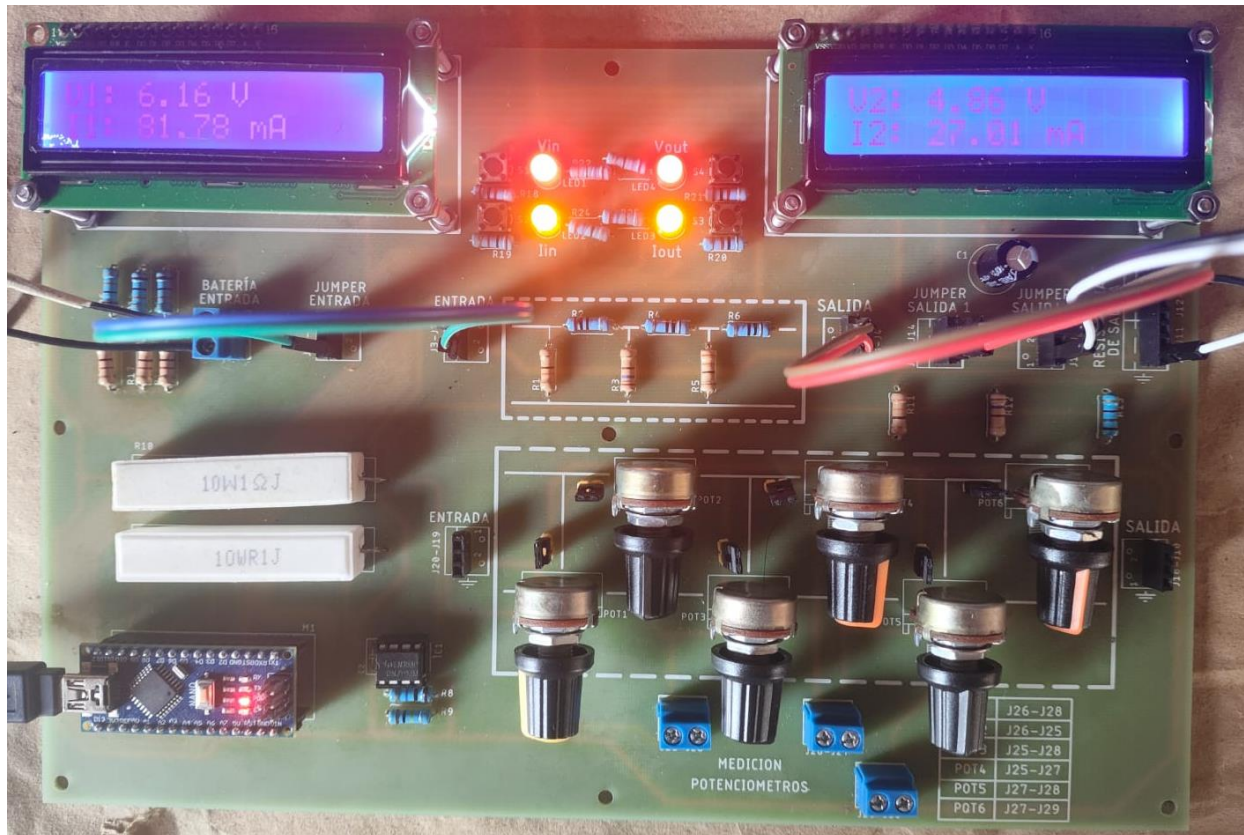
Costo de elementos para el demostrador 3 (COP)

Elemento	Maroel	Electrónica	
		Bucaramanga	Mercado libre
15 resistencias	\$ 3.000	\$ 4.500	\$ -
6 potenciómetros con perilla	\$ 27.000	\$ 27.750	\$ -
Arduino Nano	\$ 55.000	\$ 55.500	\$ 55.000
Compuerta lógica	\$ 2.500	\$ 3.000	\$ -
2 pantallas LCD	\$ 100.000	\$ 90.000	\$ 95.000
20 conectores hembra	\$ 5.000	\$ 6.000	\$ 6.500
Cables jumper macho macho	\$ 7.000	\$ 7.000	\$ -

A continuación, se muestra el montaje físico realizado para el demostrador 3.

Figura 16

Diseño físico para el demostrador 3



Ya con los demostradores diseñados y probados, se elaboran las guías instructivas (Apéndice A) que usarán los usuarios (docentes) para replicar la prueba de los demostradores en las aulas de clase.

4. Implementación, evaluación y validación de demostradores experimentales en la enseñanza de circuitos eléctricos

Para evaluar la efectividad de los demostradores, primero se llevó a cabo un estudio comparativo en un curso de circuitos eléctricos de la E3T en el periodo académico 2024-1. Se realizaron dos quices, en uno de estos previamente se implementó el demostrador, mientras que el otro sirvió de control, sin la implementación de este. Esta metodología permitió analizar el impacto del demostrador en el aprendizaje de los estudiantes, mediante la observación de sus calificaciones. A continuación, se muestran registros fotográficos y los respectivos resultados.

Figura 17

Demostrador 1 implementado por el profesor Diego Jiménez Alvernia en el curso de circuitos eléctricos II en el periodo académico 2022-2



Cabe resaltar que este proyecto también fue presentado en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (ACOFI) del año 2022 (Jiménez, et al., 2022).

Figura 18

Demostrador 1 implementado por el profesor Michael Arenas en el curso de circuitos eléctricos I en el periodo académico 2023-1

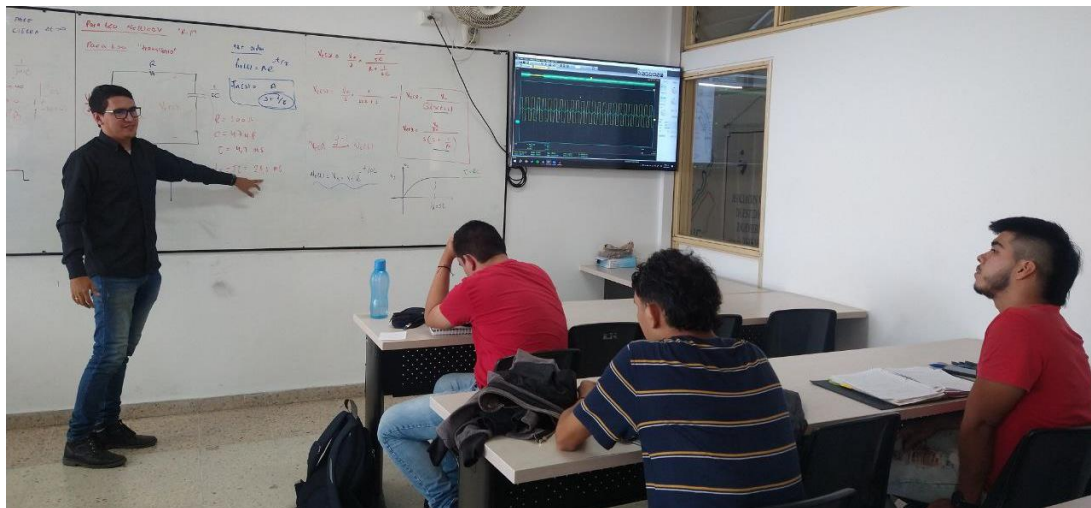


Figura 19

Demostrador 1 implementado por el profesor Juan Manuel Rey en el curso de circuitos eléctricos II en el periodo académico 2024-1

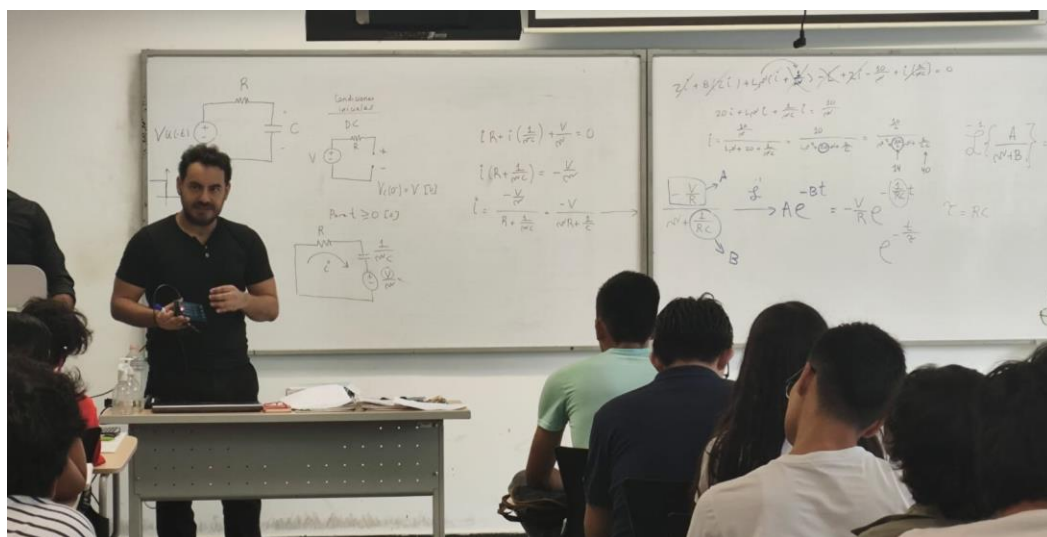


Figura 20

Calificaciones quiz sin demostrador experimental

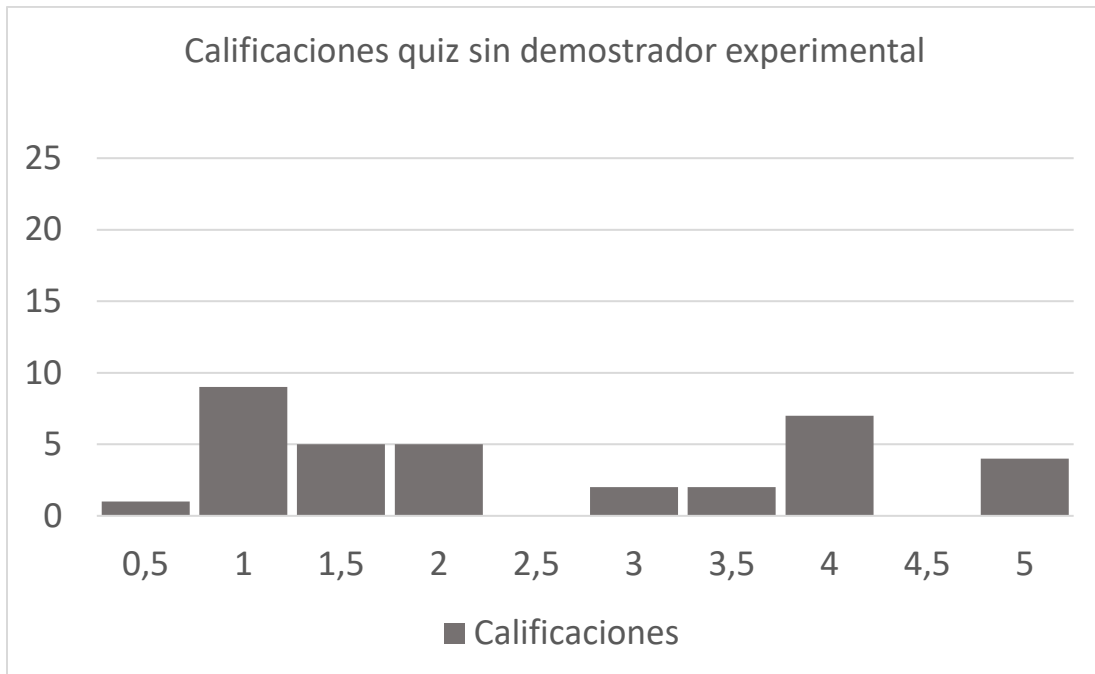
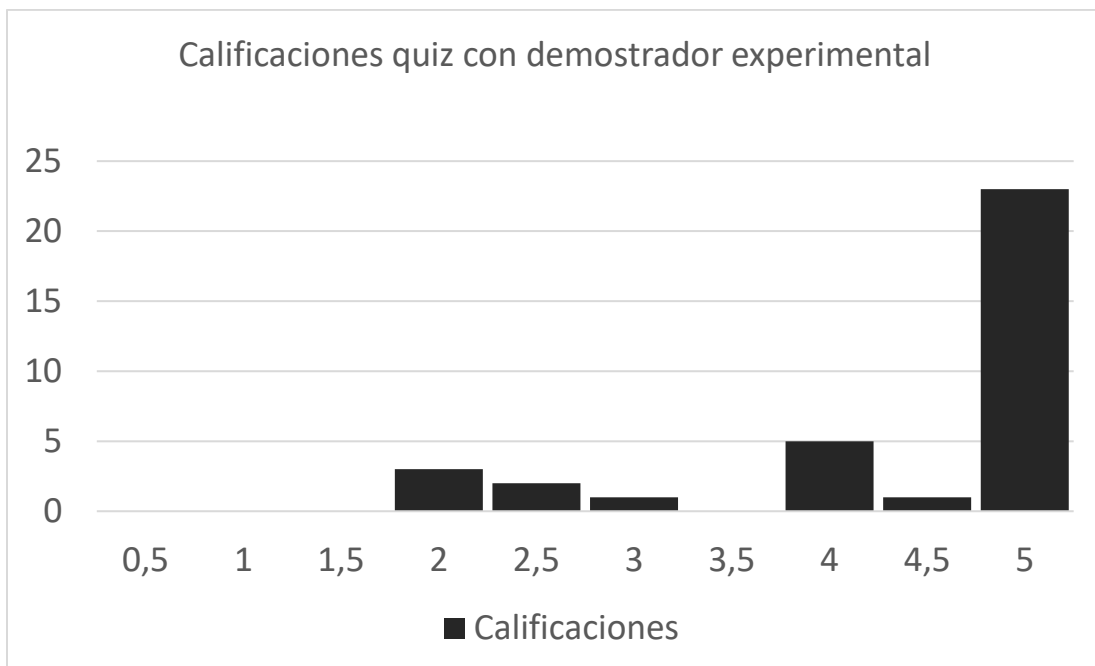


Figura 21

Calificaciones quiz con demostrador experimental



Tras analizar las calificaciones obtenidas en los dos quices, se observa claramente una mejora notable en el quiz en el que se implementó el demostrador experimental (el promedio pasó de 2,5 a 4,4). Las calificaciones mejoradas sugieren que el uso del demostrador experimental impacta positivamente en el aprendizaje de los estudiantes, concluyendo así que es una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento académico y promover un proceso de aprendizaje más efectivo en el aula.

Por otro lado, el segundo demostrador se sometió a la evaluación de docentes especializados en el área, quienes proporcionaron su valiosa retroalimentación sobre las guías instructivas asociadas y ofrecieron observaciones que contribuyeron al perfeccionamiento de estos (Apéndice B) recursos didácticos. A continuación, se muestran registros fotográficos y los resultados de las apreciaciones de los docentes.

Figura 22

Demostrador 2 implementado por el profesor Juan Manuel Rey



Figura 23

Demostrador 2 implementado por el profesor Michael Arenas

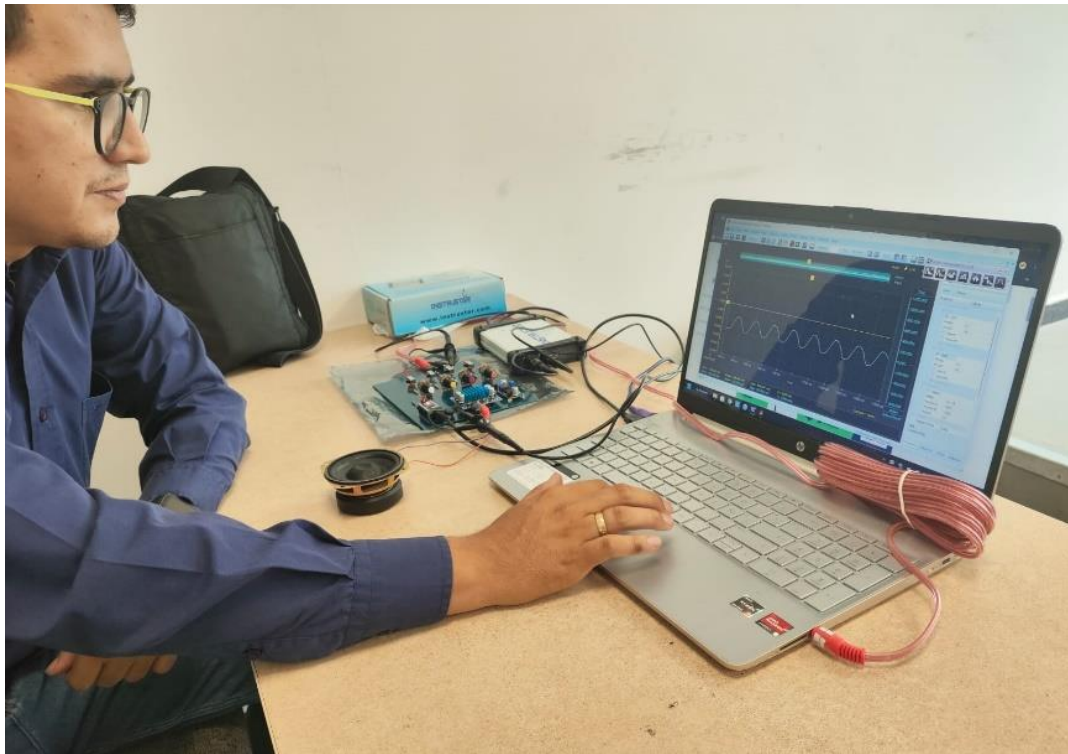


Figura 24

Demostrador 2 implementado por el profesor Diego Becerra



Tras la experiencia de los docentes al probar el demostrador experimental, los comentarios han sido positivos. Han expresado su satisfacción y han destacado la presentación llamativa y la practicidad que perciben para su implementación en los salones de clase (Apendice B). Esta respuesta favorable respalda la viabilidad y el potencial impacto positivo que el demostrador podría tener en el proceso educativo.

Finalmente, el tercer demostrador fue evaluado por estudiantes que previamente habían completado las asignaturas de circuitos eléctricos, con el fin de obtener su retroalimentación basada en su experiencia y conocimientos adquiridos. A continuación, se muestran registros fotográficos y los resultados de las apreciaciones de los estudiantes.

Figura 25

Demostrador 3 implementado por estudiante Julian Reyes



Figura 26

Demostrador 3 implementado por estudiante Diego Ramírez



Figura 27

Demostrador 3 implementado por estudiante José Bonivento

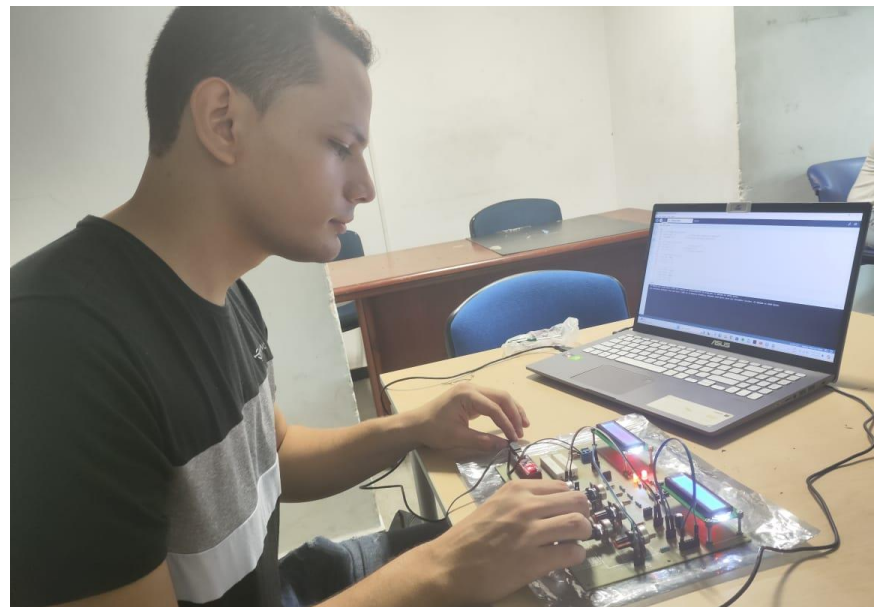
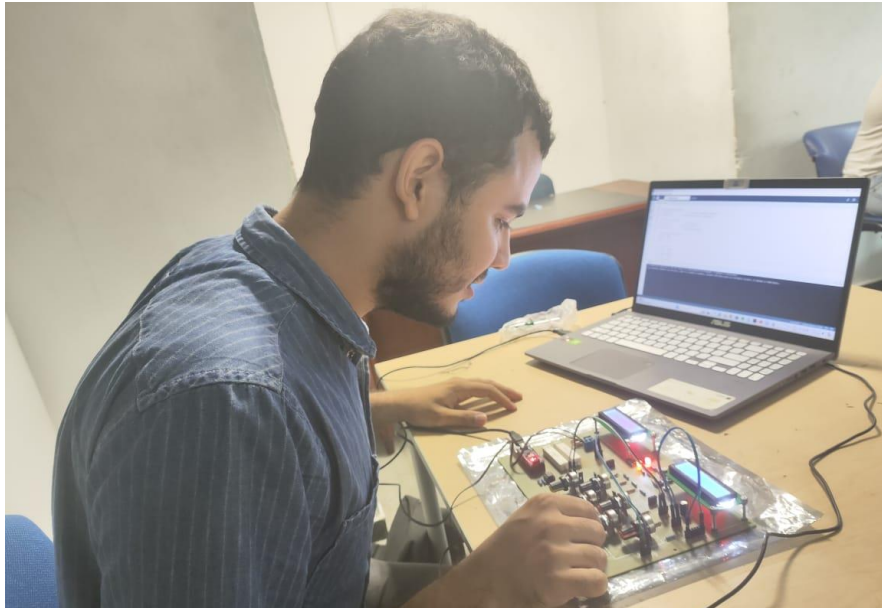


Figura 28

Demostrador 3 implementado por egresado Frank Nuñez



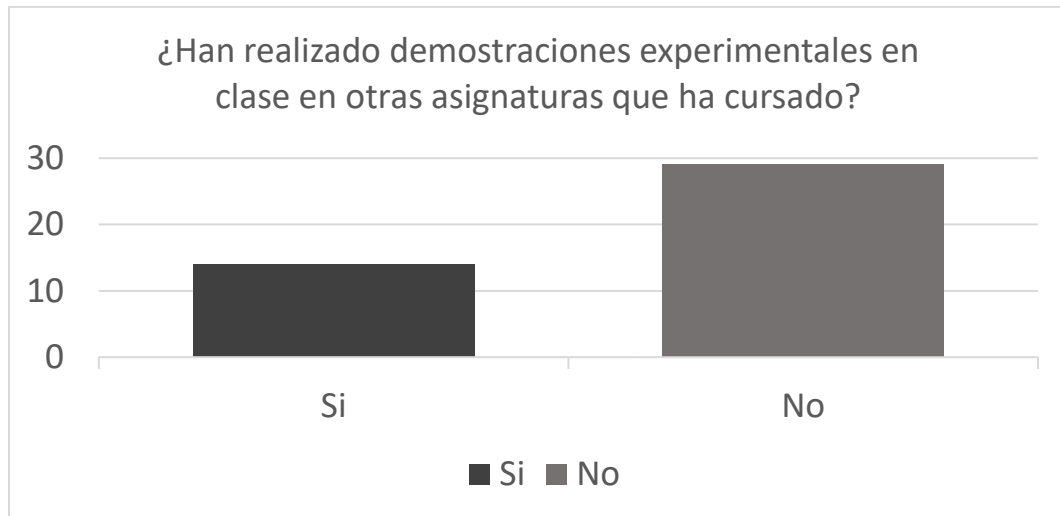
Después de que los estudiantes probaron el demostrador experimental, sus comentarios fueron completamente favorables (Apendice B). Han encontrado la herramienta interesante y novedosa, destacando que no habían experimentado algo similar en sus clases anteriores. Expresaron su deseo de continuar viendo más demostradores en el aula, ya que consideran que es una forma más efectiva de comprender los temas y mejorar su aprendizaje.

5. Medición de la percepción de los estudiantes con los demostradores experimentales

Tras poner a prueba los demostradores, se realizó una encuesta (Apéndice C) a los estudiantes de los cursos de circuitos eléctricos que estuvieron presentes en las demostraciones experimentales (Periodo académico 2022-2 y 2023-1), con el objetivo de medir el impacto de los demostradores en el aula. Los resultados obtenidos por parte de la encuesta realizada a los estudiantes se observan a continuación:

Figura 29

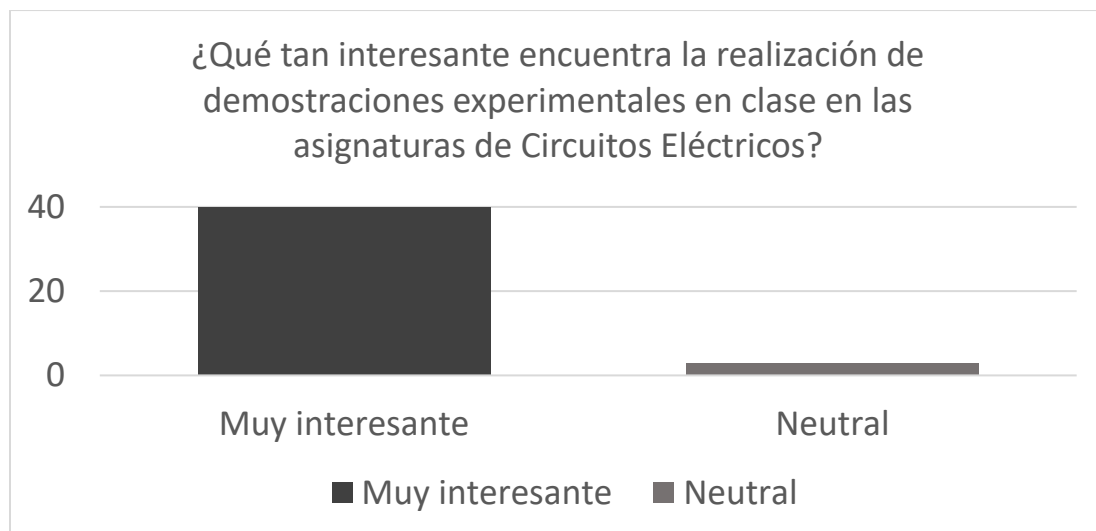
Resultados primera pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes



En la figura se observa cómo la mayoría de los estudiantes indican que en otras asignaturas no se realizan demostradores experimentales, y en las pocas que sí, no son pertenecientes a la E3T.

Figura 30

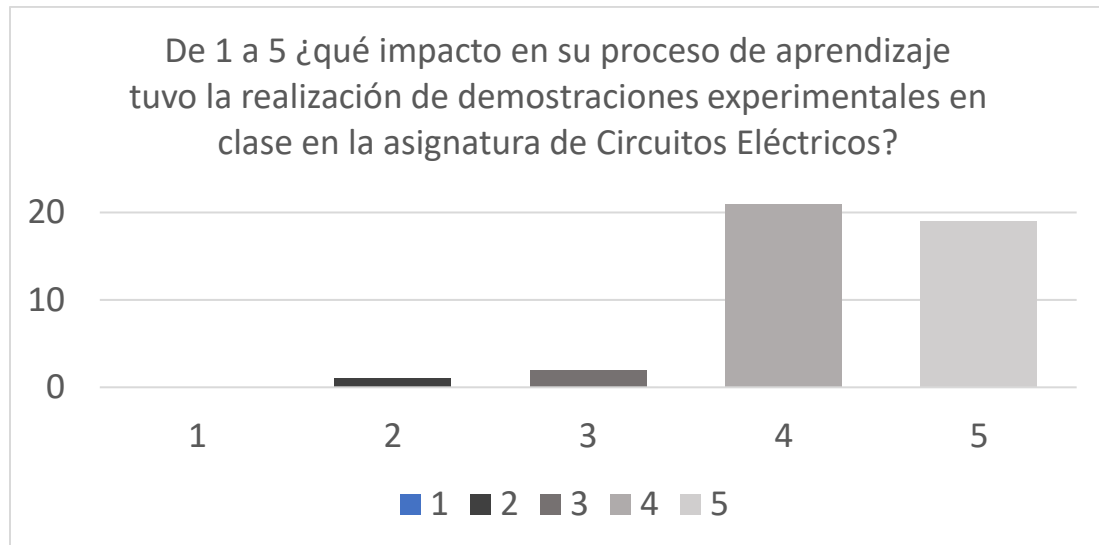
Resultados tercera pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes



En la figura se observa cómo a la mayoría de los estudiantes le llamó mucho la atención la realización de los demostradores experimentales en clase.

Figura 31

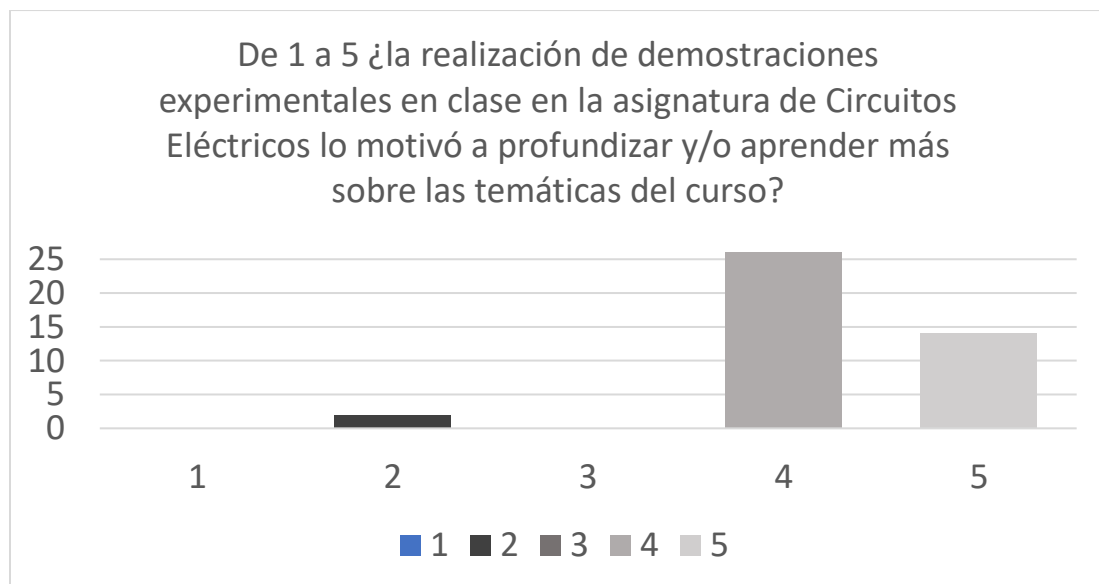
Resultados cuarta pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes



En la figura se observa que la mayoría de los estudiantes manifiestan que la realización de demostradores experimentales impactó positivamente en su proceso de aprendizaje.

Figura 32

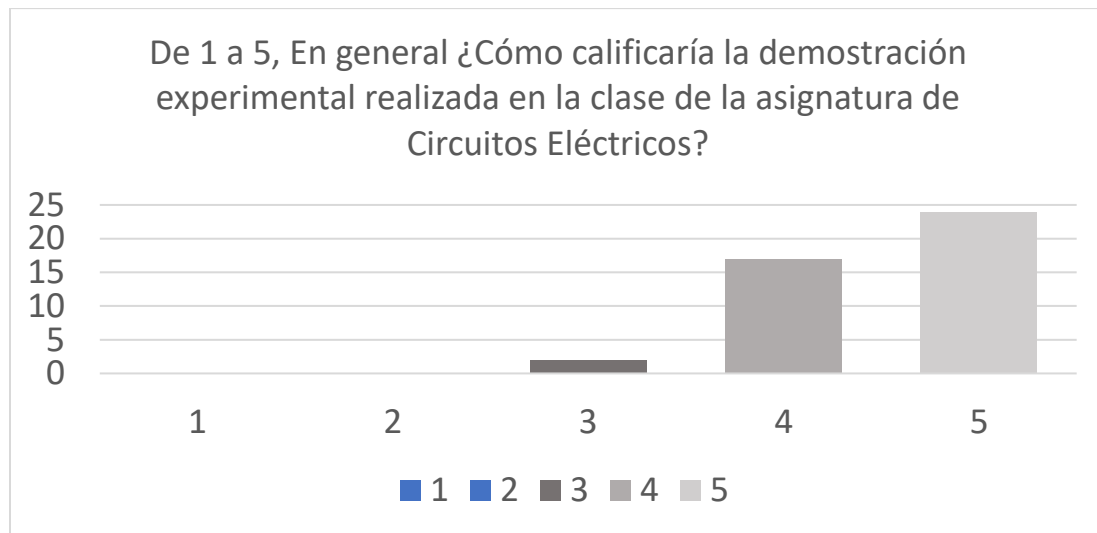
Resultados quinta pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes



En la figura se observa como los demostradores experimentales motivaron a los estudiantes a profundizar más sobre las temáticas del curso.

Figura 33

Resultados última pregunta de la encuesta realizada a los estudiantes



En la figura se observa el buen recibimiento de los demostradores experimentales por parte de los estudiantes.

En conclusión, al analizar los datos obtenidos por la encuesta realizada a los estudiantes se refleja que el impacto académico que generan los demostradores experimentales resulta ser positivo, de ayuda y de motivación al estudio de la asignatura.

6. Conclusiones

Los demostradores experimentales ayudan a cerrar la brecha entre la teoría y la práctica en la enseñanza de circuitos eléctricos, permiten a los estudiantes experimentar directamente los conceptos teóricos, lo que resulta en una comprensión más profunda y una mayor aplicabilidad de lo aprendido.

Asimismo, este enfoque pedagógico ha demostrado ser beneficioso para los docentes, quienes han encontrado en los demostradores una herramienta efectiva para ilustrar conceptos complejos en el aula. Esto ha permitido que la enseñanza sea más interactiva y comprensible.

Una de las conclusiones clave de este trabajo es la asequibilidad de los demostradores, lo que facilita su implementación en las aulas al ser de bajo costo, además, la portabilidad de los demostradores es una característica esencial. La combinación de bajo costo y portabilidad no solo mejora la accesibilidad a la educación de calidad en circuitos eléctricos, sino que también la hace más inclusiva al eliminar factores que a menudo limitan el acceso a experiencias educativas enriquecedoras.

Los resultados de las calificaciones, la encuesta realizada a los estudiantes y la retroalimentación de los docentes arrojan un respaldo importante a la eficacia de estos recursos.

En resumen, el trabajo de grado demuestra de manera concluyente que el diseño de demostradores de bajo costo para prácticas en el aula de las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II es una estrategia pedagógica altamente efectiva, que mejora la comprensión de los estudiantes y fomenta la participación activa en el proceso de aprendizaje. Además, es asequible y sostenible, lo que lo convierte en un enfoque valioso para la enseñanza de temas complejos como los circuitos eléctricos.

Referencias Bibliográficas

- Aké, L. A. (2022). MANUAL DE PRÁCTICAS DE ANALISIS DE CIRCUITOS ELECTRICOS. *ITESCAM*, 27–30.
- Becker, J. P., Plumb, C., & Revia, R. A. (2014). PROJECT CIRCUITS IN A BASIC ELECTRIC CIRCUITS COURSE. *IEEE Transactions on Education*, 57(2), 75–82. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2273311>
- Chaparro, S. (2019). *DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN DC Y AC*.
- Chou, S., Wang, X., & Blaabjerg, F. (2019). Two-port network modeling and stability analysis of grid-connected current-controlled VSCs. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 35(4), 3519-3529.
- Dally, S., Oliva, F., & Fernández, M. (2009). UNA EXPERIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO “CIRCUITOS RC Y RL” CON EQUIPOS DOCENTES DE LA RP CH. *Revista Cubana de Física*.
- DAVID, M., & FRANCISCO, M. (2017). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA UA "ELECTRÓNICA DIGITAL"*.
- Electgpl, (18 de mayo de 2019). *CONTROL DE TONOS MUY SIMPLE, NO REQUIERE FUENTE DE ALIMENTACIÓN*. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ABbRQuXACdE>
- Elwakil, A. (2010). Motivating two-port network analysis through elementary and advanced examples. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 47(4), 404-415.

- Fernández, C., Ojeda, A., & de Mora, C. (2010). METODOLOGÍA DE DISEÑO ELECTRÓNICO DENTRO DE PRÁCTICAS OBLIGATORIAS DE LABOARATORIO. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 19–27.
- Gero, A., Yamin, N., & Stav, Y. (2016). HOW TO INCREASE STUDENTS' INTEREST IN A BASIC ELECTRIC CIRCUITS COURSE? 2016 11th European Workshop on Microelectronics Education (EWME), 1–3. <https://doi.org/10.1109/EWME.2016.7496456>
- Hui, H., Yuan-yuan, D., Chu-shun, Z., & Xue-dong, J. (2016). ENQUIRY-BASED LEARNING DESIGNED FOR TRANSIENT RESPONSE OF DYNAMIC CIRCUITS IN ELECTRIC CIRCUITS COURSE. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 53(2), 137–144. <https://doi.org/10.1177/0020720915611138>
- Izadian, A. (2023). Two-Port Networks. In *Fundamentals of Modern Electric Circuit Analysis and Filter Synthesis: A Transfer Function Approach* (pp. 609-669). Cham: Springer International Publishing.
- J. Bernhard and A.-K. Carstensen, “LEARNING AND TEACHING ELECTRIC CIRCUIT THEORY,” *Physics Teaching Eng. Educ.*, Jun. 2002
- Jiménez, D., Rey, J., & Ribero, L. (2022). *DEMOSTRADORES EXPERIMENTALES DE BAJO COSTO PARA PRÁCTICAS EN EL AULA DE LA ASIGNATURA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS*. 1–7. <https://doi.org/10.26507/paper.2557>
- Lawanto, O. (2012). “THE USE OF ENHANCED GUIDED NOTES IN AN ELECTRIC CIRCUITS CLASS: AN EXPLORATORY STUDY,” *IEEE Trans. Educ.*, vol. 55, no. 1, pp. 16–21, Feb. 2012)

- Lectures by Walter Lewin They will make you ♥ Physics. (4 de marzo de 2016). WHEN A PHYSICS TEACHER KNOWS HIS STUFF. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=77ZF50ve6rs>
- O'Connell, R. (2011). "WORK IN PROGRESS—ADAPTING TEAM-BASED LEARNING TO THE FIRST CIRCUIT THEORY COURSE," in Proc. 41st ASEE/IEEE FIE, Rapid City, SD, USA, Oct. 12–15, 2011, pp. T2C-1–T2C-2.
- Poveda, J., & Ross, C. (2019). Análisis y simulación de redes de dos puertos circuitos cuadripolos (Bachelor's thesis).
- Rincón, E., Torres, A., Esparragoza, C., Ordoñez, G., Barrero, J., & Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, E. y de Telecomunicaciones. (2016). BANCO DE PRUEBAS DINÁMICO PARA ARRANCADORES DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO MEDIANTE EL SOFTWARE LABVIEW.
- Rincón Ingenieril. (27 de Junio de 2017). *FILTRO PASO BAJOS Y PASO ALTOS*. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=zcxLH-ywyEI>
- Shirsavar, S. (2004). TEACHING PRACTICAL DESIGN OF SWITCH-MODE POWER SUPPLIES. IEEE Transactions on Education, 47(4), 467–473. <https://doi.org/10.1109/TE.2004.825066>.
- Tecnología interactiva*. (18 de mayo de 2016). *PRÁCTICA 4: CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR*. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=84SdXnSNV-Y>
- Trivedi, M., McShane, E., Vijayalakshmi, R., Mulay, A., Abedinpour, S., Atkinson, S., & Shenai, K. (2002). AN IMPROVED APPROACH TO APPLICATION-SPECIFIC POWER

ELECTRONICS EDUCATION-SWITCH CHARACTERIZATION AND MODELING.

IEEE Transactions on Education, 45(1), 57–64. <https://doi.org/10.1109/13.983222>

Watai, A., Brodersen, and Brophy, S. (2007). “DESIGNING EFFECTIVE LABORATORY COURSES IN ELECTRICAL ENGINEERING: CHALLENGE-BASED MODEL THAT REFLECTS ENGINEERING PROCESS,” in Proc. 37th Annu. FIE, Oct. 10–13, 2007, pp. F2C-7–F2C-12

Apéndices

Apéndice A. Guías instructivas de cada uno de los demostradores.

GUÍA 1 - ANALISIS TRANSITORIO

INTRODUCCIÓN

Esta técnica se emplea para estudiar la respuesta de un circuito después de aplicar una señal de entrada. Este enfoque se utiliza principalmente para examinar las señales de entrada cambiantes. Implica resolver ecuaciones diferenciales para modelar el comportamiento del circuito en función del tiempo, especialmente en circuitos compuestos por resistencias, bobinas y capacitores, donde se analiza la evolución de las señales de tensión y corriente en respuesta a las entradas del circuito.

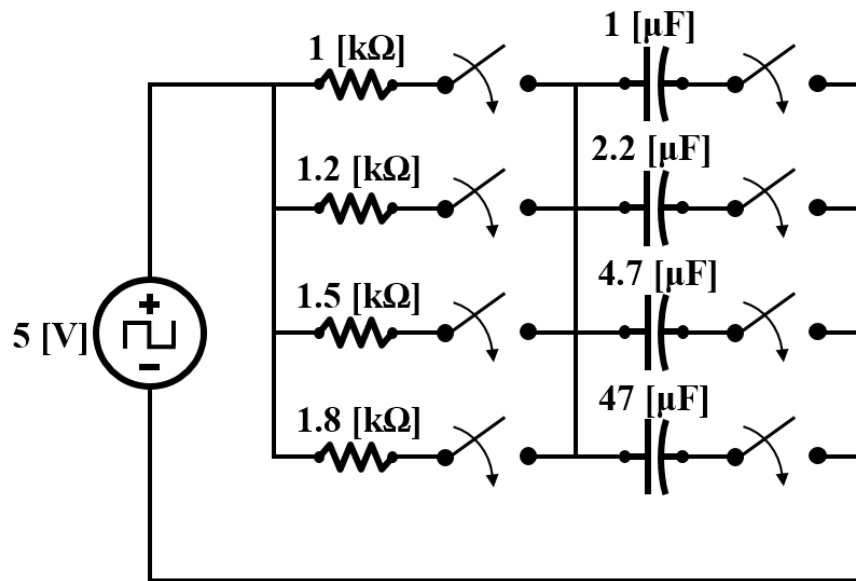
OBJETIVOS

- Estudiar fenómenos transitorios generados por componentes electrónicos como el capacitor en un circuito eléctrico.
- Analizar el comportamiento de un circuito RC ante una señal de entrada PWM.

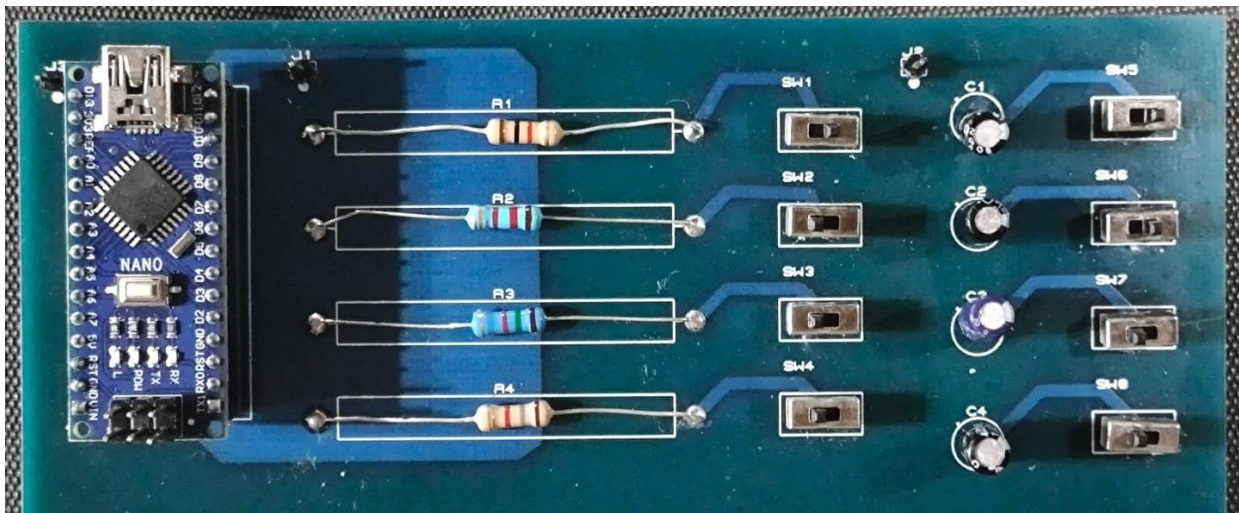
ELEMENTOS

Elemento	Precio
4 capacitores	\$ 3.200
4 resistencias	\$ 1.200
8 switches	\$ 5.600
Osciloscopio portatil	\$ 41.500
Arduino Nano	\$ 28.000

ESQUEMA



DEMOSTRADOR



PROCEDIMIENTO

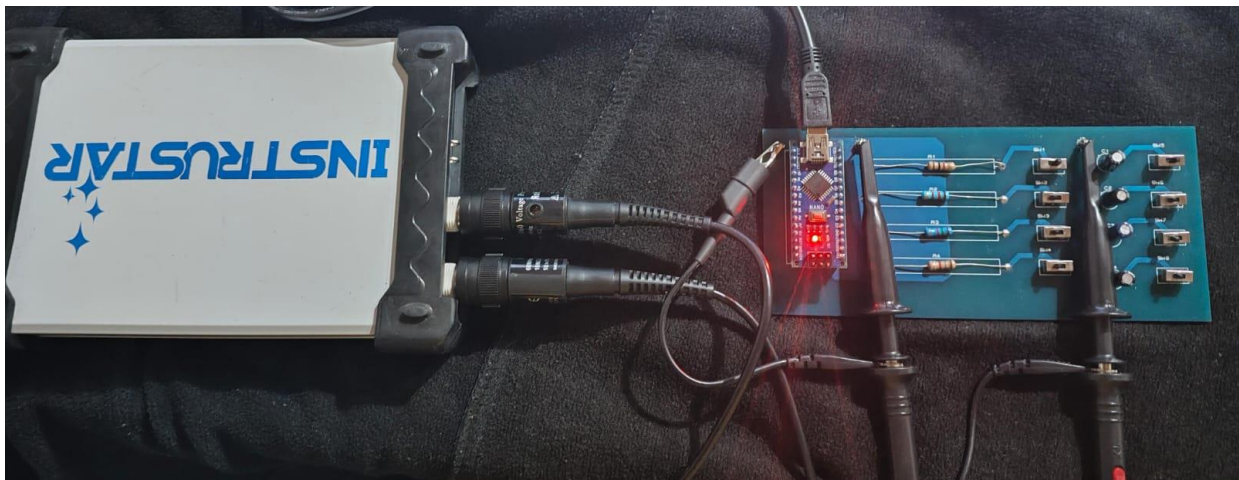
1. Tener previamente descargadas las siguientes aplicaciones “Multi VirAnalyzer Intrustar” y “Software Arduino”
2. Abra el software del arduino y configúrelo con el siguiente código:

int Senal = 11; // Nombre de la variable en mayúsculas y minúsculas correctamente

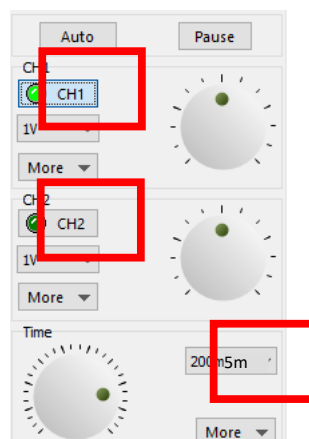
// La función setup se ejecuta una vez al presionar reset o al encender la placa
void setup() {

```
}  
  
// La función loop se ejecuta una y otra vez indefinidamente  
void loop() {  
  digitalWrite(Senal, HIGH); // Enciende el dispositivo conectado al pin D11 (HIGH  
  es el nivel de voltaje alto)  
  delay(1000); // Espera un segundo (1000 milisegundos)  
  digitalWrite(Senal, LOW); // Apaga el dispositivo conectado al pin D11 (LOW es el  
  nivel de voltaje bajo)  
  delay(1000); // Espera un segundo  
}
```

1. Conecte el osciloscopio como se ve a continuación:



2. Abra el software del osciloscopio, prenda el canal que haya conectado, y configure el tiempo para que al momento de ver la gráfica se visualice correctamente.



$$2 \cdot 5 \cdot \tau = 2 \cdot 5 \cdot (R \cdot C) = 2 \cdot 5 \cdot (1000 \cdot 1x10^{-6}) = 10 [ms]$$

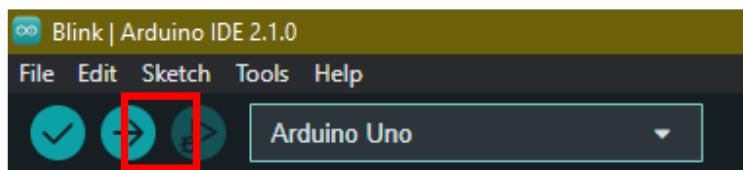
```
int Senal = 11; // Nombre de la variable en mayúsculas y minúsculas correctamente

// La función setup se ejecuta una vez al presionar reset o al encender la placa
void setup() {
  // Inicializa el pin digital D11 como salida
  pinMode(Senal, OUTPUT);
}

// La función loop se ejecuta una y otra vez indefinidamente
void loop() {
  digitalWrite(Senal, HIGH); // Enciende el dispositivo conectado al pin D11 (HIGH es el nivel de voltaje alto)
  delay(10); // Espera un segundo (1000 milisegundos)
  digitalWrite(Senal, LOW); // Apaga el dispositivo conectado al pin D11 (LOW es el nivel de voltaje bajo)
  delay(10); // Espera un segundo
}
```

Este valor de tiempo se aumenta o disminuye dependiendo el escenario que se vaya a mostrar.

1. Corra el programa dándole clic en la flecha que se indica en la siguiente imagen:

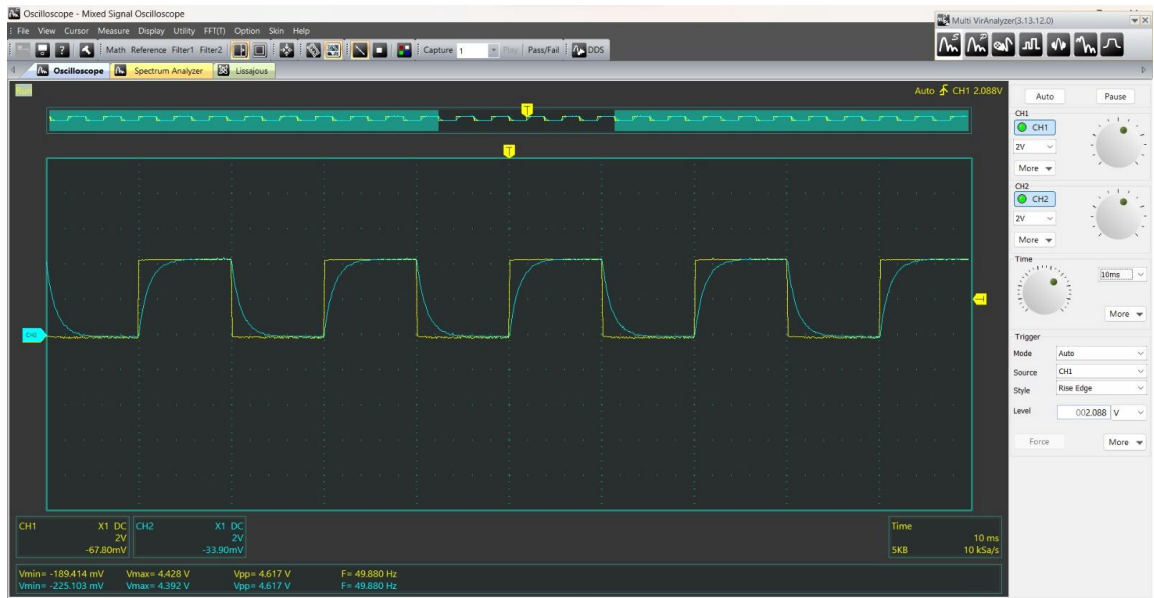


PRUEBAS

PRUEBA 1

Activar los switches de los siguientes elementos: **R1** = 1 [kΩ] **C1** = 1 [μF]

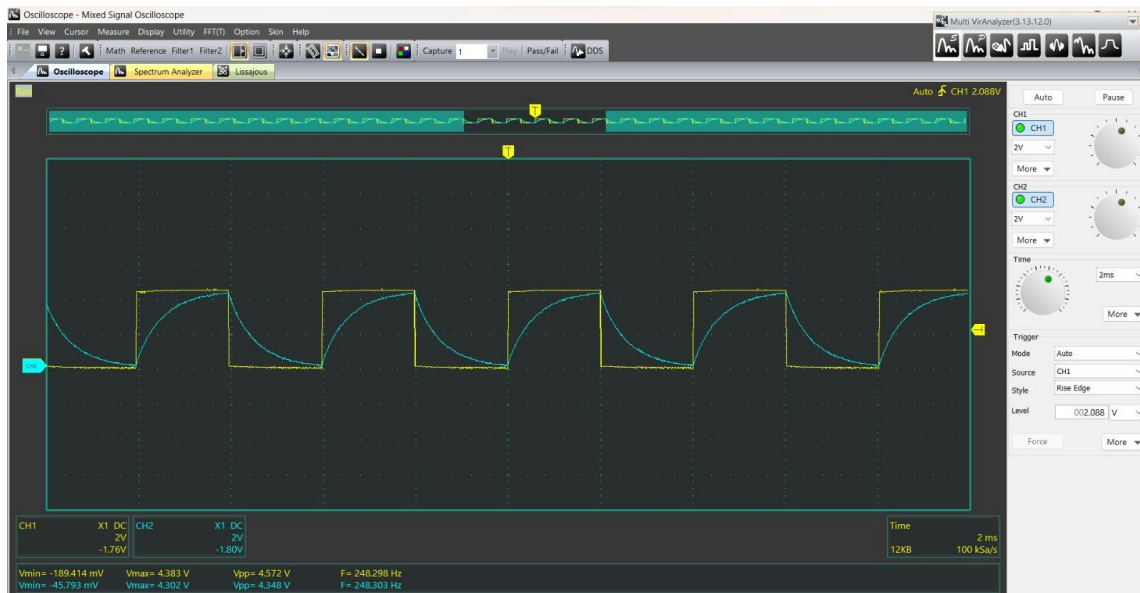
Escenario 1: Mitad del periodo de la señal de entrada igual al tiempo de carga del condensador.



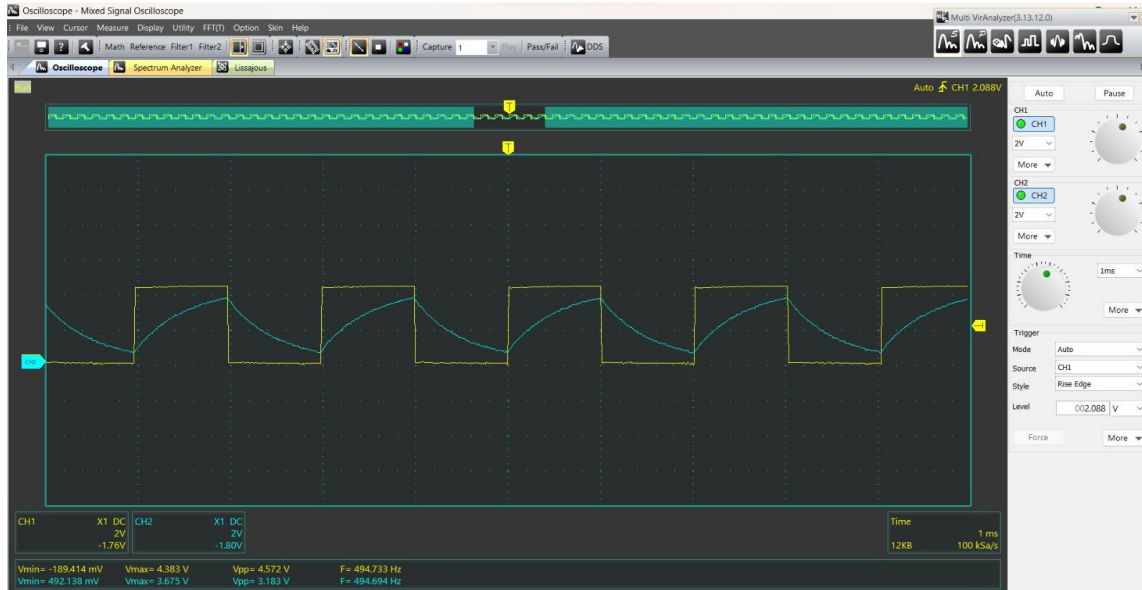
PRUEBA 2

Activar los switches de los siguientes elementos: $R1 = 1 [k\Omega]$ $R2 = 1.2 [k\Omega]$ $C1 = 1 [\mu F]$

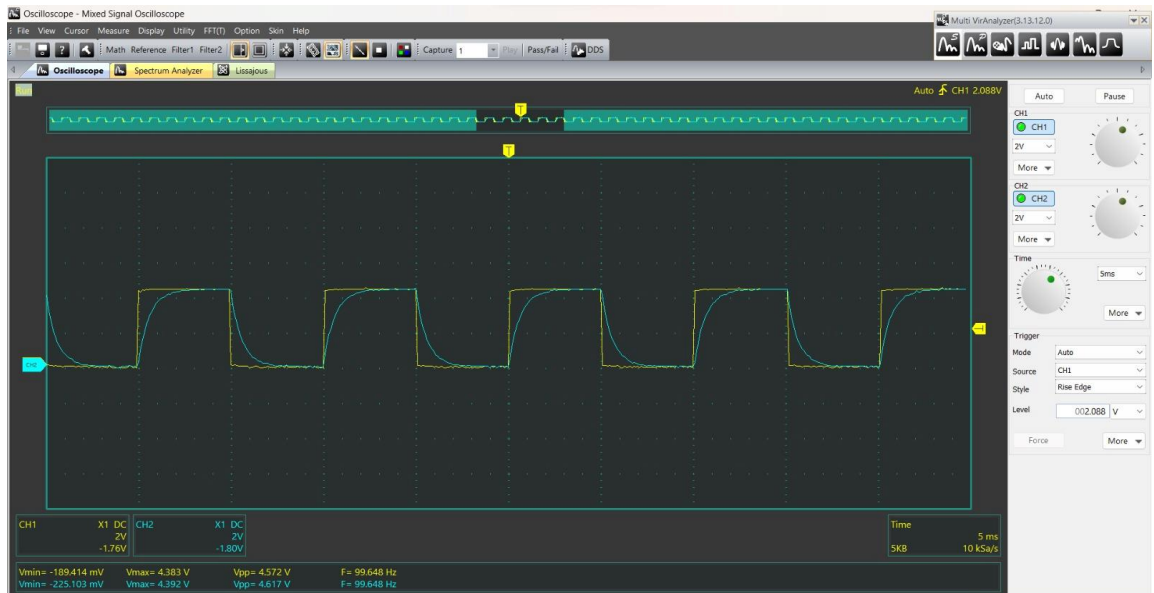
Escenario 1: Mitad del periodo de la señal de entrada igual al tiempo de carga del condensador.



Escenario 2: Mitad del periodo de la señal de entrada inferior al tiempo de carga del condensador.



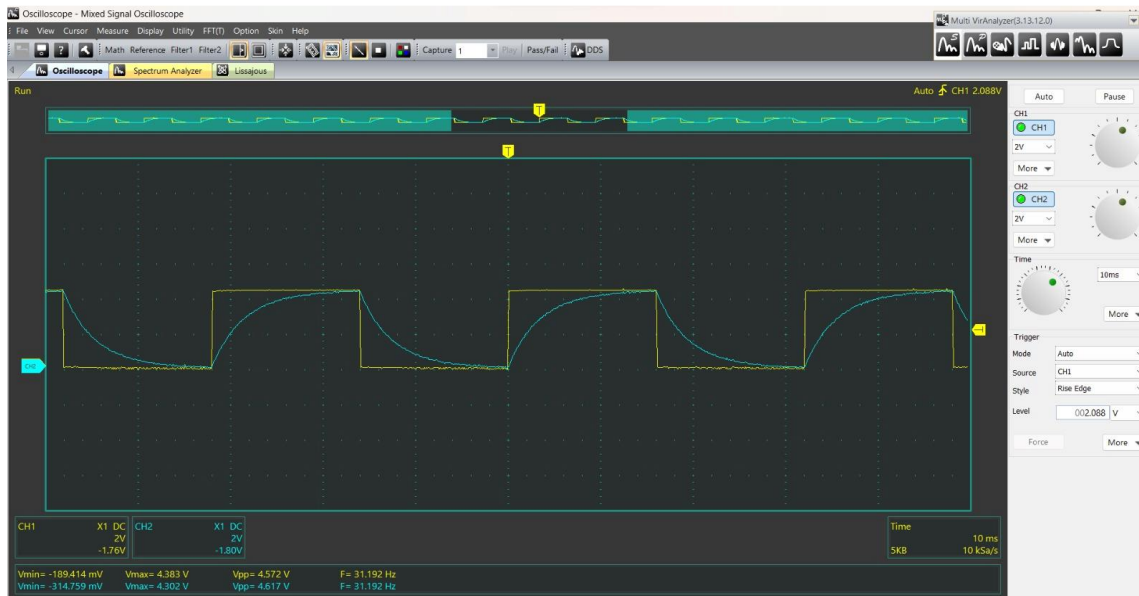
Escenario 3: Mitad del periodo de la señal de entrada superior al tiempo de carga del condensador.



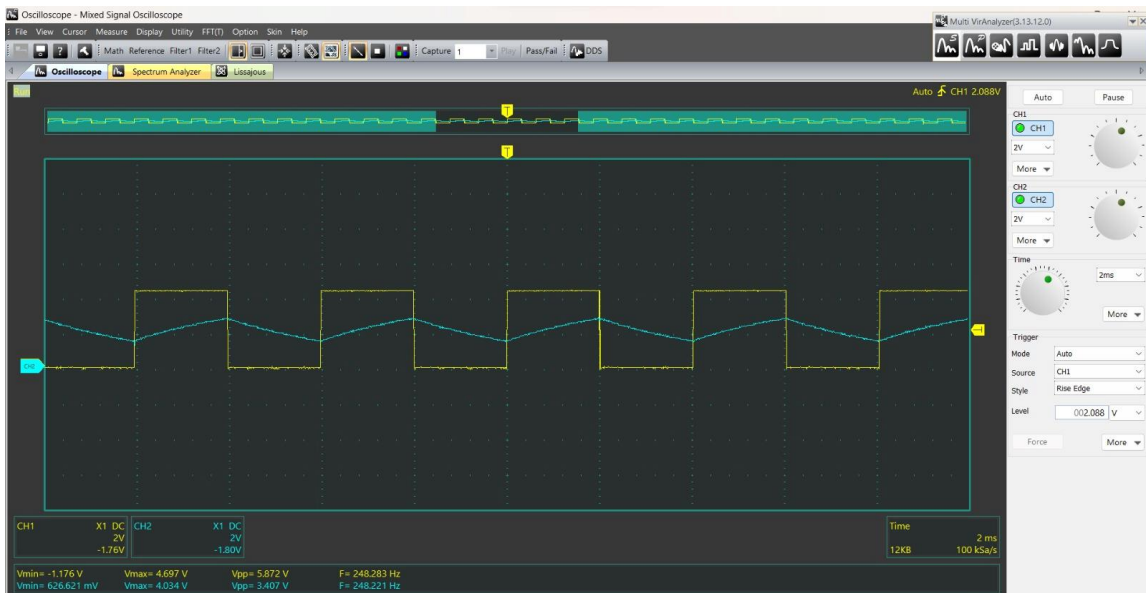
PRUEBA 3

Activar los switches de los siguientes elementos: $R1 = 1 \text{ [k}\Omega\text{]}$ $C1 = 1 \text{ [}\mu\text{F]}$ $C2 = 2.2 \text{ [}\mu\text{F]}$

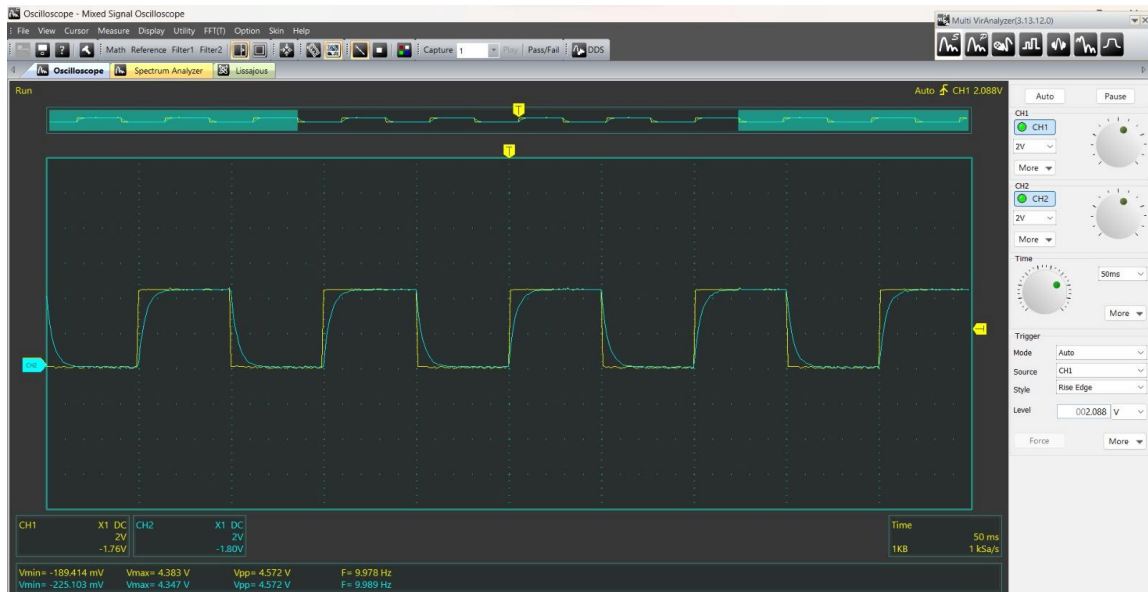
Escenario 1: Mitad del periodo de la señal de entrada igual al tiempo de carga del condensador.



Escenario 2: Mitad del periodo de la señal de entrada inferior al tiempo de carga del condensador.



Escenario 3: Mitad del periodo de la señal de entrada superior al tiempo de carga del condensador.



RESULTADO ESPERADO

- Al aumentar el tiempo se observa como el capacitor entra en saturación y deja de cargarse después de los 5τ .
- Si el tiempo se encuentra por debajo de los 5τ se observa como el capacitor no alcanza su carga por completo, con lo cual disminuye su amplitud.

GUIA 2 - RESPUESTA EN FRECUENCIA

INTRODUCCIÓN

La respuesta en frecuencia en circuitos eléctricos juega un papel crucial en la reproducción precisa de señales de audio. Un ejemplo destacado es el control de tonos, un componente común en equipos de sonido y sistemas de amplificación. Este control permite ajustar la mezcla de frecuencias para obtener un sonido equilibrado y agradable a nuestros oídos. En este demostrador, exploraremos cómo el circuito responde a frecuencias bajas, resaltando los graves, y a frecuencias altas, realzando los agudos.

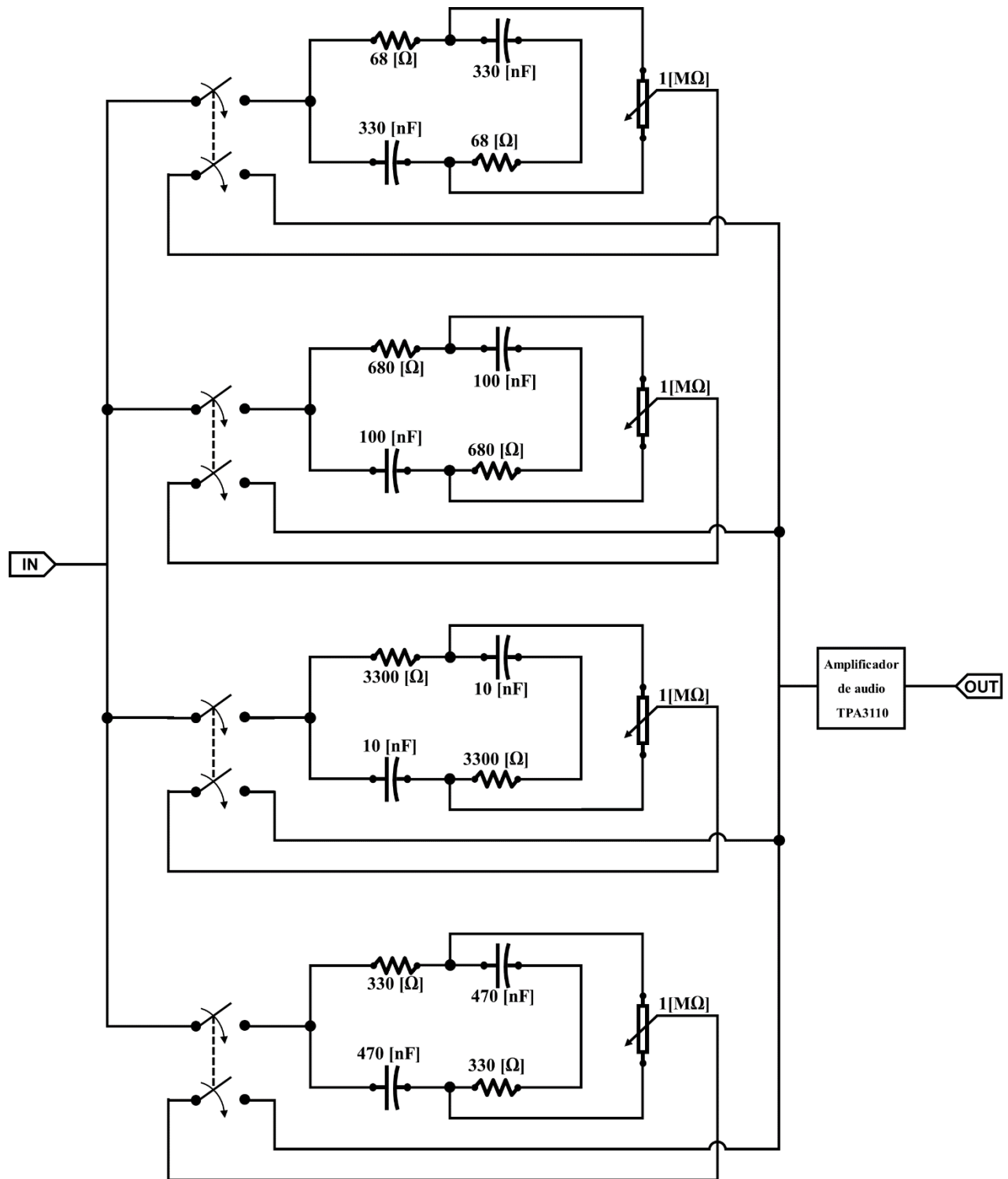
OBJETIVOS

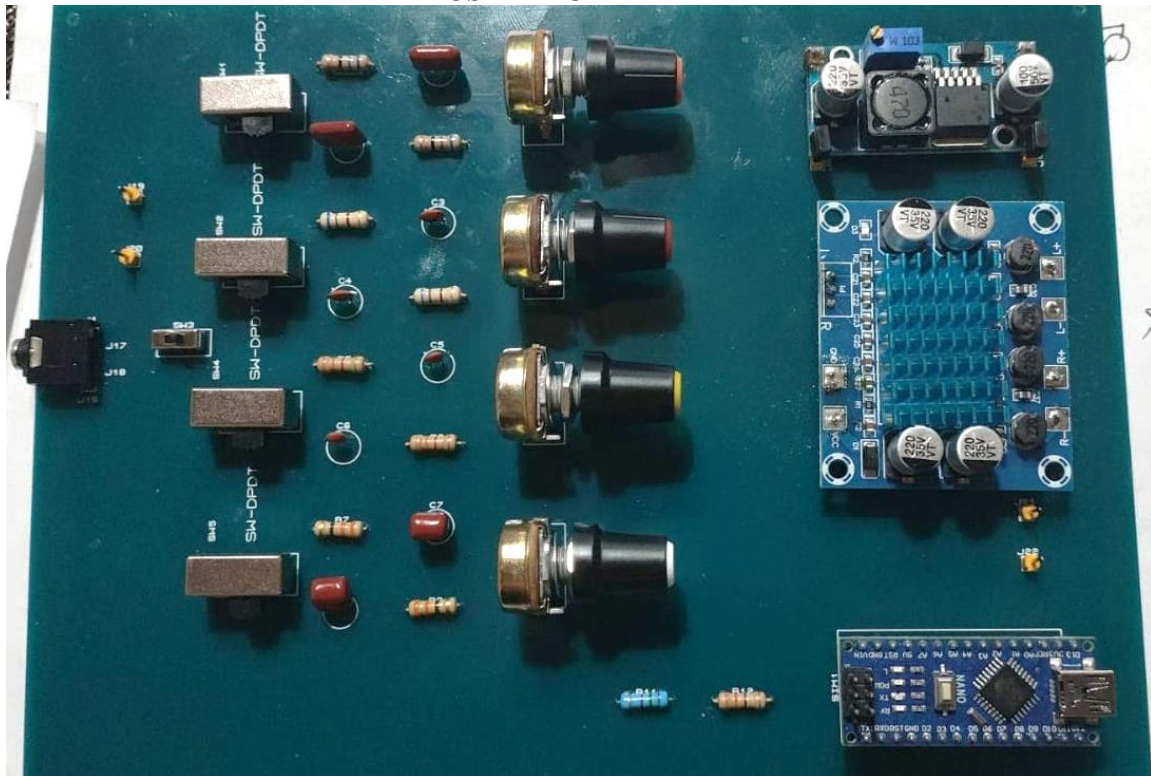
Analizar la influencia de diferentes componentes del circuito eléctrico en la respuesta en frecuencia y la diferenciación entre los graves y los agudos.

ELEMENTOS

Elemento	Precio
8 capacitores	\$ 2.800
10 resistencias	\$ 2.000
4 potenciómetros con perilla	\$ 18.000
Tpa 3110 (Amplificador de audio)	\$ 29.000
Amplificador de 5V a 20V	\$ 20.000
Cable con salida plug stereo a ambos lados (3m)	\$ 19.000
Bafle 40[W]	\$ 20.000
4 switch 6 pines 2 posiciones	\$ 2.800
Switch 3 pines 2 posiciones	\$ 600
Conector hembra para plug stereo	\$ 800

ESQUEMA



DEMOSTRADOR**PROCEDIMIENTO**

1. Tener previamente descargadas las siguientes aplicaciones “Multi VirAnalyzer
Intrustar”
2. Ingrese al siguiente link donde se configurará la frecuencia del tono de entrada,
el volumen al 100%, la forma de onda senosoidal y se le da click en “Jugar”

➤ <https://www.onlinemictest.com/es/tone-generator/>

Frecuencia

8456Hz

Volumen 100%

Equilibrio del altavoz L R

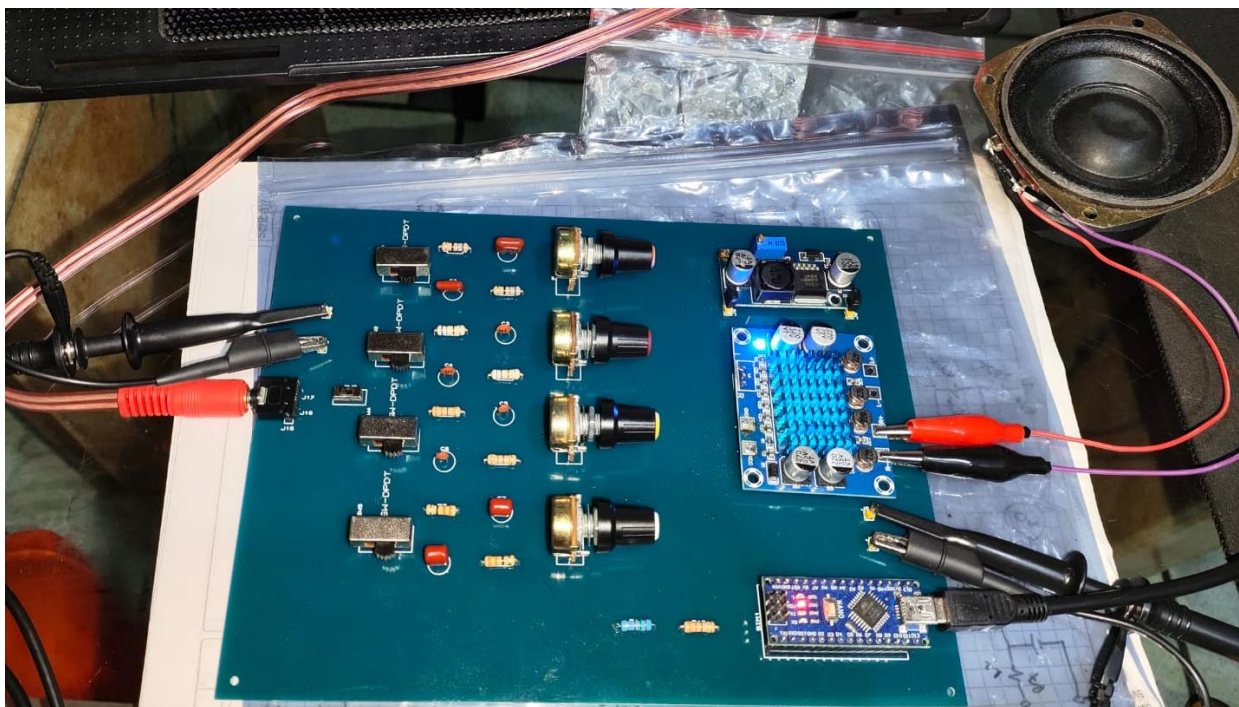
Nota actual > B8

Jugar Copiar

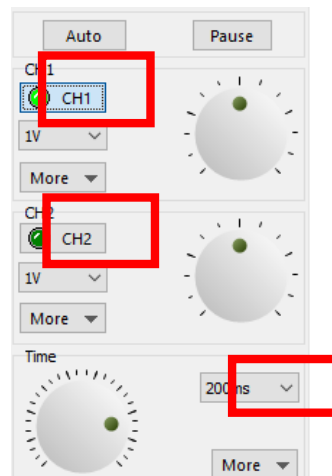
Forma de onda

Seno Cuadrado Diente de sierra Triángulo

1. Active con el switch correspondiente el circuito a implementar.
2. Conecte el demostrador como se ve a continuación:



Abra el software del osciloscopio, prenda los dos canales y configure el tiempo para que al momento de ver la gráfica se visualice correctamente.



PRUEBAS

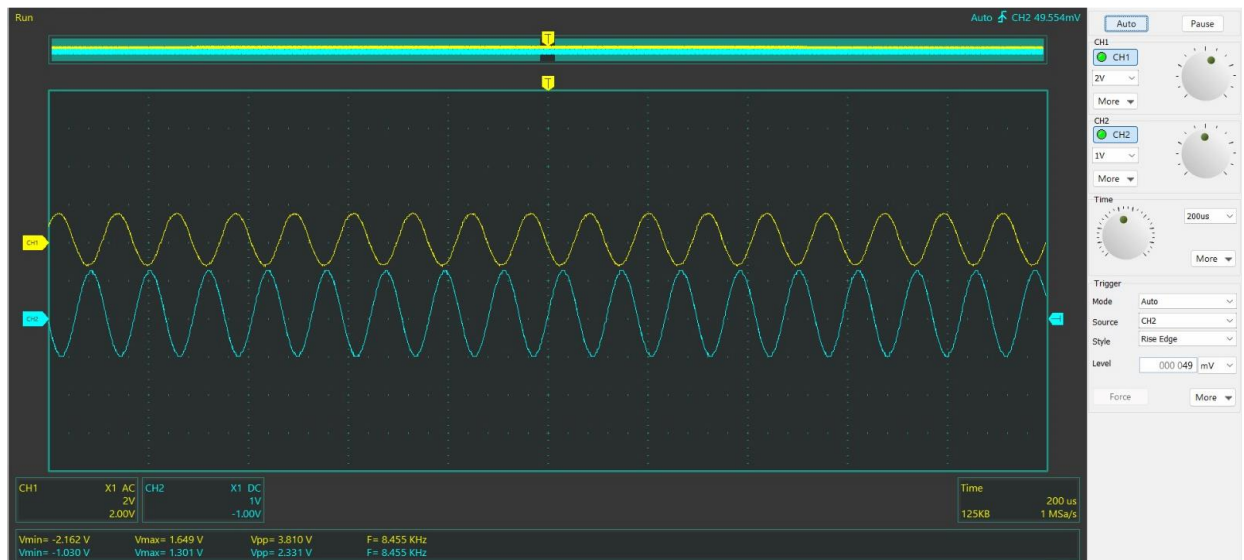
Señal azul es entrada y señal amarilla es salida.

PRUEBA 1

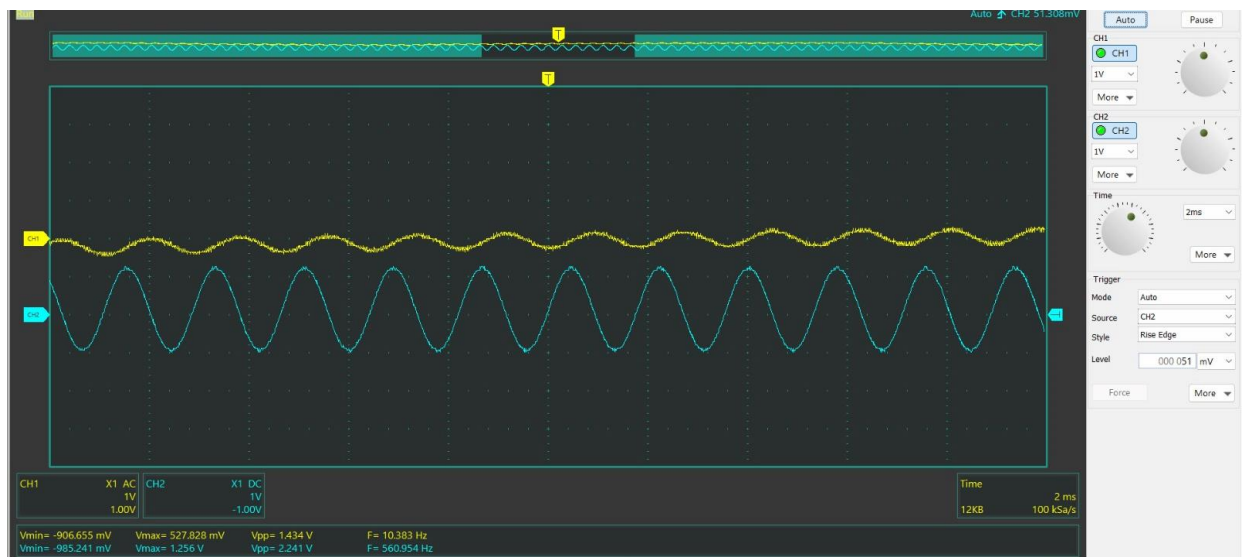
Activar el switch del circuito 2. $R2 = 680 [\Omega]$ $C2 = 100 [\text{nF}]$

Tono con frecuencia de 8456 [Hz]

Escenario 1: Cuando el potenciómetro se encuentra al 0%, se observa un filtro pasa altas, la frecuencia de corte es de 2340 [Hz].



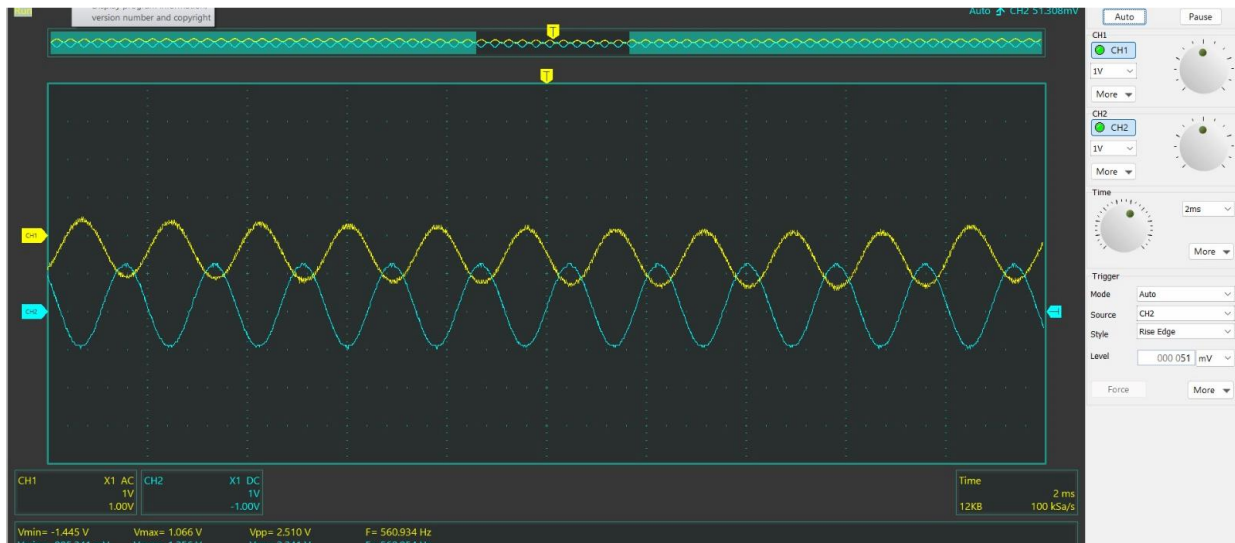
Escenario 2: Cuando el potenciómetro se encuentra al 100%, se observa un filtro pasa bajas, la frecuencia de corte es de 2340 [Hz].



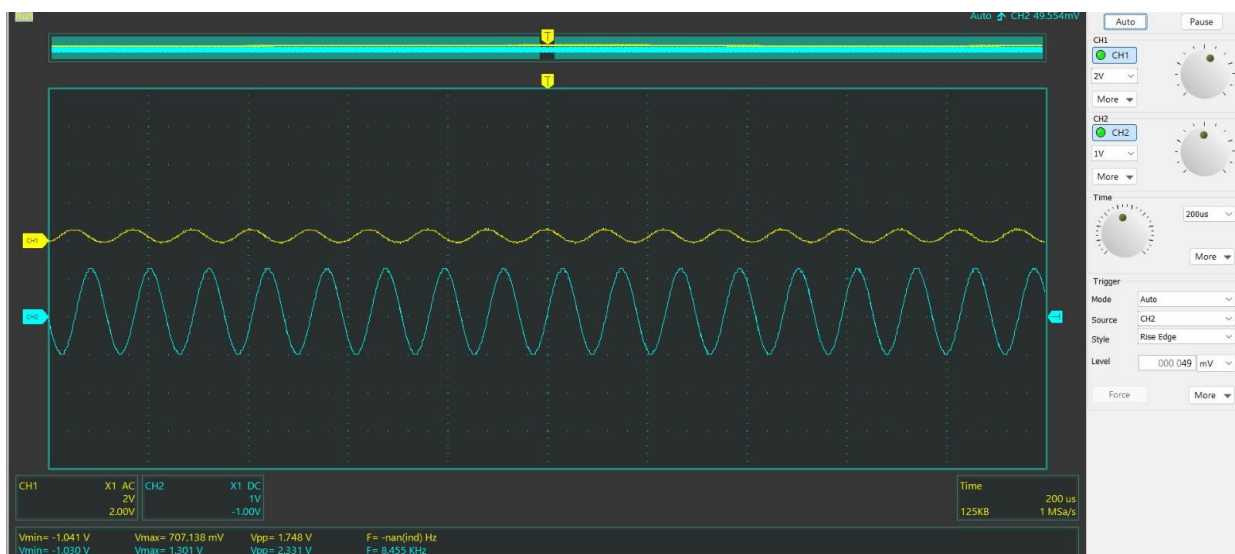
PRUEBA 2

Activar el switch del circuito 2. $R2 = 680 [\Omega]$ $C2 = 100 [nF]$

Tono con frecuencia de 561 [Hz]



Escenario 2: Cuando el potenciómetro se encuentra al 100%, se observa un filtro pasa bajas, la frecuencia de corte es de 2340 [Hz].



RESULTADOS ESPERADOS

Para el funcionamiento del filtrado se tendrá en cuenta hacia donde está girando el potenciómetro, en caso de hacer giro a la izquierda, se escucharán los sonidos altos de la señal de entrada, y en caso de hacer giro a la derecha, se escucharán los sonidos bajos de la señal de entrada.

GUIA 3 - REDES DE DOS PUERTOS

INTRODUCCIÓN

Las redes de dos puertos en circuitos eléctricos son fundamentales para entender y diseñar sistemas electrónicos y de telecomunicaciones eficientes. Estas redes, que se modelan como entidades con dos terminales de entrada y dos de salida. Esta área de estudio es crucial para optimizar la transferencia de señales, minimizar las pérdidas en la transmisión, y facilitar la integración de tecnologías avanzadas, jugando un papel clave en el avance de la electrónica y las telecomunicaciones modernas.

OBJETIVOS

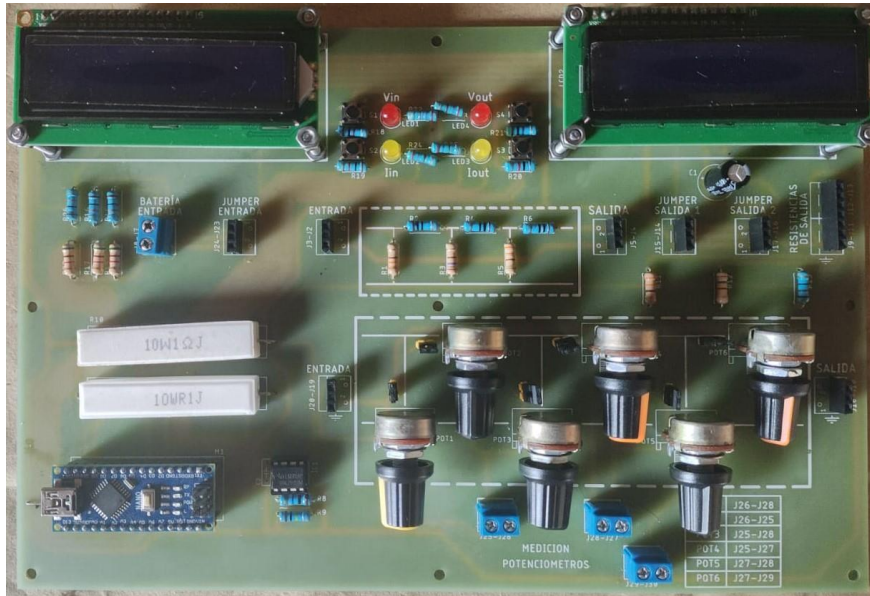
- Observar cómo varían los parámetros de tensión y corriente al cambiar la configuración del circuito.
- Analizar cómo el sentido de alimentación afecta a los valores de tensión y corriente en el circuito.

ELEMENTOS NECESARIOS

Elemento	Precio
15 resistencias	\$ 3.000
6 potenciómetros con perilla	\$ 27.000
Arduino Nano	\$ 55.000
Compuerta lógica	\$ 2.500
2 pantallas LCD	\$ 100.000
20 conectores hembra	\$ 5.000
Cables jumper macho macho	\$ 7.000

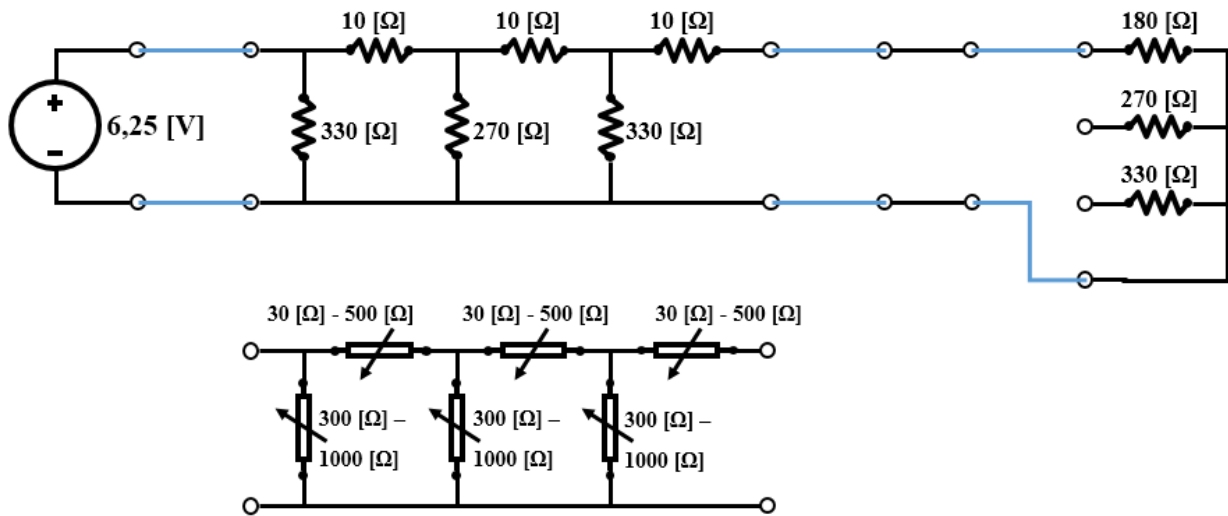
ESQUEMA DEL DEMOSTRADOR

DEMOSTRADOR

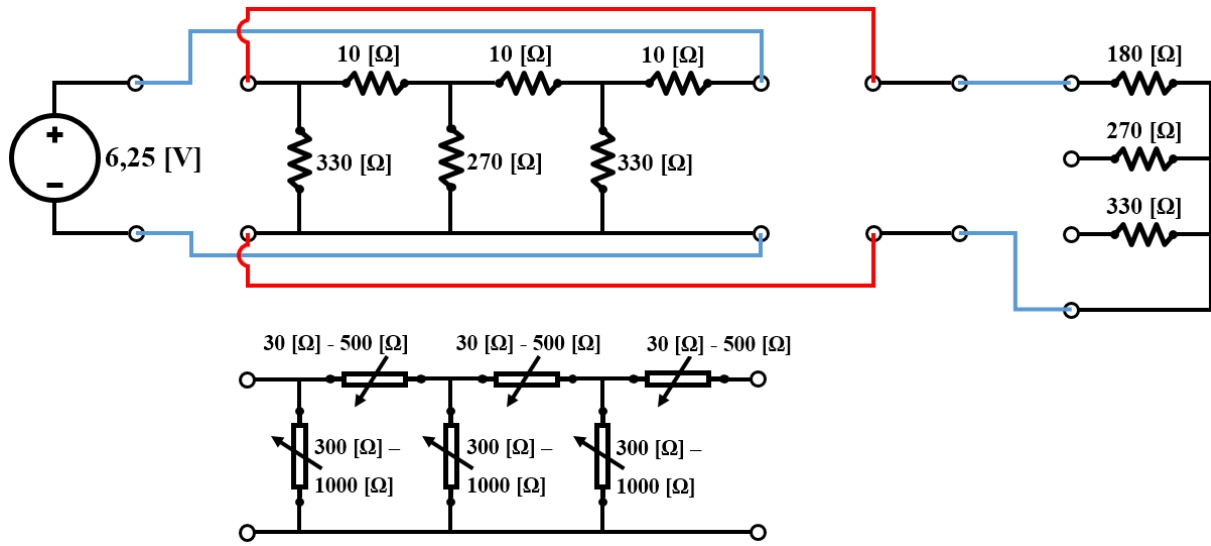


OPCIONES PARA CONECTAR LA PLACA

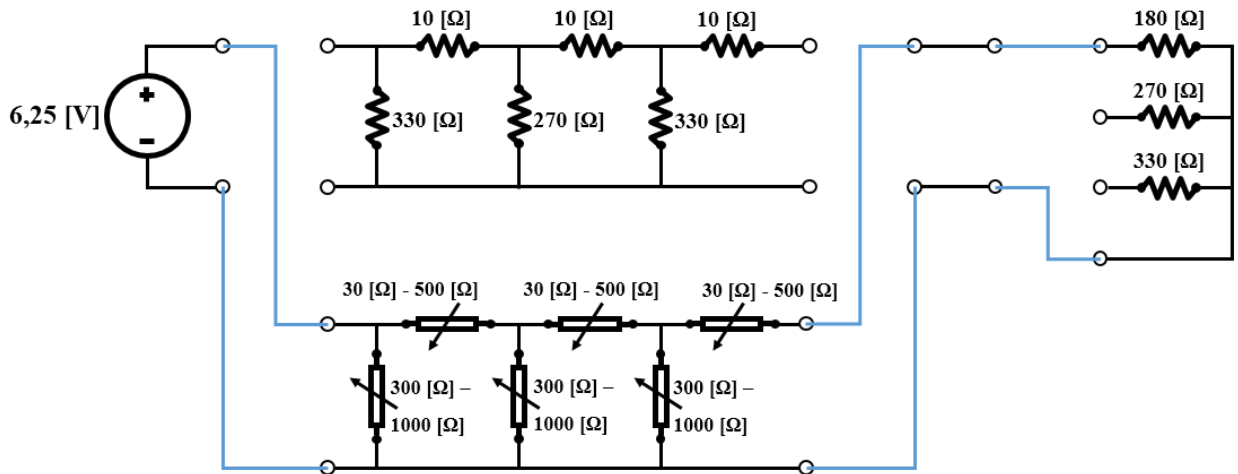
Circuito 1 Sentido 1 →



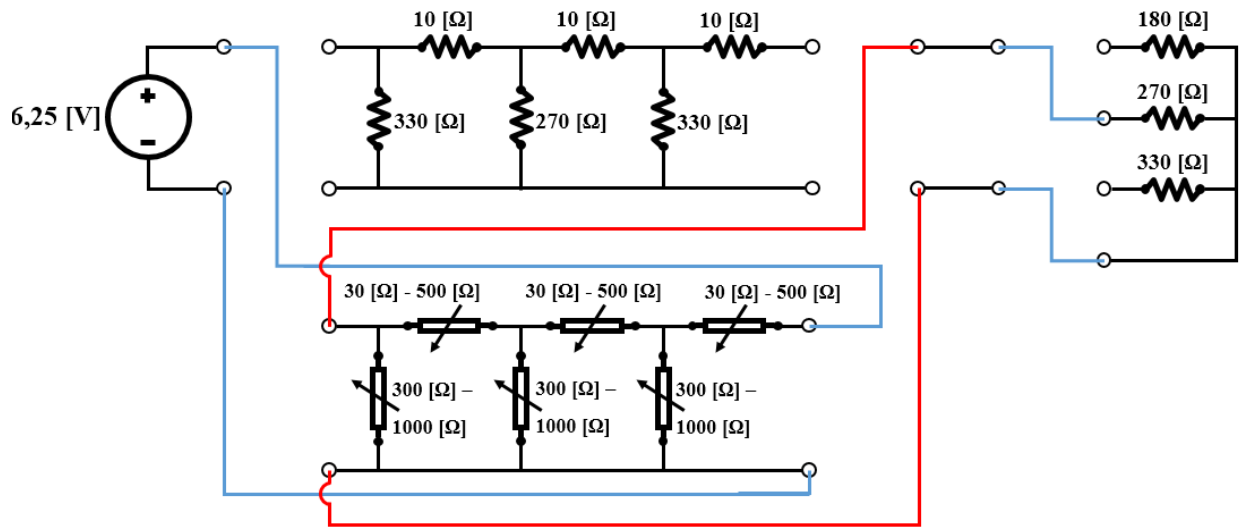
Circuito 1 Sentido 2 ←



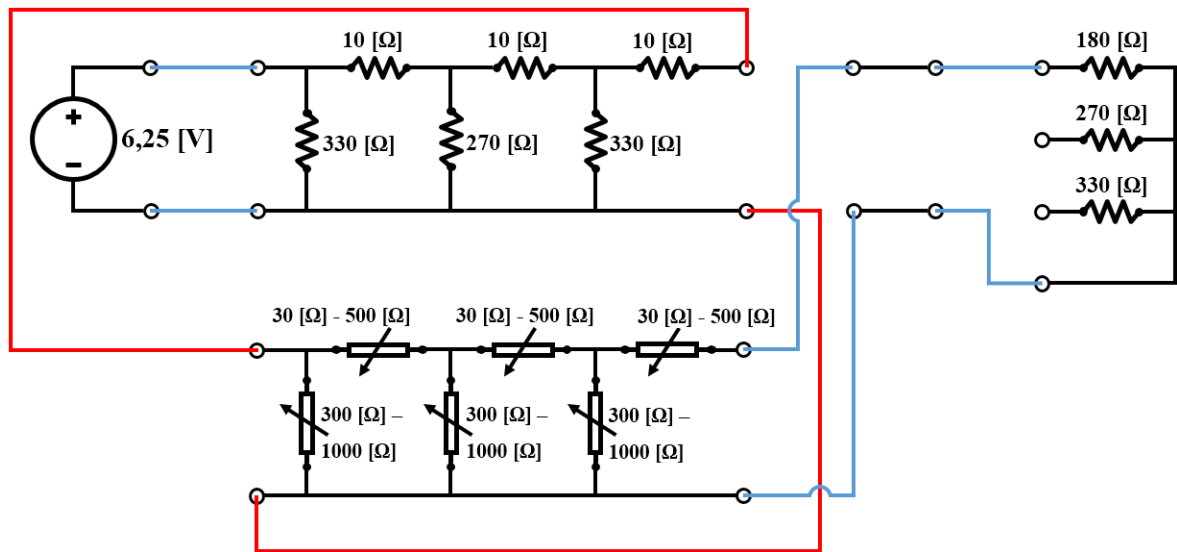
Circuito 2 Sentido 1 →



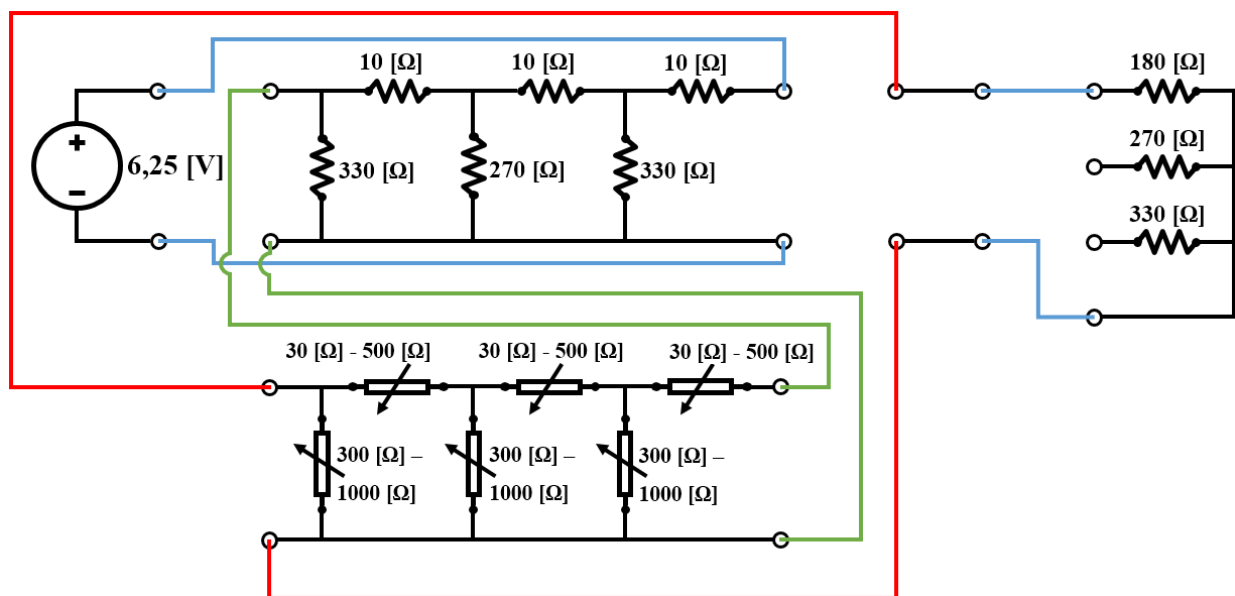
Circuito 2 Sentido 2 ←



Circuito 3 Sentido 1 →



Circuito 3 Sentido 2 ←



PROCEDIMIENTO

1. Tener previamente descargadas la siguiente aplicación “Software Arduino”
2. Abra el software del arduino y configúrelo con el siguiente código:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//Crear el objeto lcd dirección 0x3F y 16 columnas x 2 filas
LiquidCrystal_I2C lcd(0x23,16,2); //
LiquidCrystal_I2C lcd2(0x27,16,2); //

float v1 = 5.00; // valor real de la alimentacion de Arduino, Vcc
float v2 = 15.00;
float r1 = 10000; // 1M
float r2 = 5100; // 100K
float vreal1 = v2 / v1;
float v11 = 5.00; // valor real de la alimentacion de Arduino, Vcc
float v22 = 9.45;
float r11 = 470; // 1M
float r22 = 560; // 100K
float vreal2 = v22 / v11;
float r = 1;
float sensibilidad = 0.185;
float ajuste = 0;
float v = 0;
float v10 = 0;
float vvv = 0;
float v3 = 0;
```

```
float RT = 0;
float RT1 = 0;
float RT2 = 0;
float RT3 = 0;
float RT4 = 0;
float RT5 = 0;
float RT6 = 0;
float RT7 = 0;
float RT8 = 0;
float RT9 = 0;
float RT10 = 0;
float RT11 = 0;
float i2 = 0;
float i3 = 0;

int led1 = 3;
int led2 = 5;
int led3 = 2;
int led4 = 4;
int button1 = 12;
int button2 = 11;
int button3 = 9;
int button4 = 10;
int conta1 = 0;
int conta2 = 0;
int conta3 = 0;
int conta4 = 0;
int mir = 0;
int mir3 = 0;

// *ingreso valores resistencias o potenciómetros*

// *Sentido del Circuito*
int sent = 1;      /*Circuito izquierda a derecha*
//int sent = 2;    /*Circuito derecha a izquierda*

// *Tipo de circuito*
int cirt = 1;      /*Circuito 1*
//int cirt = 2;    /*Circuito 2*
//int cirt = 3;    /*Circuito Mixto*

// *Resistencia de Carga*
float RL = 180;
//float RL = 270;
//float RL = 330;
```

```
// *Circuito 2*
float POT1 = 1128;
float POT2 = 556;
float POT3 = 1079;
float POT4 = 563;
float POT5 = 1064;
float POT6 = 625;

void setup() {
// Inicializar el LCD
lcd.init();
lcd2.init();
//Encender la luz de fondo.
lcd.backlight();
lcd2.backlight();

// Escribimos el Mensaje en el LCD.
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("DC VOLTMETER AMPMETER");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("LCD-Display-A");
lcd2.setCursor(0,0);
lcd2.print("DC VOLTMETER AMPMETER");
lcd2.setCursor(0,1);
lcd2.print("LCD-Display-B");

Serial.begin(9600);
Serial.println("-----");
Serial.println("DC VOLTMETER");
Serial.print("Maximum Voltage: ");
Serial.print(((int)(v11 / (r2 / (r1 + r2)))));
Serial.println("V");
Serial.println("-----");
Serial.println("");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd2.clear();

pinMode(led1,OUTPUT);
pinMode(led2,OUTPUT);
pinMode(led3,OUTPUT);
pinMode(led4,OUTPUT);
pinMode(button1,INPUT);
pinMode(button2,INPUT);
pinMode(button3,INPUT);
```

```

pinMode(button4,INPUT);

}
void loop() {
  if (sent == 1){
    if(cirt == 1){
      if(RL == 180){
        RT = 75.56;
      }
      else if(RL == 220){
        RT = 79.4;
      }
      else if(RL = 270){
        RT = 83.08;
      }
    }
    if(cirt == 2){
      RT1 = RL+POT6;
      RT2 = (RT1*POT5)/(RT1+POT5);
      RT3 = (RT2+POT4);
      RT4 = (RT3*POT3)/(RT3+POT3);
      RT5 = (RT4+POT2);
      RT = (POT1*RT5)/(POT1+RT5);
    }
    if(cirt == 3){
      RT1 = RL+POT6;
      RT2 = (RT1*POT5)/(RT1+POT5);
      RT3 = (RT2+POT4);
      RT4 = (RT3*POT3)/(RT3+POT3);
      RT5 = (RT4+POT2);
      RT6 = (POT1*RT5)/(POT1+RT5);
      RT7 = RT6+10;
      RT8 = (RT7*330)/(RT7+330);
      RT9 = RT8+10;
      RT10 = (RT9*270)/(RT9+270);
      RT11 = RT10+10;
      RT = (RT11*330)/(RT11+330);
    }
  }
  if (sent == 2){
    if(cirt == 1){
      if(RL == 180){
        RT = 87.58;
      }
      else if(RL == 220){

```

```

RT = 92.09;
}
else if(RL = 270){
  RT = 96.41;
}
}
if(cirt == 2){
  RT1 = (RL*POT1)/(RL+POT1);
  RT2 = RT1+POT2;
  RT3 = (RT2*POT3)/(RT2+POT3);
  RT4 = RT3+POT4;
  RT5 = (POT5*RT4)/(POT5+RT4);
  RT = POT6+RT5;
}
if(cirt == 3){
  RT1 = (RL*POT1)/(RL+POT1);
  RT2 = RT1+POT2;
  RT3 = (RT2*POT3)/(RT2+POT3);
  RT4 = RT3+POT4;
  RT5 = (POT5*RT4)/(POT5+RT4);
  RT6 = POT6+RT5;
  RT7 = (RT6*330)/(RT6+330);
  RT8 = RT7+10;
  RT9 = (RT8*270)/(RT8+270);
  RT10 = RT9+10;
  RT11 = (RT10*330)/(RT10+330);
  RT= RT11+10;
}
}

if (mir == 1){
  v = (analogRead(0) * (r1 + r2) / r2);
  v10 = ((v * 5) / 1023);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("V1: " + String(v10) + " V");
  delay (200);
}
if (mir == 2){
  v = ((abs(analogRead(0)) * (r1 + r2) / r2));
  v10 = ((v * 5) / 1023);
  ii = (v10 / RT) * 1000;
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("I1: " + String(ii) + " mA");
  delay (500);
  mir = 0;
}

```

```
}
if (mir3 == 3){
v = ((abs(analogRead(0)) * (r1 + r2) / r2));
v10 = ((v * 5) / 1023);
ii = (v10 / RT) * 1000;
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("I1: " + String(ii) + " mA");
delay (500);
}

float vv = ((analogRead(3) * (r1 + r2)) / r2);
delay(150);
float vv1 = ((vv * 5) / 1023);
vvv = ((analogRead(1) * (r1 + r2)) / r2);
i2 = ((analogRead(2) * (r1 + r2)) / r2);
i3 = (vv1 / RL) * 1000;

bool pulsa1 = digitalRead(button1);
bool pulsa2 = digitalRead(button2);
bool pulsa3 = digitalRead(button3);
bool pulsa4 = digitalRead(button4);

if (pulsa1 == 1 && conta2 == 0 && conta1 == 0){
digitalWrite(led1,HIGH);
digitalWrite(led2,LOW);
lcd.clear();
conta1 = 1;
conta2 = 0;
pulsa1 = 0;
pulsa2 = 0;
delay(200);
mir = 1;
mir3 = 0;
}
if (pulsa1 == 1 && conta2 == 0 && conta1 == 1){
digitalWrite(led1,LOW);
digitalWrite(led2,LOW);
lcd.clear();
conta1 = 0;
conta2 = 0;
pulsa1 = 0;
pulsa2 = 0;
delay(200);
mir = 0;
}
```

```
if (conta1 == 0 && pulsa2 == 1 && conta2 == 0){
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    lcd.clear();
    conta1 = 0;
    conta2 = 1;
    pulsa2 = 0;
    pulsa1 = 0;
    delay(200);
    mir = 2; //
    mir3 = 0; //
}
if (conta1 == 0 && pulsa2 == 1 && conta2 == 1){
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,LOW);
    lcd.clear();
    conta1 = 0;
    conta2 = 0;
    pulsa2 = 0;
    pulsa1 = 0;
    delay(200);
    mir = 0;
}
if (pulsa1 == 1 && conta2 == 1){
    digitalWrite(led1,HIGH);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    lcd.clear();
    conta1 = 0;
    conta2 = 0;
    pulsa1 = 1;
    pulsa2 = 0;
    delay(200);
    mir = 1;
    mir3 = 3;
}
if (conta1 == 1 && pulsa2 == 1){
    digitalWrite(led1,HIGH);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    lcd.clear();
    conta1 = 0;
    conta2 = 0;
    pulsa1 = 0;
    pulsa2 = 1;
    delay(200);
    mir = 1;
}
```

```
    mir3 = 3;
  }
  if (pulsa3 == 1 && conta4 == 0 && conta3 == 0){
    digitalWrite(led3,HIGH);
    digitalWrite(led4,LOW);
    lcd2.clear();
    lcd2.setCursor(0,0);
    lcd2.print("V2: " + String(vv1) + " V");
    conta3 = 1;
    conta4 = 0;
    pulsa3 = 0;
    pulsa4 = 0;
    delay(200);
  }
  if (pulsa3 == 1 && conta4 == 0 && conta3 == 1){
    digitalWrite(led3,LOW);
    digitalWrite(led4,LOW);
    lcd2.clear();
    conta3 = 0;
    conta4 = 0;
    pulsa3 = 0;
    pulsa4 = 0;
    delay(200);
  }
  if (conta3 == 0 && pulsa4 == 1 && conta4 == 0){
    digitalWrite(led3,LOW);
    digitalWrite(led4,HIGH);
    lcd2.clear();
    lcd2.setCursor(0,0);
    lcd2.print("I2: " + String(i3) + " mA");
    conta3 = 0;
    conta4 = 1;
    pulsa3 = 0;
    pulsa4 = 0;
    delay(200);
  }
  if (conta3 == 0 && pulsa4 == 1 && conta4 == 1){
    digitalWrite(led3,LOW);
    digitalWrite(led4,LOW);
    lcd2.clear();
    conta3 = 0;
    conta4 = 0;
    pulsa3 = 0;
    pulsa4 = 0;
    delay(200);
  }
```

```

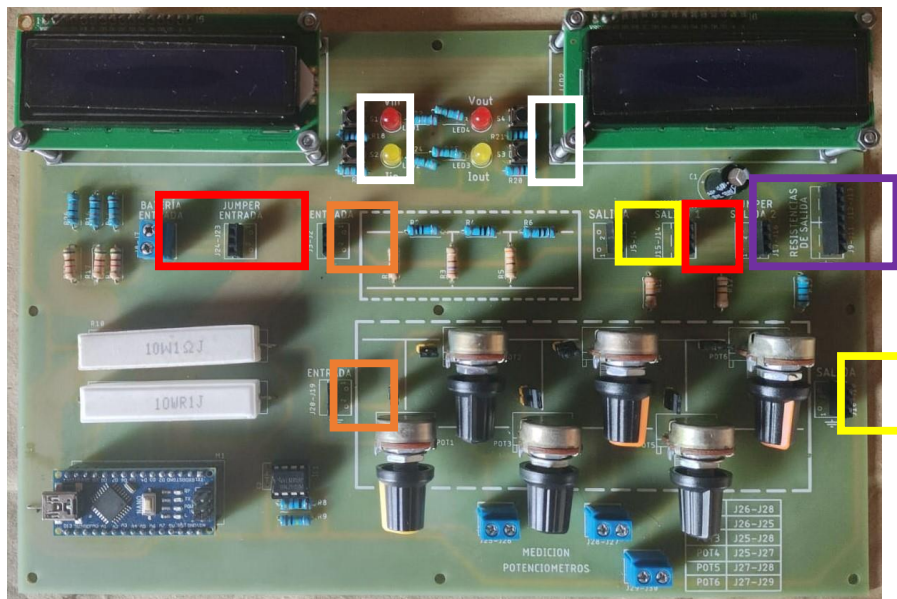
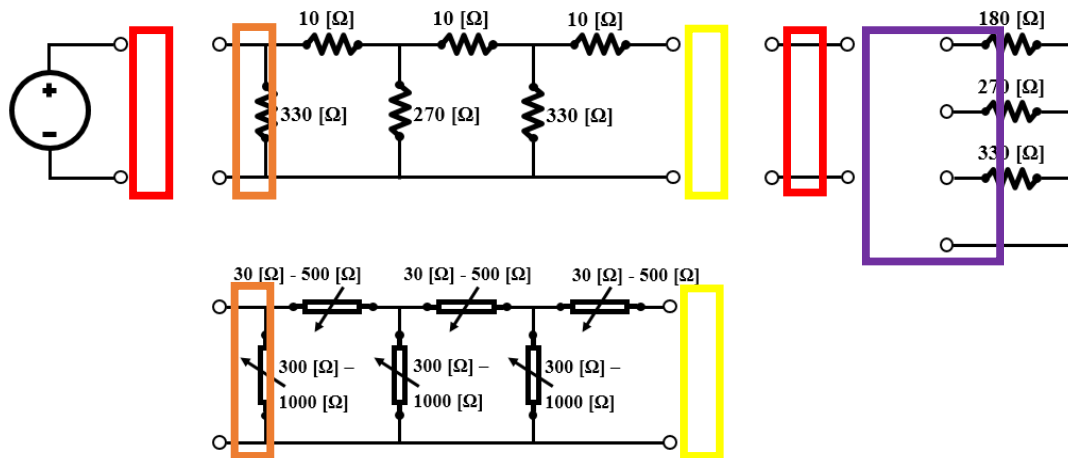
}
if (pulsa3 == 1 && conta4 == 1){
  digitalWrite(led3,HIGH);
  digitalWrite(led4,HIGH);
  lcd2.clear();
  lcd2.setCursor(0,0);
  lcd2.print("V2: " + String(vv1) + " V");
  lcd2.setCursor(0,1);
  lcd2.print("I2: " + String(i3) + " mA");
  conta3 = 0;
  conta4 = 0;
  pulsa3 = 1;
  pulsa4 = 0;
  delay(200);
}
if (conta3 == 1 && pulsa4 == 1){
  digitalWrite(led3,HIGH);
  digitalWrite(led4,HIGH);
  lcd2.clear();
  lcd2.setCursor(0,0);
  lcd2.print("V2: " + String(vv1) + " V");
  lcd2.setCursor(0,1);
  lcd2.print("I2: " + String(i3) + " mA");
  conta3 = 0;
  conta4 = 0;
  pulsa3 = 0;
  pulsa4 = 1;
  delay(200);
}
}
}

```

1. Dependiendo la prueba que se quiera realizar, se cambiarán los datos correspondientes en el código resaltado en rojo y se conectará de la misma forma en la placa.

2. Con los botones resaltados en blanco se encenderá o apagará en pantalla el valor de tensión y/o corriente.

En la siguiente imagen se señalan los respectivos pines:

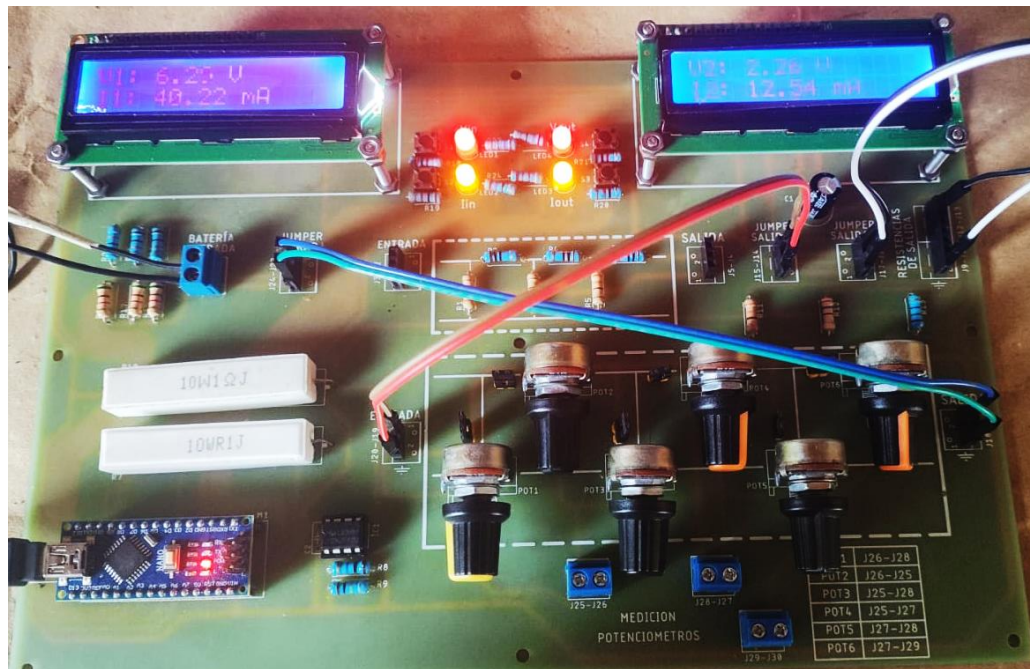


PRUEBAS Y RESULTADOS ESPERADOS

PRUEBA 1

Circuito 1 - Sentido 1 →

Cambiar en el código: `sent= 1`; `RL = 180`; `cirt = 1`



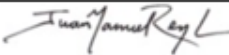
$V_1 = 6.29 [V]$; $I_1 = 40.22 [mA]$; $V_2 = 2.26 [V]$; $I_2 = 12.54 [mA]$

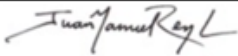
PRUEBA 3

Circuito 3 - Sentido 1 →


Cambiar en el código: $sent = 1$; $RL = 180$; $cirt = 3$; $POT1 = 1128$; $POT2 = 556$; $POT3 = 1079$; $POT4 = 563$; $POT5 = 1064$; $POT6 = 625$

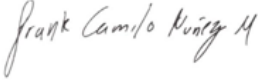
Apéndice B. Formatos diligenciados por los docentes y estudiantes que implementaron los demostradores experimentales


Pruebas realizadas con el profesor Juan Manuel Rey para el demostrador I		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se registran señales de tensión de entrada y tension en el capacitor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una señal de entrada igual al tiempo de carga de un RC escogido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una señal de entrada mayor al tiempo de carga de un RC escogido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una señal de entrada menor al tiempo de carga del RC escogido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa un circuito donde se ponen dos resistencias en paralelo en serie con un condensador con el fin de disminuir el tiempo de carga y analizar si el funcionamiento demostraba el fenomeno explicado teoricamente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: La implementación de estos demostradores puede ser útil para presentar la verificación práctica de resultados de ejercicios en el aula y ejemplificar conceptos básicos de transitorios. Desde mi experiencia como docente, esto puede generar una experiencia de aprendizaje significativa mediante el refuerzo de un concepto, lo que podría llevar a mejores resultados en las estrategias de evaluación.		
OBSERVACIONES:		
Firma:		

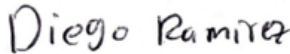
Pruebas realizadas con el profesor Juan Manuel Rey para el demostrador II		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se registran señales de tensión de entrada y de salida con el osciloscopio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una frecuencia baja en la señal de entrada y se analiza el funcionamiento de cada uno de los filtros según el sonido que se escucha en la salida al cambiar de posición su interruptor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una frecuencia alta de entrada y se analiza según el sonido que se escucha en la salida que al cambiar de posición el potenciómetro relacionado a cada uno de los filtros realiza un correcto funcionamiento de filtro pasa altas y filtro pasa bajas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: Este demostrador permite reforzar un concepto de circuitos usando un ejemplo sonoro. Esto es interesante pues llama la atención de los estudiantes y facilita la comprensión de la operación de filtros. Desde mi experiencia como docente, considero que esto impactará positivamente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.		
OBSERVACIONES:		
Firma:		


Pruebas realizadas con el profesor Diego Becerra para el demostrador II		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se usa una frecuencia baja en la señal de entrada y se analiza el funcionamiento de cada uno de los filtros según el sonido que se escucha en la salida al cambiar de posición su interruptor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una frecuencia alta de entrada y se analiza según el sonido que se escucha en la salida que al cambiar de posición el potenciómetro relacionado a cada uno de los filtros realiza un correcto funcionamiento de filtro pasa altas y filtro pasa bajas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: El dispositivo diseñado y construido funciona, a pesar de no usar el circuito mas práctico para el funcionamiento, su utilidad radicará en mostrar el funcionamiento versus el análisis numérico del circuito y comprobar tanto de forma teorica como practica el funcionamiento.</p>		
<p>OBSERVACIONES: Realizar el cambio de filtro pasa baja a pasa alta y viceversa mediante un potenciómetro, no es la forma mas eficiente pues el análisis del circuito se hace mas complejo y la idea es que el estudiante pueda contrastar el funcionamiento con el calculo teórico. La presentación del dispositivo es muy llamativa, lo cual puede captar la atención de los estudiantes.</p>		
<p>Firma: Diego Fernando Becerra Ramírez (10/04/2024)</p>		

Pruebas realizadas con el profesor Michael Arenas para el demostrador II		
Descripción	Cumplió	No cumplió
Se registran señales de tensión de entrada y de salida con el osciloscopio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una frecuencia baja en la señal de entrada y se analiza el funcionamiento de cada uno de los filtros según el sonido que se escucha en la salida al cambiar de posición su interruptor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una frecuencia alta en la señal de entrada y se analiza que el filtro con menor frecuencia de corte sea quien realiza un mejor filtrado de la señal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se usa una frecuencia baja de entrada y se analiza según el sonido que se escucha en la salida que al cambiar de posición el potenciómetro relacionado a cada uno de los filtros realiza un correcto funcionamiento de filtro pasa altas y filtro pasa bajas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: Este demostrador podría permitir reforzar los conceptos teóricos de filtrado de señales permitiendo así a los estudiantes relacionar los principios de funcionamiento de los filtros pasa bajas y pasa altas.</p>		
<p>OBSERVACIONES: Recomiendo que el demostrador se organice sobre una cubierta acrílica o de vidrio para efectos de protección de sus componentes pero que a su vez no se pierda el objetivo didáctico del mismo, así mismo es conveniente que el diagrama de conexiones se ubique cerca del demostrador para evitar errores de conexión.</p>		
<p>Firma: Michael Arenas Florez</p> <div style="text-align: center;"> <p>Válida para proyecto</p>  <p>10/04/2024</p> </div>		

Pruebas realizadas con el estudiante Frank Camilo Nuñez Manosalva para el demostrador II		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 1 alimentandolo por el sentido de derecha a izquierda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tensión y de corriente en la entrada y salida del circuito 3 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 2 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: Hará que el aprendizaje sea mucho más dinámico y comprensible. En lugar de simplemente escuchar al profesor hablar sobre teorías abstractas, se podrá ver en acción los conceptos que se están estudiando.		
OBSERVACIONES: Visualmente se ve muy llamativa e interesante la placa, se podría mejorar agregandole un acrílico.		
Nombre:	Frank Camilo Nuñez Manosalva	Semestre actual: Egresado de Ingeniería eléctrica 2023-2
Firma:		

Pruebas realizadas con el estudiante Jose Manuel Bonivento para el demostrador II		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 1 alimentandolo por el sentido de derecha a izquierda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tensión y de corriente en la entrada y salida del circuito 3 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 2 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: Nos brindará una experiencia de aprendizaje más completa y enriquecedora. Al poder ver y manipular dispositivos electrónicos reales se podrá comprender mejor la teoría.		
OBSERVACIONES: Sería bueno tener aún más demostradores en las clases.		
Nombre:	Jose Manuel Bonivento	Semestre actual: 6to
Firma:		

Pruebas realizadas con el estudiante Diego Fernando Ramirez Cubides para el demostrador II		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 1 alimentandolo por el sentido de derecha a izquierda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tensión y de corriente en la entrada y salida del circuito 3 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 2 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: Al poder ver durante las clases cómo funcionan realmente las cosas mediante este tipo de demostradores, al momento del parcial será más fácil recordar los conceptos que se estan estudiando y creo que las calificaciones aumentarían.		
OBSERVACIONES: El pin de entrada se podría cambiar ya que es un poco dificil el atomillarlo, pero la presentación en general está muy bien.		
Nombre:	Diego Fernando Ramirez Cubides	Semestre actual: 9no
Firma:		

Pruebas realizadas con el estudiante Julian Reyes Pinto para el demostrador II		
Descripción	Cumplio	No cumplio
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 1 alimentandolo por el sentido de derecha a izquierda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tensión y de corriente en la entrada y salida del circuito 3 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se miden parametros de tension y corriente en la entrada y la salida del circuito 2 alimentandolo por el sentido de izquierda a derecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Qué efecto considera usted que causara implementar estos demostradores en el aula? Respuesta: Incrementa el entendimineto de los conceptos que se explican teoricamente, además de reforzar el modelo educativo, haciendolo mucho más dinamico y atractivo.		
OBSERVACIONES: Presenta una buena construcción, adecuada para el entendimineto de la temática.		
Nombre:	Julian Reyes Pinto	Semestre actual: 9no
Firma:		

Apéndice C. Encuesta realizada a los estudiantes periodo académico 2022-2 y 2023-1.

2.1. ¿Han realizado demostraciones experimentales en clase en otras asignaturas que ha cursado? *

Sí

No

2.2. Si la respuesta de la pregunta anterior fue sí, en qué asignatura han realizado demostraciones experimentales. Si su respuesta fue no, por favor omitir esta pregunta y continuar con la pregunta 2.3

Tu respuesta

2.3. ¿Qué tan interesante encuentra la realización de demostraciones experimentales en clase en las asignaturas de Circuitos Eléctricos? *

Muy interesante

Neutral

Poco interesante

Nada interesante

2.4. Qué impacto en su proceso de aprendizaje (mejorar a la comprensión de los conceptos, resolución de problemas y desarrollo de habilidades prácticas y/o experimentales) tuvo la realización de demostraciones experimentales en clase en la asignatura de Circuitos Eléctricos *

	1	2	3	4	5	
Muy poco impacto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto impacto

2.5. ¿La realización de demostraciones experimentales en clase en la asignatura de Circuitos Eléctricos lo motivó a profundizar y/o aprender más sobre las temáticas del curso? *

	1	2	3	4	5	
Muy poco motivado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy motivado

2.6. En general ¿Cómo calificaría la demostración experimental realizada en la clase de la asignatura de Circuitos Eléctricos? *

	1	2	3	4	5	
Muy mala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

2.7. Escriba cualquier comentario, crítica o sugerencia que quiera agregar sobre su percepción respecto a la actividad de demostraciones experimentales en clase en la asignatura de Circuitos Eléctricos *

Tu respuesta
