



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

**LA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN EL
TRABAJO EXPERIMENTAL PARA EL
APRENDIZAJE DE LAS ASIGNATURAS DE
CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN LA FACULTAD DE
INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE INGENIERÍA**

Tesis para optar el grado de Maestro en Educación con
mención en Docencia e Investigación en Educación Superior

FRANCISCO EDILBERTO SINCHI YUPANQUI

LIMA – PERÚ

2018

JURADO DE TESIS

DRA. ELISA ROBLES ROBLES

PRESIDENTE

MG. GLORIA ELIZABETH QUIROZ NORIEGA

SECRETARIA

MG. HUBER SANTISTEBAN MATTO

VOCAL

ASESORA DE TESIS

DRA. MARIELLA MARGOT QUIPAS BELLIZZA

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres: Francisco, un luchador infatigable de siempre, y a mi madre, Filomena, que desde el cielo me ilumina en todo momento con su amor infinito.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería, que el 2017 obtuvo importantes logros como la acreditación de 13 programas de ingeniería por la ABET en un enfoque por competencias y resultados. Asimismo, la obtención de la licencia institucional de la SUNEDU. Agradecer también a las autoridades y docentes de la FIM - UNI por darme las facilidades que la presente investigación amerita.

A los docentes de la Maestría en la UPCH, en especial a la asesora Dra. Mariella Margot Quipas Belliza, la coordinadora de la maestría Mg. Gloria Elizabeth Quiroz Noriega y a los colegas participantes de la maestría de las diferentes facultades de la UNI con quienes siempre estuvimos apoyándonos en el comentario, la crítica y la reflexión para que los temas planteados, tengan eco y relevancia en la práctica docente de la UNI.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN 5

1.1 Planteamiento del problema 5

1.1.1 Pregunta general..... 8

1.1.2 Preguntas específicas 8

1.2 Objetivos de la Investigación 9

1.2.1 Objetivo general 9

1.2.2 Objetivos específicos 9

1.3 Justificación de la investigación..... 10

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 12

2.1 Antecedentes 12

2.1.1	Antecedentes internacionales	12
2.1.2	Antecedentes nacionales	16
2.2	Bases Teóricas de la Investigación.....	18
2.2.1	La simulación como estrategia didáctica	18
2.2.1.1	La simulación computacional	23
2.2.1.2	El Trabajo experimental.....	24
2.2.2	Aprendizaje	25
2.2.2.1	El aprendizaje mediante la experiencia.....	28
2.2.2.2	Diseño Universal para el Aprendizaje.....	29
2.2.3	Circuitos eléctricos.....	33
2.2.3.1	Circuitos transitorios	34
2.2.3.2	Competencias	36
CAPÍTULO III SISTEMA DE HIPÓTESIS.....		38
3.1	Hipótesis General	38
3.2	Hipótesis Específicas.....	38
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		39
4.1	Tipo y nivel de Investigación	39
4.2	Diseño de la Investigación	39
4.3	Población y Muestra	40
4.4	Operacionalización de las variables y los indicadores	41
4.5	Técnicas e instrumentos	44

4.6	Procedimiento.....	47
4.7	Plan de análisis de datos	48
4.8	Consideraciones éticas	49
CAPÍTULO V RESULTADOS.....		50
5.1	Aspectos descriptivos	50
5.2	Aspectos inferenciales	59
5.2.1	Pruebas de normalidad del pretest y postest totales	59
5.2.2	Contrastación entre simulación y niveles de aprendizaje	60
5.2.3	Proceso de pruebas de hipótesis.....	61
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS		63
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES.....		66
CAPÍTULO VIII RECOMENDACIONES		68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70
ANEXOS.....		73
 Anexo 1: Matriz de Consistencia		
 Anexo 2: Instrumentos de evaluación		
 Anexo 3: Programa de Enseñanza de Circuitos Transitorios		
 Anexo 4: Guías de laboratorio del curso de circuitos eléctricos I		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Especificación de los contenidos de la prueba	44
Tabla 2:	Resultados de la prueba piloto en 14 estudiantes de la EPIME - UNI ,2017- 2	46
Tabla 3:	Confiabilidad con KR 20	46
Tabla 4:	Validez de contenido por criterio de jueces	47
Tabla 5:	Resultados de las pruebas de pretest y posttest para 12 estudiantes de la EPIM, curso circuitos I	51
Tabla 6:	Estadísticos descriptivos de las pruebas de pretest y posttest	51
Tabla 7:	Estadísticos descriptivos generales de cada tipo de prueba	53
Tabla 8:	Estadísticos descriptivos de las pruebas de pretest y posttest de la dimensión cognitiva y procedimental	54
Tabla 9:	Estadísticos descriptivos	57
Tabla 10:	Resumen de procesamiento de casos	59
Tabla 11:	Pruebas de normalidad	59
Tabla 12:	Dimensión cognitiva y procedimental del pretest y posttest	60
Tabla 13:	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	61
Tabla 14:	Prueba de Wilcoxon para la diferencias de medias para resultados totales	61
Tabla 15:	Prueba de Wilcoxon para la diferencia de medias para las dimensiones cognitiva y procedimental del pre y posttest	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	La importancia de la simulación computacional y el aprendizaje	18
Figura 2:	Proceso del aprendizaje adaptado de Kolb	29
Figura 3:	Dimensiones del aprendizaje basado en Kolb	31
Figura 4:	Diagrama de bloques	35
Figura 5:	Análisis de circuitos eléctricos	35
Figura 6:	Síntesis de circuitos eléctricos	35
Figura 7:	Circuito transitorio de primer orden	36
Figura 8:	Histograma total de la prueba pretest	52
Figura 9:	Histograma total de la prueba post test	52
Figura 10:	Frecuencia de la dimensión cognitiva	55
Figura 11:	Normal esperado de la dimensión cognitiva	55
Figura 12:	Frecuencia de la dimensión procedimental	56
Figura 13:	Normal esperado de la dimensión procedimental	56

RESUMEN

La simulación computacional y el trabajo experimental en un contexto educativo se aplican en procesos de enseñanza y aprendizaje en el cual los estudiantes (individualmente o en grupo) representan un sistema, un fenómeno o un proceso, en forma computacional y/o experimental para observar y predecir su comportamiento.

En el presente trabajo de investigación se determinó la influencia de la simulación computacional en el trabajo experimental para el aprendizaje de los estudiantes en los cursos de laboratorios de circuitos eléctricos en el laboratorio de electricidad y electrónica de potencia de la facultad de Ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería. En esta investigación se empleó el diseño explicativo pre experimental, con un grupo único, en una muestra de 12 estudiantes del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I, ciclo 2017-2.

Para la recolección de datos de la muestra, se utilizó como instrumento de investigación, una prueba de rendimiento sobre el tema de circuitos transitorios, que forma parte de la teoría de circuitos eléctricos, en la primera fase se aplicó el pretest, posteriormente se aplicó el programa educativo de circuitos transitorios: “Simulación computacional en el trabajo experimental”. El programa de intervención pedagógica estuvo diseñado en base a 8 sesiones experimentales, para consolidar los aprendizajes de los estudiantes.

Finalmente se volvió a aplicar la misma prueba de rendimiento como post test para verificar el aprendizaje conseguido con la utilización en simultáneo de las dos herramientas educativas.

Los resultados utilizando el programa SPSS, mostraron que existe un efecto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, mediante la prueba de Hipótesis de Wilcoxon, se obtuvo un $p = 0.05$ que establece la diferencia entre las notas obtenidas en el pretest y el posttest. En consecuencia, se acepta la hipótesis en el sentido que sí existe diferencias entre ambos test.

Palabras claves: Simulación computacional, trabajo experimental, aprendizaje, circuitos eléctricos.

ABSTRACT

Computational simulation and experimental work in an educational context are applied in teaching and learning processes in which students (individually or in groups) represent a system, a phenomenon or a process, in a computational and / or experimental way to observe and Predict your behavior.

In the present work of investigation the influence of the computational simulation in the experimental work for the learning of the students in the courses of laboratories of electrical circuits in the laboratory of electricity and power electronics of the faculty of mechanical engineering of the University was determined National Engineering. In this research, the pre-experimental explanatory design was used, with a single group, in a sample of 12 students of the laboratory course of electrical circuits I, cycle 2017-2.

For the collection of data from the sample, a performance test was used as a research instrument on the subject of transient circuits, which is part of the theory of electrical circuits. In the first phase, the pretest was applied, after which the educational program of transient circuits: "Computational simulation in experimental work". The pedagogical intervention program was designed based on 8 experimental sessions, to consolidate the students' learning.

Finally, the same performance test was applied again as a post test to verify the learning achieved with the simultaneous use of the two educational tools.

The results using the SPSS program, showed that there is a positive effect on student learning, using the Wilcoxon hypothesis test, we obtained a $p = 0.05$ that establishes the difference between the grades obtained in the pretest and the posttest. Consequently, the hypothesis is accepted in the sense that there are differences between both tests.

Keywords: Computational simulation, experimental work, learning, electrical circuit

INTRODUCCIÓN

El quehacer de la ingeniería en el siglo XXI está íntimamente vinculado con la utilización de herramientas computacionales, éstas cumplen un rol muy importante en la resolución de problemas de ingeniería, la comprensión de fenómenos acoplados, el diseño y la optimización de productos y procesos, entre muchas otras aplicaciones. El presente trabajo de investigación está referido a la mejora del aprendizaje del curso de circuitos eléctricos que se dictan en la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, FIM-UNI, basada en el uso de la tecnología de los softwares de simulación computacional y el trabajo experimental en el laboratorio de electricidad y electrónica de potencia de la mencionada facultad de ingeniería.

La tecnología en la era digital aplicada a la educación como la inteligencia artificial, la simulación computacional, la analítica del aprendizaje y, en general, las TIC tiene un impacto en los aprendizajes de los estudiantes de ingeniería.

En la presente investigación el objetivo principal es de corroborar y cuantificar en qué medida la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de circuitos eléctricos en los estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica.

La simulación computacional es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital, estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real.

Los sistemas eléctricos, llamados también redes eléctricas, en el mundo académico más conocidos como circuitos eléctricos, comprenden los fenómenos físicos subyacentes en la teoría de circuitos eléctricos que tiene un enfoque macroscópico e ingenieril, estudiando las relaciones entre corrientes y tensiones eléctricas de un circuito eléctrico, a diferencia de la teoría de campos electromagnéticos que tiene un enfoque microscópico, más de ciencias y con unas herramientas matemáticas más sofisticadas como las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

El plan de estudios de las carreras de ingeniería como las que se imparten en la FIM-UNI como son: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Naval, consideran el curso de circuitos eléctricos como teoría práctica y cursos de laboratorios de circuitos eléctricos, procesos por el cual el estudiante de Ingeniería adquiere conocimientos y desarrolla habilidades que demandan niveles de análisis y síntesis en su quehacer académico por tal razón se exige su práctica real en los laboratorios y los centros de cálculo.

El capítulo primero, considera el planteamiento de la investigación donde se caracteriza la problemática y enuncia el problema en forma de preguntas; además de los objetivos y la justificación de la investigación.

El capítulo segundo, corresponde al marco teórico conceptual, considera los antecedentes nacionales e internacionales encontrados; así como las bases teóricas en las cuales se fundamentó esta investigación.

En el capítulo tercero se presenta las hipótesis de la investigación, la general y dos hipótesis específicas. La investigación estuvo dirigida a probar ideas para verificar algunas respuestas preliminares sobre el problema planteado, por lo tanto, las hipótesis son explicaciones tentativas que responden a los objetivos y preguntas de investigación.

En el capítulo cuarto se presenta la metodología de investigación bajo el enfoque cuantitativo, considerando el tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra, las definiciones y operacionalización de las variables. Así también, las técnicas e instrumentos de estudio, el plan de análisis y las consideraciones éticas.

El capítulo quinto considera los resultados de la verificación de la distribución de la colección de datos obtenidos en el trabajo de campo, utilizando el software estadístico SPSS, la prueba de la normalidad mediante el estadístico de Shapiro Wilk y la verificación de la confiabilidad del instrumento

mediante el estadístico de Kuder Richarson (kr-20). También el análisis de las diferencias de pretest y posttest realizado mediante el estadístico de Wilcoxon.

En el capítulo sexto, se hace el análisis, la discusión de los datos y de los resultados de los estadísticos aplicados en el capítulo anterior.

En los capítulos séptimo y octavo se hace mención de las conclusiones y recomendaciones. Finalmente, se indican las referencias bibliográficas y los anexos, donde se incluyen los instrumentos de investigación y el programa educativo utilizado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La simulación computacional y el trabajo experimental son dos actividades del proceso de aprendizaje en las cuales los estudiantes de ingeniería realizan en el laboratorio y/o en el aula sus actividades de aprendizaje, observando los efectos; los analizan para entender el impacto de sus actos en un contexto particular, evalúan si en otros escenarios o situaciones se podrían reproducir los mismos resultados, estableciendo una conexión entre lo abstracto y la realidad. Las simulaciones generan un ambiente de aprendizaje activo e interactivo, lo que permite a los estudiantes explorar la dinámica de los procesos.

El curso de circuitos eléctricos es de naturaleza teórico-práctica, tiene como propósito que el estudiante conozca en un nivel de competencia, los conceptos, métodos, el manejo de instrumentos y el análisis de circuitos eléctricos en ingeniería.

Si partimos del enunciado de que el ingeniero produce conocimientos, entiende el por qué y sabe dirigir el cómo, todo ingeniero debe poseer, como consecuencia, un interés positivo en integrar los aspectos teóricos y prácticos, por lo tanto, es importante mejorar los servicios académicos de los laboratorios en las universidades, con el equipamiento adecuado y los softwares de ingeniería pertinentes. Así como el personal docente idóneo para promover en simultáneo el trabajo experimental y la simulación computacional en los diversos cursos de la especialidad, a nivel de pre grado.

Una vez consolidado el aprendizaje en una etapa posterior podrá transferirse a nivel posgrado. Lo anterior está basado en una estrategia didáctica del aprendizaje por descubrimiento en un entorno digital.

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería, en adelante FIM-UNI, tiene diversos laboratorios: De energía, electricidad y electrónica de potencia, automatismo y control, procesos y materiales, motores de combustión interna, además del centro de cómputo. Cada laboratorio trabaja independientemente y, por tanto, no están integrados, los equipos de los laboratorios no se renuevan periódicamente y no se fomenta el hábito de implementar planes de mantenimiento preventivo periódico.

Los laboratorios deben ser adecuados para lograr los objetivos del plan de estudios y el perfil del egresado de las carreras profesionales de ingeniería que ofrece la universidad, proporcionándose una atmósfera que conduzca a un buen

aprendizaje. Por lo tanto, las instalaciones deben ser apropiadas para que fomenten la interacción entre estudiantes y profesores, para crear un clima que fomente las actividades académicas y el desarrollo profesional. Los programas de las carreras de Ingeniería deben ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprender a utilizar herramientas modernas de ingeniería, como es el caso de los softwares simuladores, y la utilización de laboratorios virtuales, contrastándolos con el trabajo experimental simultáneamente en los laboratorios de la Facultad, con la finalidad de mejorar el aprendizaje.

Los cursos de laboratorio de circuitos eléctricos forman parte del departamento académico de ciencias de la ingeniería del quinto ciclo, cuyo dictado de los cursos de laboratorio ML121 y ML124, ha estado a cargo del autor de la presente investigación desde hace más de cinco años. En cada semestre académico se ha observado el interés de los estudiantes por innovar su aprendizaje de estos cursos, dado que la teoría ha priorizado la práctica del curso y es requisito indispensable formar integralmente al estudiante mediante la práctica pedagógica innovadora que fortalezca el aprendizaje de los estudiantes en un entorno computacional – experimental.

En consecuencia, el problema de investigación queda formulado con las siguientes interrogantes:

1.1.1 Pregunta general

- ¿En qué medida la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería?

1.1.2 Preguntas específicas

- ¿De qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje cognitivo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería?
- ¿De qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo general

Determinar en qué medida la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Determinar de qué manera la simulación computacional, en el trabajo experimental, influye en el aprendizaje cognitivo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería.
2. Determinar de qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental, influye en el aprendizaje procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I, en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería.

1.3 Justificación de la investigación

La Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI ha obtenido la acreditación internacional, Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), de sus cuatro especialidades: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Naval.

La acreditación es un requisito que se basa en dos pilares: el logro de competencias profesionales de los estudiantes y egresados y la mejora continua de la escuela, facultad y universidad. Certifica, en otras palabras, la calidad de cada escuela profesional o programas educacionales de acuerdo a estándares de calidad internacional. El estatus de un programa acreditado no es permanente, sino que debe renovarse periódicamente, y es reconocido formalmente otorgándole validez pública, se garantiza la eficacia del aprendizaje y se eleva su eficiencia.

La simulación computacional está siendo utilizada como una estrategia efectiva, en tal sentido, es importante aplicar en las escuelas profesionales de ingeniería estas nuevas estrategias a fin de impulsar la incursión de nuevas teorías, técnicas, así como estrategias de enseñanza que ya han sido utilizadas en otras universidades, tanto en Europa como en Latinoamérica. En tal sentido, esto tendrá relevancia en la universidad pública de Lima que a su vez implicará nuevas formas de actuar de la docencia y de la gestión universitaria en Lima y del Perú.

Los resultados y las sugerencias de esta investigación contribuirán al mejoramiento de la enseñanza, el aprendizaje y el rendimiento del curso de circuitos eléctricos, con el uso de la simulación en las diversas actividades del trabajo experimental, que muy poco o nunca se utiliza en la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la universidad pública objeto del estudio. Así se le dará otra dimensión a la enseñanza en aras de la re acreditación y superación de la calidad en la universidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Para la presente investigación se realizó la revisión de la literatura de trabajos realizados en el país como en el extranjero. Presentamos a continuación los antecedentes:

2.1.1 Antecedentes internacionales

Alejandro Martínez-Marín & Cantú-Munguía (2017) en su artículo “Manejo de la simulación en la enseñanza de la ingeniería” indican que en el presente siglo el avance en las TIC no debe ser ajeno a los profesionales, por ello deben poner el esfuerzo para su uso. Agregan que la simulación es más factible en la enseñanza de la física:

La computación ofrece la alternativa a través de simulaciones de experimentos permitiendo mejorar en parte esta situación. Construir un experimento en un computador es más barato, no se corre el riesgo de destrucción del equipo y puede repetirse el experimento cuantas veces sea necesario. (p.58).

Ellos realizaron un estudio aplicando simulación en el curso de dinámica para estudiantes de Ingeniería electromecánica del III Semestre. En este, indican:

El empleo del software de simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real por largos periodos de tiempo. (p.59).

Utilizan el programa Matlab y realizan un ejemplo para un caso de dinámica con las fórmulas del MRU. Concluyen que el uso de simulación hace mas activa la clase y el docente tiene mejores opciones en la enseñanza. Sugieren que el método ABP puede ser una forma eficiente para la enseñanza del cálculo vectorial, que se utiliza en la Física.

Cabezas Chico Edison (2017) en su tesis *Diseño de un software educativo en el aprendizaje de sistemas digitales en operaciones binarias en las y los estudiantes de segundo semestre de análisis de sistemas del Instituto Tecnológico Superior Nelson Torres de la ciudad de Cayambe, período 2015 - 2016* llega a la conclusión que la simulación es de suma utilidad para el desarrollo de las competencias procedimentales de los estudiantes . Recomienda que se incentive el uso de TIC, así como las metodologías experimentales con

uso de simuladores en los laboratorios para que el estudiante adopte una actitud activa y participe dentro de la enseñanza aprendizaje como protagonista y no como un mero receptor.

Dederlé, Pérez, Lora, Peña, & Charris (2015), en el artículo *Estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de circuitos eléctricos de la universidad de la costa CUC.Praxis.Vol.11, 54-60*, identifican las estrategias actuales en base a estudios nacionales e internacionales. Fue una investigación cuantitativa descriptiva donde demostró que es necesario “un módulo orientador que les permita a los estudiantes construir su propio conocimiento, de esta manera se invita al estudiante a ser autónomo, que investigue, reflexione y sea crítico de su práctica, el papel del docente es de facilitador” (p.54). Sostiene que se debe propiciar y difundir el uso de TIC para lograr aprendizaje significativos en los estudiantes cambiando los métodos tradicionales que garanticen elevar el rendimiento académico. Los autores afirman:

Las propuestas didácticas bajo el modelo pedagógico, acorde con los planteamientos expuestos por este modelo, busca fortalecer la autonomía de los estudiantes para que puedan desarrollarse en las estructuras cognitivas a través de la experiencia individual, donde el alumno es el centro del proceso y constructor de su propio conocimiento, además, se incentiva el trabajo colaborativo, lo cual posibilita el desarrollo del

conocimiento a través de saberes teóricos y prácticos, permitiendo mejorar la relación y comunicación. (p.55)

Castillejos (2016) en su tesis *Uso del simulador de circuitos eléctricos en el contexto de la docencia en la ingeniería*, estudio cualitativo en el que se destaca que se varía la profundidad con la que se usa el simulador de circuitos. Afirma que “hay docentes que le indican al alumno el circuito que ha de simular, es decir, el alumno solo mide las variables eléctricas tales como corriente y voltaje en los distintos puntos del circuito que le ha encargado simular” (p. 66). Asimismo, Castillejos manifiesta lo siguiente:

Otros docentes prefieren darle al alumno las condiciones de funcionamiento que ha de satisfacer un determinado circuito, en este caso el alumno usa sus conocimientos para proponer algunos esquemas de circuitos que pudiera satisfacer tales condiciones llega a la conclusión que la simulación es de suma utilidad para el desarrollo de las competencias procedimentales de los estudiantes. Recomienda que los docentes usen el simulador de circuitos “ desde un punto de vista más constructivista, en el que los alumnos pongan en juego habilidades del pensamiento de orden superior y trabajen más colaborativamente. (p.88)

2.1.2 Antecedentes nacionales

Sánchez (2010) en su tesis *Influencia del acto didáctico en el rendimiento de los alumnos del V ciclo del curso de metodología de la investigación en la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos* para optar el grado académico de Doctor en Educación, menciona la siguiente conclusión: los estudiantes del V ciclo de la Escuela Académico Profesional de Educación de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos tienen un nivel medio en las variables Acto didáctico y Rendimiento. Así mismo, concluye que la correlación encontrada es de 0,90 lo que significa que existe una correlación positiva entre las variables de estudio con lo cual se confirma la hipótesis general.

Huamán (2008) en su estudio sobre *Influencia del método experimental didáctico y el refuerzo del aprendizaje asistido por computadora en el rendimiento académico de Física de los estudiantes de educación de la UNA – Puno* para optar el grado de magíster, concluye y recomienda que cuando se aplica el método experimental didáctico en la enseñanza de la Física, los alumnos elevan significativamente su rendimiento académico en comparación a los alumnos que aprenden con métodos tradicionales, además, señala que se debe dar mayor atención a la realización de actividades experimentales, al equipamiento y mantenimiento de los laboratorios de Física.

Gómez (2012) en su tesis *Influencia del Módulo Experimental de Circuitos eléctricos en el rendimiento académico del curso de Física III en estudiantes del IV ciclo de la especialidad de Física de la Universidad Nacional de Educación*, realizó un estudio cuasi experimental con la participación de 50 estudiantes del curso de Física III a un grupo de control y otro experimental para determinar la influencia que tiene la aplicación del módulo citado. Utilizó un cuestionario de evaluación del aprendizaje de capacidades educativas para evaluar específicamente los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Los resultados estadísticos arrojaron que la prueba aplicada fue válida y confiable. El resultado indicó que en el postest efectuado, el grupo experimental obtuvo un mayor desempeño que el grupo de control, lo que significa que el módulo experimental de circuitos eléctricos elaborado con resina poliéster para este caso ha influido significativa y positivamente en el desempeño académico de los estudiantes.

Cuadros (2002) docente de Física de la UNE presentó el trabajo de investigación *Elaboración y aplicación de actividades experimentales con material de bajo costo y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física general en la UNE*, publicado por el Instituto de Investigación, demuestra que la aplicación de las actividades experimentales con material de bajo costo, influye positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física General y recomienda que los materiales experimentales y las guías elaboradas son adaptables para los diferentes niveles de educación.

2.2 Bases Teóricas de la Investigación

2.2.1 La simulación como estrategia didáctica

Para la simulación pasamos desde el modelo mental de un problema a solucionar al modelo físico idealizado y de este al modelo matemático, planteándose las ecuaciones diferenciales que gobiernan las leyes físicas del fenómeno físico, con la ayuda de los métodos numéricos y la computación, de ahí pasamos a la simulación que no es más que experimentación con dicho modelo.

Ahora vemos de alguna manera el proceso inverso, cómo la simulación puede actuar modificando nuestro modelo mental, es decir, ubicándonos en una situación de aprendizaje. La función pedagógica de la simulación tiene mucho en común con el rol de la experimentación cuyo valor apreciamos enormemente en la Ciencia y la Ingeniería.

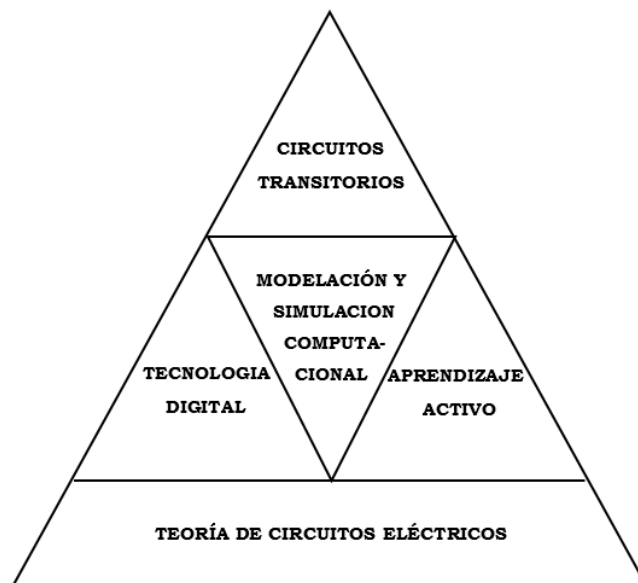


Figura 1. La importancia de la simulación computacional y el aprendizaje.

Del mismo modo, según Infodoc (s.f.):

Las universidades tienen un papel destacado en la sociedad al ser las principales formadoras de los seres humanos que pasan de la juventud a la vida adulta. Ellas se encargan de ayudarlos a formarse como futuros profesionistas, investigadores, emprendedores o artistas que quieran ser. Para lograr su objetivo, las instituciones de educación superior pública y privadas enfrentan grandes retos, desde la eterna presión por optimizar el presupuesto; la necesidad de contar con más espacios para atender a un mayor número de estudiantes, principalmente en América Latina, donde solo 15% de los jóvenes entre 24 y 29 años terminan su formación universitaria --advierten OCDE y CEPAL--; mantener actualizados sus conocimientos y oferta educativa; hasta diseñar modelos pedagógicos y metodologías de enseñanza-aprendizaje, entre muchos otros aspectos. (párr. 6)

En el mismo sentido, Dederlé et al (2015) añade que la educación en tecnología se presenta como un proceso innovador dentro de las reformas educativas, cuyo objetivo es desarrollar un modelo de pensamiento que busque relacionar los conocimientos adquiridos del hombre con el hacer, permitiéndole de esta manera el logro de competencias.

La incorporación de las TIC en la educación permite adquirir conocimientos a través de sus recursos, esto implica una escuela abierta a transformaciones con procesos flexibles presentando estrategias que induzcan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde se hagan presentes los valores y se satisfagan las necesidades de cada individuo.

Asimismo, como señala Islas (citado en Dederlé. et al, 2015):

Debido a la inmersión de las tecnologías en la educación surge el reto de conocer, entender e implementar la forma adecuada en que estos medios tecnológicos (computadoras personales, video proyectores, plataformas en línea, la web; entre otros) nos llevan a dar soporte a las actividades de enseñanza-aprendizaje que buscan el desarrollo de capacidades y habilidades en los alumnos de educación superior. (p.1)

Hacer una evaluación y descubrir las ventajas de las herramientas de simulación computacional, puede aportar al trabajo académico de docencia e investigación en la institución académica grandes beneficios. Ello se vincula con el aumento de la motivación y la mejora en el uso de estrategias didácticas, ya que la persona se siente más involucrada en la construcción del conocimiento. La simulación como herramienta pedagógica para el aprendizaje en competencias, este tipo de formación promueve una construcción del

conocimiento profunda y aumenta la comprensión, la eficacia y eficiencia en la puesta en práctica de las competencias aprendidas.

Es ampliamente conocido que la teoría del aprendizaje significativo, propuesta por David Paul Ausubel, señala que los requisitos fundamentales de este aprendizaje son la predisposición psicológica del alumno para aprender (expresada fundamentalmente por los conocimientos previos del alumno) y que el material o contenido sea potencialmente significativo (Castillo et al, 2013). Pero según los autores citados, la predisposición psicológica debería considerar no solamente los conocimientos previos (estructura cognitiva) del alumno, sino también su afectividad y motivación.

El diseño universal para el aprendizaje (DUA) es un modelo educativo, creado en el Centro de Tecnología Especial Aplicada (CAST, 1984) en USA por los investigadores: David H Rose (neuropsicología del desarrollo) y Anne Meyer (experta en educación, psicología clínica y diseño gráfico). Este modelo ofrece un único marco curricular que elimina y/o minimiza las barreras de aprendizaje, incorporando elementos alternativos capaces de dar respuesta a estudiantes con diferentes trayectorias educativa, estilos de aprendizaje, habilidades, necesidades educativas, etc. Este modelo se basa en las investigaciones del uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, también en las investigaciones de la relación del cerebro y el aprendizaje, donde se menciona a través de la neurociencia, las redes neuronales afectivas, redes neuronales de reconocimiento y las redes neuronales estratégicas, cada una de ellas identificada con una zona

del cerebro, el porqué se aprende, donde se proporciona múltiples formas de implicación, tiene relación con el aprendizaje actitudinal, por otra parte el que se aprende, donde se proporciona múltiples formas de representación, tiene relación con el aprendizaje cognitivo y por último , el cómo se aprende, donde se proporciona múltiples formas de acción y expresión tiene relación con el aprendizaje procedimental.

Por otra parte, la teoría de las Inteligencias Múltiples fue ideada por el psicólogo estadounidense Howard Gardner (1999), quien propuso que, a lo largo de la vida, las personas han de desarrollar distintas capacidades y habilidades. Para él, las capacidades de nuestra mente no forman parte de una sola habilidad llamada inteligencia, sino de varias relacionadas entre sí, que trabajan en paralelo y que contribuyen a que las personas se desarrollen con éxito en el día a día.

Cada persona destaca en una capacidad diferente y por lo tanto cada uno aprende de forma diferente. El mayor impacto de esta teoría, en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje, ha sido el ayudar a los profesores a abandonar la idea de que todos los alumnos aprenden de la misma manera.

.

Las técnicas de simulación constituyen una herramienta imprescindible para la predicción en las ciencias naturales, sociales y para la tecnología, nos permiten “experimentar” con situaciones no accesibles a los sentidos; imposibles de crear en el laboratorio, por ser muy costosos, simular es más versátil, teniendo un prototipo virtual puede cambiarse las condiciones iniciales muy

acorde con la génesis del ingeniero de modificar las variables de su producto o proceso.

2.2.1.1 La simulación computacional

La simulación computacional en general sirve para validar los diseños en vez de construir prototipos físicos, junto con el modelamiento y las leyes físicas, pueden ser simulación de tipo estructural, simulación fluido dinámica y simulación electromagnética. Por otra parte, junto con el modelamiento y las leyes empíricas se aplica en lo social, económico, biológico, etc.

La simulación computacional consiste básicamente en actividades de aprendizaje en el cual las personas (individualmente o en grupo) realizan determinadas actividades y observan los efectos, luego, los analizan para entender el impacto de sus actos en ese contexto particular y evalúan si en otros escenarios o situaciones se podrían producir los mismos resultados. De esta manera, pueden inferir los principios que produjeron esos resultados y anticipar los efectos de sus acciones futuras.

La utilidad de los programas simuladores promueve estrategias didácticas para demostrar e ilustrar principios científicos de manera fácil y rápida, como herramienta de aprendizaje colaborativo para obtener las bases conceptuales necesarias (instrucción directa) o reforzar lo aprendido en las aulas de clase, como herramienta de apoyo a la exposición del profesor y de reaprendizaje. El laboratorio virtual está destinado a complementar los laboratorios físicos en el

plan de estudios para que ciertos elementos específicos del aprendizaje de los estudiantes puedan ser mejorados.

2.2.1.2 El Trabajo experimental

Según la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), la ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas y ciencias naturales, obtenido mediante estudio, experiencia y práctica, se aplica con juicio para desarrollar formas de utilizar económicamente los materiales y fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad.

La ingeniería implica la aplicación de principios físicos para diseñar dispositivos en beneficios de la humanidad. Sin embargo, no es posible entender los principios físicos sin la medición. Así como las mediciones constituyen una herramienta para comprender el mundo físico, los instrumentos son las herramientas para la medición. El lugar en una institución educativa que permita consolidar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería son los laboratorios donde se pueda manipular, medir los diversos dispositivos e instrumentos, verificando las leyes de la física que concierne a su asignatura de formación en ingeniería.

En cuanto al trabajo experimental o simplemente la experimentación, consiste en poner al educando en contacto con un fenómeno (conocido o parcialmente conocido) que lo motive y lo induzca a reproducirlo, con el fin de conocerlo mejor, dominarlo y utilizarlo. Es una técnica que requiere la participación

integral del estudiante y le permite verificar los conocimientos adquiridos, desarrollar una mentalidad científica y poner en evidencia la noción de causa y efecto de los fenómenos.

La ingeniería implica la aplicación de principios físicos para diseñar dispositivos en beneficios de la humanidad. Sin embargo, no es posible entender los principios físicos sin la medición. Así como las mediciones constituyen una herramienta para comprender el mundo físico, los instrumentos son las herramientas para la medición. El lugar en una institución educativa que permita consolidar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería son los laboratorios donde se pueda manipular, medir los diversos dispositivos e instrumentos, verificando las leyes de la física que concierne a sus cursos de formación en ingeniería.

2.2.2 Aprendizaje

El aprendizaje, como la memoria y el pensamiento son constructos educativos, existen diferentes conceptos de aprendizaje, pero podemos definir el aprendizaje como el proceso mediante el cual adquirimos nuevos conocimientos, habilidades, conductas, instalamos y reforzamos los valores, como resultado del análisis, de la observación y de la experiencia.

Correa (2017) lo define de la siguiente manera: “El aprendizaje surge de una conducta que permite la modificación de las condiciones ambientales y es posible gracias a los procesos que se generan a partir de un estímulo externo y de

una configuración interna propia. En otras palabras, hay una adaptación de la conducta al ambiente a través de una percepción de los estímulos, también hay una cognición – Un procesamiento de esa información-, generalmente cortical o subcortical y una organización o una respuesta motora, como producto”.(España, n.d.)

La diversidad en el aprendizaje tiene, además de las causas de origen socioeconómico, cultural, etc., una explicación que se ciñe estrictamente a la estructura del cerebro y el funcionamiento de este. Los últimos avances de la neurociencia demuestran que no existen dos cerebros iguales. Si bien todas las personas compartimos una estructura similar en lo relativo a las regiones cerebrales especializadas en determinadas tareas, nos diferenciamos en la cantidad de espacio que cada una de esas regiones o módulos ocupan en el área total del cerebro, así como en las zonas implicadas que se activan simultáneamente en las tareas de aprendizaje. Esta variabilidad cerebral determina los diferentes modos en que los alumnos acceden al aprendizaje, las múltiples maneras en que expresan lo que saben y las diversas formas en que se van a motivar e implicar en su propio aprendizaje.

El aprendizaje es un proceso por el cual el individuo adquiere conocimientos, destrezas, en general nuevos modos de comportamiento que le permiten alcanzar más eficientemente sus objetivos y satisfacer sus necesidades. Mediante el proceso dinámico del aprendizaje el individuo va modificando su conducta, en

constante esfuerzo para adaptarse cada vez más adecuadamente al ambiente natural, social y cultural en que vive.

La teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner (2000) se compone de distintas inteligencias o habilidades mentales:

- La inteligencia lingüística es la capacidad para comunicar ideas y sentimientos usando el lenguaje hablado y escrito. Destaca en profesiones como escritores, periodistas, poetas, abogados...
- La inteligencia lógico-matemática es la capacidad para manejar números, operaciones matemáticas, patrones lógicos o hipótesis de manera eficaz. Destaca en profesiones como matemáticos, analistas, ingenieros, científicos.
- La inteligencia espacial es la habilidad de representar gráficamente ideas y de identificar las formas y las figuras en el espacio. Destaca en profesiones como diseñadores, ilustradores, arquitectos, ingenieros o cirujanos.
- La inteligencia cinético-corporal es la habilidad para usar el propio cuerpo con el fin de expresar ideas o sentimientos. Tiene gran peso aspectos como la coordinación, el equilibrio, la fuerza o la flexibilidad. Destaca en profesiones como deportistas, bailarines, actores, músicos.
- La inteligencia musical es la capacidad para percibir y expresar las formas musicales como el ritmo, el timbre o el tono. Destaca en profesiones como músicos, cantantes, bailarines.

- La inteligencia naturalista es la habilidad para entender el mundo natural y las relaciones que surgen entre los distintos elementos que la forman. Destaca en profesiones como biólogos, médicos, geólogos, físicos o químicos.
- La inteligencia interpersonal es la habilidad para comprender y entender las emociones de los demás y así responder de manera efectiva. Destaca en profesiones como profesores, educadores, psicólogos, políticos...
- La inteligencia intrapersonal es la capacidad para conocer los aspectos internos de uno mismo: nuestras emociones, nuestros valores, o nuestras fortalezas y debilidades. Esta reflexión nos permitirá crear una imagen ajustada de nosotros mismos. Destaca en profesiones como filósofos, psicólogos o líderes religiosos.

2.2.2.1 El aprendizaje mediante la experiencia

Respecto al aprendizaje basado en experiencia que se sustenta en los puntos de vista constructivistas (Abdulwahed & Nagy, 2009; Kolb, 1999), David Kolb desarrolló un modelo de aprendizaje basado en experiencias. En la figura 1 se muestra el ciclo de aprendizaje de Kolb, donde el sujeto aprendiz pasa por las cuatro situaciones: La experiencia concreta (el sentir), la reflexión (el observar), la conceptualización (el pensar) y la aplicación (el hacer).

Los cuatro aspectos mencionados conforman el ciclo virtuoso de aprendizaje, teniendo un balance adecuado de los cuatro aspectos se logrará un aprendizaje deseado. Kolb identificó dos dimensiones principales del aprendizaje: La flecha

vertical en dos sentidos representa la percepción del objeto del conocimiento, como pensamos las cosas, en cambio la flecha horizontal en dos sentidos representa el procesamiento, la construcción del conocimiento, el cómo hacemos las cosas. El aprendizaje es el resultado de la forma como las personas perciben y luego procesan lo que han percibido para construir conocimientos.

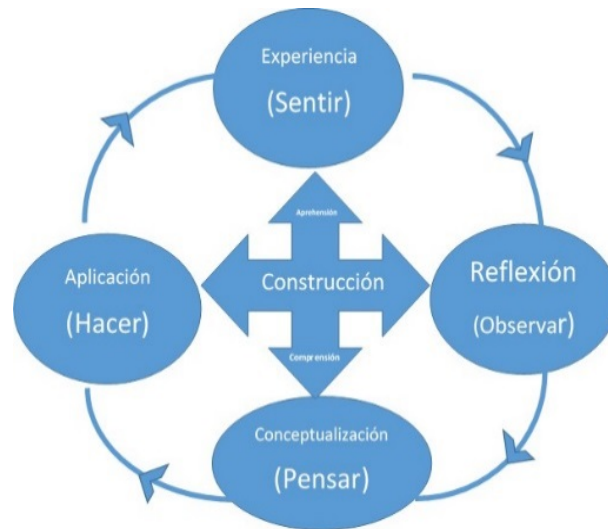


Figura 2. Proceso del aprendizaje adaptado de Kolb (1985)
Fuente: Elaboración propia

2.2.2.2 Diseño Universal para el Aprendizaje

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) es un enfoque didáctico que pretende aplicar los principios del DU al diseño del currículo de los diferentes niveles educativos. El DUA ha sido desarrollado por el Centro de Tecnología Especial Aplicada (CAST).

Este centro nació en 1984 con el fin de desarrollar tecnologías que apoyaran el proceso de aprendizaje de alumnos con algún tipo de discapacidad, de tal modo que pudiesen acceder al mismo currículo que sus compañeros. Ante la imposibilidad o dificultad de algunos estudiantes para acceder a los contenidos

incluidos en soportes tradicionales (como el libro de texto impreso), desde el CAST se focalizaron los esfuerzos en diseñar libros electrónicos con determinadas funciones y características que los hacían accesibles a dichos alumnos, como la opción de convertir el texto en audio

.

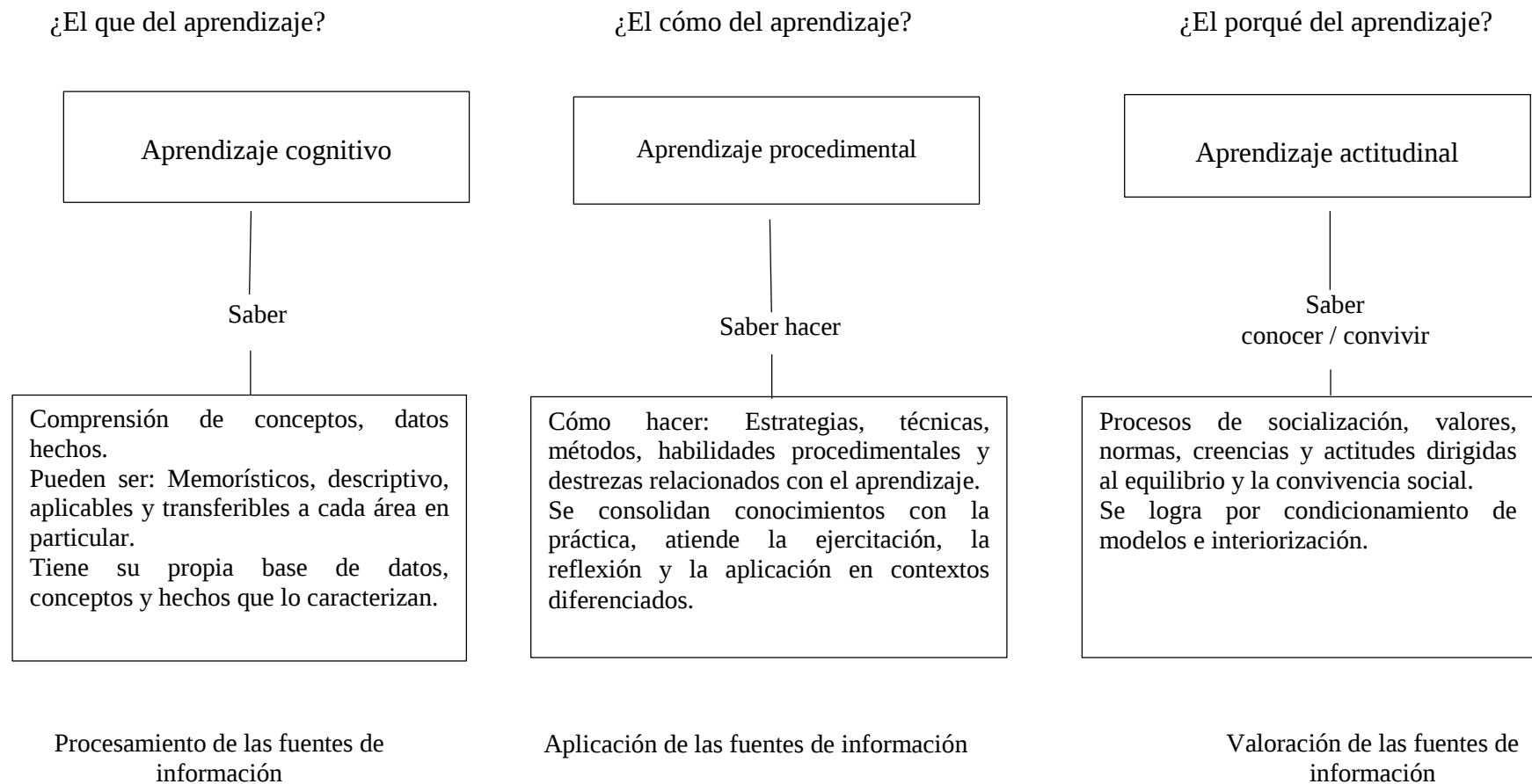


Figura 3. Dimensiones del aprendizaje basado en Kolb (1995)

El DUA tiene su origen en las investigaciones llevadas a cabo por este centro en la década de 1990. Sus fundadores, David H. Rose (neuropsicólogo del desarrollo) y Anna Meyer (experta en educación, psicología clínica y diseño gráfico), junto con los demás componentes del equipo de investigación, han diseñado un marco de aplicación del DUA en el aula cimentado en un marco teórico que recoge los últimos avances en neurociencia aplicada al aprendizaje, investigación educativa, y tecnologías y medios digitales. Así también, Márquez (1999) indica lo siguiente:

Los procesos de aprendizaje son las actividades que realizan los estudiantes para conseguir el logro de los objetivos educativos que pretenden. Constituyen una actividad individual, aunque se desarrolla en un contexto social y cultural, que se produce a través de un proceso de interiorización en el que cada estudiante concilia los nuevos conocimientos a sus estructuras cognitivas previas. La constitución del conocimiento tiene pues dos vertientes: una vertiente personal y otra social. (p. 22)

El estudio de la mente y de los mecanismos que intervienen en el aprendizaje se ha desarrollado desde varios puntos de vista basados en la misma cuestión fundamental, a saber: ¿cuáles son las condiciones que determinan un aprendizaje más efectivo? (Gagné, 1988).

2.2.3 Circuitos eléctricos

El curso de circuitos eléctricos tiene el propósito de identificar conceptos, propiedades de los elementos activos y pasivos en circuitos de corriente continua y alterna, principios, leyes y teoremas para la solución y análisis de circuitos eléctricos en estado estable y transitorio con diversas excitaciones.

Para el aprendizaje de circuitos eléctricos se requiere la participación activa de los estudiantes para la adquisición de conocimientos científicos, así como utilizarlos y transferirlos a la práctica, por eso la afirmación de la teoría de circuitos eléctricos con el uso de los laboratorios físicos y con el nuevo enfoque para simulación por computadora, se ha logrado que los sistemas computacionales en la actualidad sean mucho más amigables y accesibles para el usuario común, dando por resultado un mercado en expansión que a su vez estimula el crecimiento de los llamados laboratorios virtuales.

La teoría de circuitos eléctricos es la disciplina científica que estudia las propiedades que emergen al interconectar dispositivos de naturaleza eléctrica. El nombre de circuitos alude a que las interconexiones han de formar al menos una trayectoria cerrada.

En todas las ramas de la ciencia y de la tecnología se trabaja con modelos idealizados, que, sin ser representaciones exactas de la realidad, son suficientemente simples y tienen una exactitud suficiente para el fin perseguido. En electrotecnia y electrónica una idealización usual es considerar que los

elementos que forman los circuitos son de parámetros concentrados (con propiedades concentradas en puntos) y que se interconectan entre sí por conductores ideales, sin resistencia a la corriente eléctrica. Al conectar estos elementos entre si se forman circuitos eléctricos. Las magnitudes fundamentales en un circuito eléctrico son las diferencias de potencial eléctrico y las corrientes y quedan determinadas cuando se conoce la evolución de estas variables en el tiempo. Los elementos ideales de que constan los circuitos de parámetros concentrados son: resistencias, condensadores, bobinas o inductancias, bobinas acopladas magnéticamente, transformadores ideales, fuentes de tensión y fuentes de corriente.

2.2.3.1 Circuitos transitorios

Los fenómenos transitorios constituyen más del 80% de los regímenes de operación de cualquier red eléctrica, entendiéndose también como circuitos eléctricos en general. La simple conexión o desconexión de los equipos, la variación de las magnitudes de alimentación de una red o de los parámetros que caracterizan sus componentes; además de las fallas producidas, ya sea por factores tecnológicos o por medioambientales, provocan condiciones anormales en las redes eléctricas con el consiguiente estrés en los equipos: calentamiento, vibraciones, etc., lo que puede provocar averías y disminuir el tiempo de vida útil de los mismos.

El estudio de los procesos transitorios permite predecir qué tanto y por qué tiempo, puede soportar una red los efectos de estos fenómenos; además,

suministran datos útiles para el diseño de equipos que actúan como protección, adecuando los circuitos en concordancia con el tipo y la dimensión de los transitorios que más frecuentemente se producen en su entorno. De manera que resulta de gran interés para los ingenieros del perfil mecánico electricista adquirir habilidades para calcular, medir y analizar las magnitudes y parámetros que caracterizan a estos procesos.

Circuitos eléctricos:

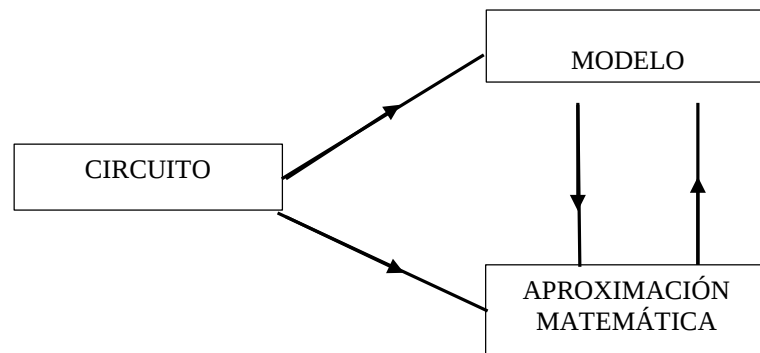


Figura 4. Diagrama de bloques

Análisis de circuitos:

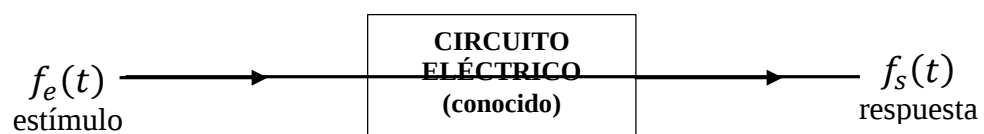


Figura 5. Análisis de circuitos eléctricos.

Síntesis de circuitos:



Figura 6. Síntesis de circuitos eléctricos

Ejemplo:

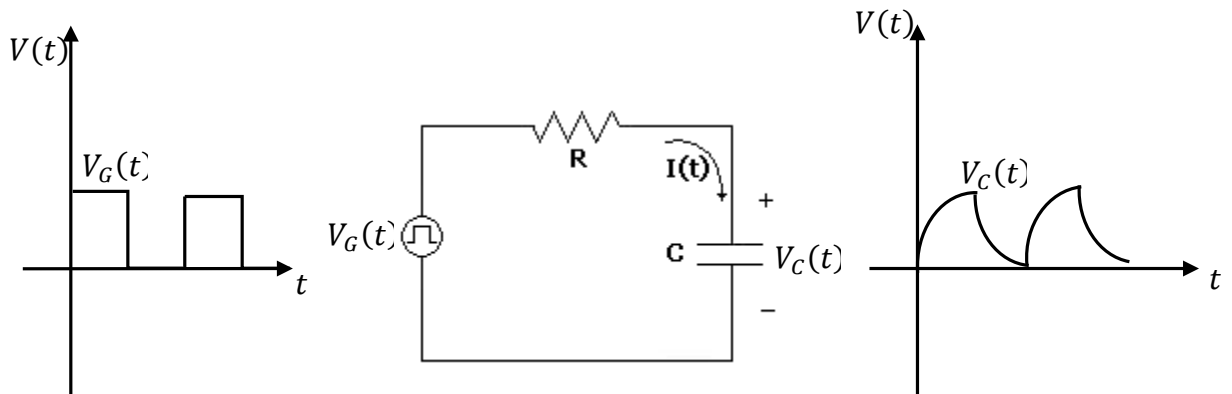


Figura 7. Circuito transitorio de primer orden.

2.2.3.2 Competencias

Se trata de un concepto polisémico y complejo, que se presta a múltiples matices e interpretaciones según el ámbito que sea usado, es complejo por lo ambiguo y diversidad de los componentes que lo constituyen, es decir que la competencia no solo es lo cognitivo (saber), también están las habilidades (saber hacer) siendo complementadas con las actitudes y valores (saber ser-estar). Es un desempeño idóneo en un contexto específico, bajo ciertas condiciones dadas, que combina conocimientos, habilidades y actitudes (Lozano, 2001).

Es la cualidad de ser capaz de realizar una tarea de manera eficaz, de acuerdo a las capacidades físicas, mentales, de una persona. Es considerada un talento o una capacidad y existen diferentes tipos de habilidades las cognitivas son aquellas que permiten al individuo conocer, pensar, almacenar información, organizarla y transformarla hasta generar nuevos productos, realizar operaciones tales como

establecer relaciones, formular generalizaciones, tomar determinaciones, resolver problemas y lograr aprendizajes perdurables y significativos (Gardner,1985).

CAPÍTULO III

SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

H: La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería.

3.2 Hipótesis Específicas

H1: La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje cognitivo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería.

H2: La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel de Investigación

La investigación planteada se realizará bajo el enfoque cuantitativo de tipo experimental, de nivel aplicada para probar las hipótesis. Para Hernández, Fernández, y Baptista (2006, p 5) “El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

4.2 Diseño de la Investigación

El diseño es experimental, porque se va a determinar el efecto de la simulación computacional en el trabajo experimental (variable independiente) sobre la mejora del aprendizaje del curso de circuitos eléctricos (variable dependiente) tal como instruyen Hernández, Fernández, y Baptista, (2006, p.159): “El diseño se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador”.

Se empleará un estudio preexperimental a un solo grupo con evaluación previa (pre test), a la intervención para determinar la línea de base y con evaluación posterior a la intervención (post test), para evaluar el resultado de salida.

O1 X O2

O1: Pre test

X: Actividades de simulación computacional en el trabajo experimental.

O2: Post test

4.3 Población y Muestra

La población estuvo constituida por 85 estudiantes matriculados en el ciclo 2017-2 del curso de Laboratorio de circuitos eléctricos I, ML-124, del plan de estudios de la especialidad de ingeniería mecánica eléctrica, la muestra considerada fue la sección A, curso impartido en el laboratorio de electricidad y electrónica de potencia, al igual que los demás cursos relacionados a circuitos eléctricos que se dictan en las especialidades de ingeniería mecánica, naval y mecatrónica de la FIM-UNI.

Muestreo

El tipo de muestreo fue no probabilístico de tipo intencional.

Muestra

La cantidad de alumnos fue de 12 estudiantes del curso de Laboratorio de circuitos eléctricos I, ML124 sección A.

4.4 Operacionalización de las variables y los indicadores

Variable independiente: Simulación computacional en el trabajo experimental.

Definición conceptual: Representa el comportamiento y las respuestas de un sistema real o supuesto para construir aprendizajes significativos como soporte en el trabajo experimental del laboratorio.

Definición operacional: Es el conjunto y secuencia de actividades a realizar en el laboratorio para la adquisición de conocimientos y potenciamiento de habilidades y actitudes con el apoyo de los softwares simuladores

Variable dependiente: Aprendizaje del curso de circuitos eléctricos.

Definición conceptual: Es el incremento de la capacidad de reflexionar y resolver problemas de circuitos eléctricos, utilizando las competencias de contenidos (conocimientos), procedimental y actitudinal luego del uso de un simulador.

Definición operacional: Comprende mayor destreza y reflexión en las actividades para adquirir conocimientos necesarios de la teoría de circuitos eléctricos para desarrollarlos según los procedimientos aplicados y las actitudes que estas conllevan con el apoyo del simulador.

Operacionalización de la variable: Aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I.

Dimensión	Definición	Indicadores	Ítems
Aprendizaje Cognitivo de la teoría de circuitos eléctricos.	Es el procesamiento para adquirir conocimientos a través de conceptos, datos y hechos que lo caracterizan. Pueden ser: Memorísticos, descriptivos, relacionados a la teoría de circuitos eléctricos.	1.-Identifica el fenómeno de circuitos transitorios. 2.- Memoriza conceptos de circuitos eléctricos. 3.- Describe gráficas de circuitos transitorios. 4.- Reconoce circuitos transitorios de diferente orden.	1.- ¿Cómo se generan los circuitos transitorios? Mediante un esquema eléctrico para cargar y descargar un condensador: (ver esquema en el instrumento) 2.- ¿Cuál de las curvas en la figura b, muestra el transcurso de la corriente de carga? 3.- ¿Cuál de las curvas en la figura b, muestra el transcurso de la tensión en el condensador al cargar? 4.- ¿Cuál de las curvas en la figura b, muestra el transcurso de la corriente de descarga? 7.- Los circuitos transitorios se oponen al cambio brusco y se manifiesta como: 8.- Las condiciones iniciales de las variables de tensión y corriente interesan si: 11.- El coeficiente de autoinducción generado por una bobina tiene su origen:
Aprendizaje procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I.	Es la aplicación de las fuentes de información, mediante estrategias, métodos, técnicas, procedimientos y habilidades relacionadas a la teoría de circuitos eléctricos.	5.- Destreza para aplicar conocimientos previos. 6.- Analiza la función matemática de las respuestas en un circuito transitorio. 7.- Habilidad para aplicar los circuitos transitorios. 8.- Métodos y técnicas	5.- ¿Que unidad tiene la capacidad de un condensador? 6.- Las variables del circuito transitorio están sometidas a factores exponenciales decrecientes cuyos valores dependen de: 9.- En circuitos transitorios de segundo orden RLC el coeficiente de amortiguamiento se calcula: 10.- La frecuencia natural de resonancia se calcula: 12.-En cuanto a los circuitos diferenciador e integrador:

		utilizadas en los circuitos transitorios.	13.- Cual de las siguientes opciones es la correcta 14.- El decremento logarítmico está definido por: 15.- En cuanto a las constantes de tiempo en los circuitos transitorios de primer orden.
--	--	---	--

4.5 Técnicas e instrumentos

a) Para la evaluación de competencias

La técnica utilizada fue la encuesta mediante la cual se aplicó el instrumento que para esta investigación consistió en una prueba de evaluación de los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales del estudiante en el curso de circuitos eléctricos para estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la universidad objeto de estudio.

El instrumento es una prueba elaborada para este fin en base a un tema del curso como los circuitos eléctricos importante como base fundamental del futuro ingeniero mecánico electricista de la universidad en estudio dado el perfil de egreso que se requiere y la competitividad que debe mostrar en el mercado laboral.

Tabla 1
Especificación de los contenidos de la prueba

Contenidos	Ítems(Preguntas)
Cognitivos	1,2,3,4,5,6,7
Procedimental	8, 9,10,11,12,13,14,15

Elaboración propia

b) Para medición de resultados de la prueba

Se evaluará tomando el sistema vigesimal de acuerdo a la escala de calificación de la universidad en estudio, donde de 10 a 10.99 es una nota aprobatoria, de 14 a 20 es excelente de 11 a 12 es bueno y de 12.1 a 13.99 es muy bueno.

Ficha técnica de la prueba de pretest y pos test

Ficha Técnica

Nombre : Prueba de pretest y postest para el curso de laboratorio de circuitos eléctricos I. FIM. EPIME - UNI, 2017

Autor : Francisco Sinchi Yupanqui

Año : 2017

Administración: Individual

Dirigido a : Estudiantes V Ciclo de la EPIME - FIM - UNI, del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I, sección A.

Duración : 25 minutos

Edad promedio: 20 años

Procedencia : Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Nº de Ítems : 15

Pregunta : De alternativa múltiple: a) b) c) d)

Significación : Se trata de un cuestionario compuesto de 15 preguntas

Validez del instrumento, la prueba de pretest y postest

Fiabilidad

Para determinar la fiabilidad del instrumento en el caso de nuestra investigación, se revisaron los ítems del instrumento original, la prueba única que

sería para pre test y luego como pos test, se aplicó a una muestra de 14 estudiantes del ciclo VI de la EPIME – FIM – UNI, que ya habían llevado el curso de laboratorio de circuitos eléctricos I, con los siguientes resultados.

Tabla 2

Resultados de la prueba piloto en 14 estudiantes de la EPIME - UNI ,2017- 2

Estudiantes	Preguntas 1-15													
EST 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
EST 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
EST 3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
EST 4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
EST 5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
EST 6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EST 7	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
EST 8	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
EST 9	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
EST 10	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
EST 11	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
EST 12	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
EST 13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
EST 14	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

Con la prueba Kr 20 de Richarson se encontró un valor de 0.603 que se considera aceptable, lo que indicaría la fiabilidad del instrumento a aplicar según se observa en la Tabla 12 obtenido mediante el programa SPSS.

Tabla 3

Confiabilidad con KR 20

Alpha de Crombach	elementos
0.63	12

Elaboración propia

Criterio de jueces

Resultados de la validez de contenido por medio de criterio de jueces

Tabla 4

Validez de contenido por criterio de jueces

Ítems	Experto 1	Experto 2	Experto 3
Intencionalidad	95%	100%	100%
Suficiencia	95%	100%	100%
Consistencia	95%	100%	100%
Coherencia	95%	100%	100%
Promedio	95%	100%	100%

Fuente: Fichas técnicas de evaluación de cada experto
Elaboración propia

El análisis cuantitativo de la validez de contenido por criterio de jueces presentado en la tabla 4 indica que los tres expertos consideraron que los ítems evaluados, cuyos promedios son 95, 100 y 100 %, respecto a la intencionalidad, suficiencia, consistencia y coherencia es muy adecuado, lo que nos permite concluir que el cuestionario de pre test y post test para la evaluación de los estudiantes presenta validez de contenido.

4.6 Procedimiento

Para la siguiente investigación, previa autorización del director de la EPIME de la universidad del estudio se aplicó una prueba de rendimiento pretest, para evaluar los conocimientos previos, las habilidades y actitudes que tienen los estudiantes.

Luego se procedió a la aplicación del trabajo experimental y la simulación computacional con los siguientes pasos:

- Informar sobre el experimento a realizar
- Formación de grupos de estudiantes por afinidad
- Planificación del proceso
- Toma de decisiones
- Implementación y ejecución

A lo largo del proceso se fue evaluando conocimientos, habilidades con un pequeño instrumento lista de chequeo. Posteriormente se aplicó la Post test, para verificar conocimientos.

4.7 Plan de análisis de datos

Para analizar los datos tomados de los pretest y posttest de los 12 estudiantes de la muestra se realizaron los siguientes pasos:

- Ordenamiento de los resultados del pretest y del posttest en una hoja de cálculo Excel. Con las valoraciones de cada pregunta para cada uno de los 12 estudiantes
- Sumatoria de todos los ítems de cada alumno tanto en la prueba de pretest como el pos test
- Obtención de la nota final para cada alumno tanto en el pretest como el pos test

La aplicación del prest se realizó al inicio del ciclo 2017-2, en el mes de agosto del 2017 y el post test en el mes de diciembre del mismo año.

Para el análisis se utilizaron las tablas de distribución de frecuencias, identificando la relación de variables con la estadística descriptiva pruebas de normalidad de Shapiro -Wilk y de la inferencial con Kr20 para la fiabilidad de la prueba de pretest y posttest, así como la prueba de Wilcoxon para la diferencia de medias entre el posttest y el pretest. Los datos se procesaron mediante el software SPSS.

4.8 Consideraciones éticas

Se siguieron los lineamientos éticos de objetividad, honestidad, respeto a la confidencialidad de los encuestados. Se cumplió con lo establecido en la normas del Comité de Ética para Humanos (CIEH) de la universidad.

Se les indicó que la información proporcionada le permitiría decidir de manera informada su participación.

Los estudiantes recibieron la orientación necesaria sobre el programa de simulación computacional en el trabajo experimental, que utilizarían, previa inducción de este y que se iba orientando clase a clase con el objetivo de elevar su rendimiento después del experimento. En la primera sesión de clase se aplicaría el pre test y al finalizar ocho sesiones se les tomaría el pos test a fin de comprobar la hipótesis planteada.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Aspectos descriptivos

El análisis descriptivo de la investigación conlleva a presentar los resultados del pretest y pos-test. Luego, utilizando el programa SPSS, se procedió a realizar el análisis. En las siguientes tablas, desde la 5 hasta la 15, presentamos lo procesado. La investigación pre experimental consistió en aplicar un pretest y después de la intervención un posttest a 12 estudiantes del curso de laboratorios de circuitos eléctricos I de la sección A, con los siguientes resultados:

Tabla 5

Resultados de las pruebas de pretest y pos test para 12 estudiantes de la EPIME, curso Laboratorio de circuitos eléctricos I

	Total			Cognitivo			Procedimental		
	Pre Test	Postest	D	Pre Test	Postest	D	Pre Test	Postest	D
E1	11	16	5	5	7	2	6	9	3
E2	11	17	6	7	6	-1	4	11	7
E3	12	17	5	8	8	0	4	9	5
E4	11	13	2	3	6	3	8	7	1
E5	9	16	0	5	7	2	4	9	5
E6	11	13	0	6	4	-2	5	9	4
E7	7	11	9	0	3	3	7	8	1
E8	12	12	0	4	7	3	8	5	3
E9	9	16	7	4	7	3	5	9	4
E10	7	13	6	3	4	-1	4	9	5
E11	5	10	4	4	3	-1	1	7	6
E12	12	12	0	6	4	-2	6	8	2

Elaboración propia

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de las pruebas de pre test y pos test

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Pre - test	12	5,00	12,00	9,7500	2,34036	5,477
Post - test	12	1,00	17,00	12,9167	4,44069	19,720
N válido (por lista)	12					

Elaboración propia

Como se observa, luego de la aplicación de la intervención mediante el programa de simulación se obtuvo un incremento del promedio del rendimiento en la prueba, de una media de 9.75 se elevó a una media de 12.91 lo que podría dar indicios de un buen resultado a través del experimento programado.

A continuación, presentamos los histogramas de las pruebas pretest y posttest

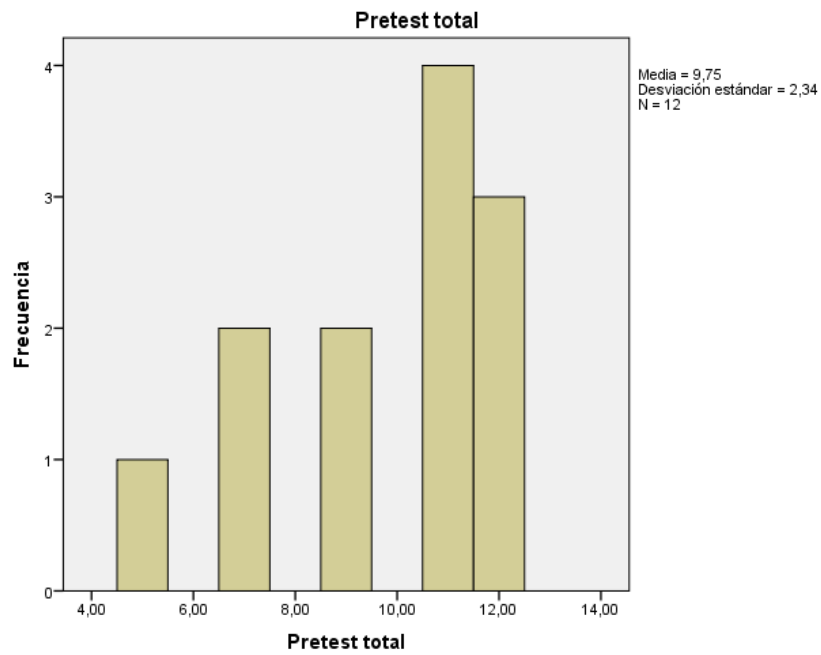


Figura. 8. Histograma total de la prueba pretest

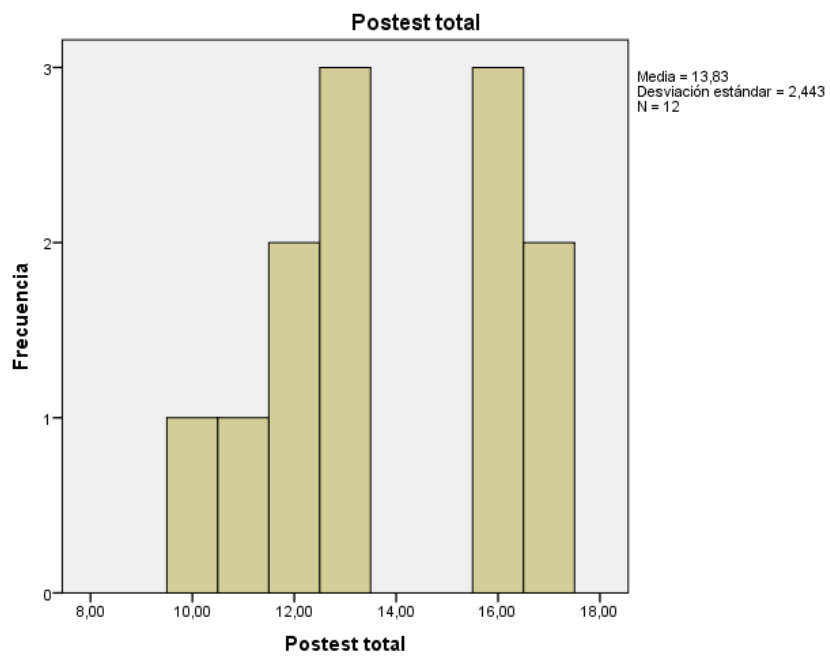


Figura. 9. Histograma total de la prueba post-test

Como se visualiza se presentan formas no normales de la distribución de la frecuencia en cada tipo de test.

Tabla 7
Estadísticos descriptivos generales de cada tipo de prueba

Tipo de test			Estadístico	Error estándar
Pretest	Media		9,7583	0.7560
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3.2435	
		Límite superior	5.9232	
	Media recortada al 5%		11,4396	
	Mediana		11,0000	
	Varianza		7,327	
	Desviación estándar		2,70678	
	Mínimo		6,00	
	Máximo		18,00	
	Rango		12,00	
	Rango intercuartil		3,00	
	Asimetría		0,091	0.251
	Curtosis		-0,298	0.498
Post test	Media		12,9167	1.28192
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,4264	
		Límite superior	12,6823	
	Media recortada al 5%		12,0966	
	Mediana		12,0000	
	Varianza		9,195	
	Desviación estándar		3,03230	
	Mínimo		4,00	
	Máximo		20,00	
	Rango		16,00	
	Rango intercuartil		4,00	
	Asimetría		-0,268	0.251
	Curtosis		0,370	0.498

Elaboración propia

De los resultados obtenidos, mediante el programa el SPSS, se deduce que los datos para el pretest no estarían siguiendo una distribución normal en tanto la media de la prueba pretest que es 9.75 y la mediana es diferente que asciende a 11.00. Asimismo, la curtosis es -0.3, la asimetría es -0.916 lo cual indica que es una distribución no normal. Respecto al posttest encontramos que, la media de la prueba

pos-test que es 12.91 y la mediana es diferente que asciendo a 13.00. Así como también, la curtosis es 4,5, la asimetría es -1.87 lo cual indica que es una distribución no normal.

Luego se procedió a analizar los resultados descriptivos mediante la aplicación a las dimensiones, como a continuación se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de las pruebas de pretest y post test de la dimensión cognitiva y procedimental

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Pre cognitivo	12	,00	8,00	4,5833	2,10878
Post cognitivo	12	3,00	8,00	5,5000	1,78377
Pre procedimental	12	1,00	8,00	5,1667	1,99241
Post procedimental	12	5,00	11,00	8,3333	1,49747
N válido (por lista)	12				

De la tabla anterior podemos indicar que la media de la dimensión cognitiva se incrementó de 4.58 a 5.50. Lo cual es consistente con el aumento de la prueba en general. En cuanto a la dimensión procedimental aumento de 5.17 a 8.33 que también refleja el, aumento del total de la prueba de post test.

Histogramas de los resultados de las dimensiones cognitiva y procedimental del pretest y del posttest

Dimensión cognitiva

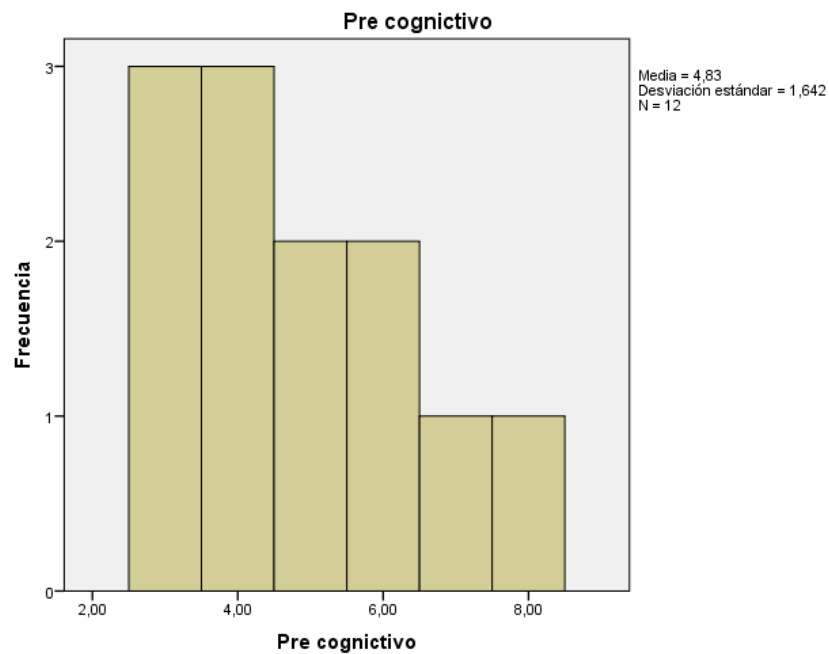


Figura 10.. Frecuencias de la dimensión cognitivo

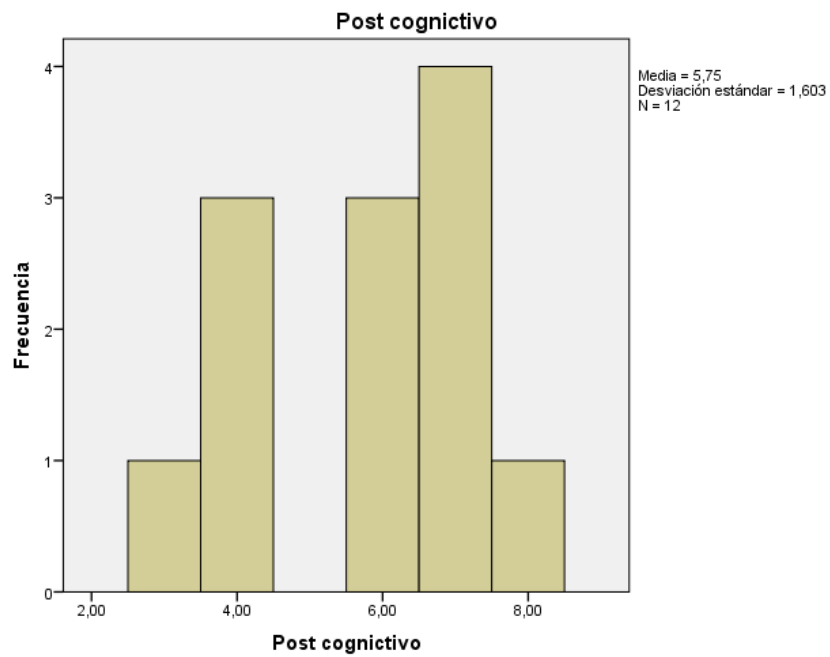


Figura 11. Normal esperado del dimensión cognitiva

Dimensión procedimental

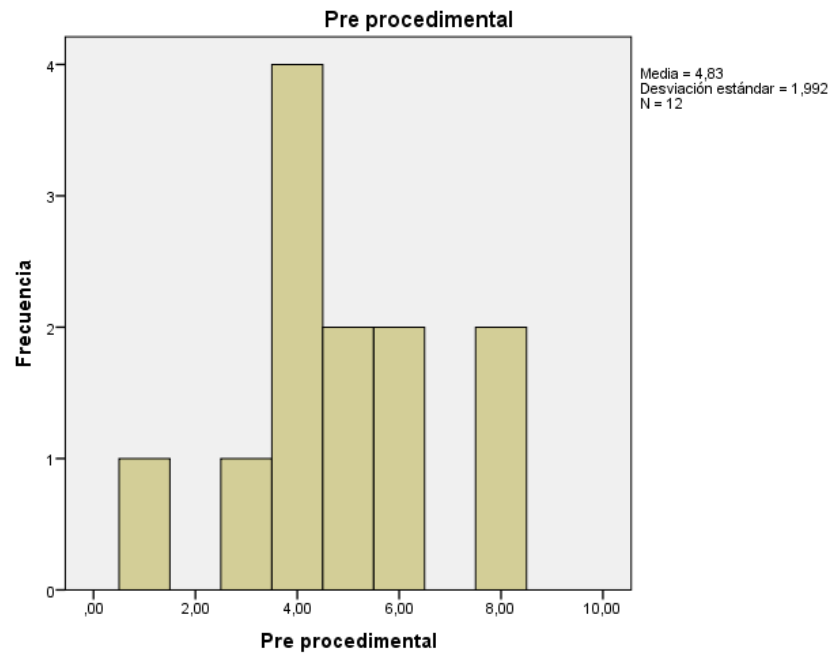


Figura 12. Frecuencia de la dimensión procedimental

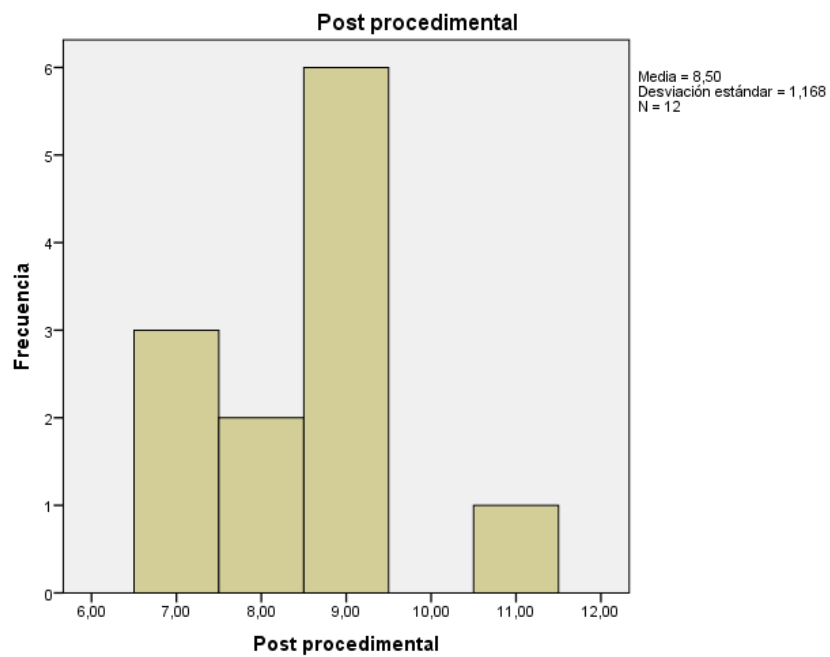


Figura 13. Normal esperado de la dimensión procedimental

Estadísticos descriptivos de los resultados de las dimensiones cognitiva y procedimental del pretest y del postest

Tabla 9
Estadísticos descriptivos

Estilo		Estadístico	Error estándar
Pre cognitivo	Media	4,583	0.28220
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 3.2435 Límite superior 5.9232	
	Media recortada al 5%	11,4396	
	Mediana	11,0000	
	Varianza	7,327	
	Desviación estándar	2,70678	
	Mínimo	6,00	
	Máximo	18,00	
	Rango	12,00	
	Rango intercuartil	3,00	
	Asimetría	0,091	0.251
	Curtosis	-0,298	0.498
Post cognitivo	Media	5,50	0,31614
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 11,4264 Límite superior 12,6823	
	Media recortada al 5%	12,0966	
	Mediana	12,0000	
	Varianza	9,195	
	Desviación estándar	3,03230	
	Mínimo	4,00	
	Máximo	20,00	
	Rango	16,00	
	Rango intercuartil	4,00	
	Asimetría	-0,268	0.251
	Curtosis	0,370	0.498
Pre procedimental	Media	5,16.67	0.34338
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 11,9592 Límite superior 13,000	
	Media recortada al 5%	12,7367	
	Mediana	13,0000	
	Varianza	10,848	
	Desviación estándar	3,29362	
	Mínimo	4,00	
	Máximo	20,00	
	Rango	16,00	
	Rango intercuartil	4,75	
	Asimetría	-0,356	0.251
	Curtosis	-0,22	0.498

Post procedimental	Media	8,3333	0.36366
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 12,1363	
		Límite superior 13,5811	
	Media recortada al 5%	12,9420	
	Mediana	13,0000	
	Varianza	12,167	
	Desviación estándar	3,48807	
	Mínimo	3,00	
	Máximo	20,00	
	Rango	17,00	
	Rango intercuartil	4,00	
	Asimetría	-0,414	0.251
	Curtosis		0.498
		-0,264	

Dimensión actitudinal

Se hace mención de la importancia de evaluar estos aspectos en el estudiante de ingeniería, pero en este caso no se ha considerado su evaluación por ser estos aspectos más ligados a las características psicológicas, de la influencia del entorno social, familiar, económico en que se desenvuelve el estudiante. Para los fines de la presente investigación estos elementos no son relevantes en tanto la prueba diseñada pretende medir competencias científicas- tecnológicas.

De los resultados descriptivos se puede tener referencias de que los puntajes obtenidos tanto en la prueba de pretest como posttest en las dimensiones cognitiva y procedimental no siguen una distribución normal. Por ello, es necesario realizar las pruebas de normalidad.

5.2 Aspectos inferenciales

5.2.1 Pruebas de normalidad del pretest y posttest totales

Tabla 10

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pretest	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Post test	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Elaboración propia

Tabla 11

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test	,287	12	,007	,853	12	,040
Post test	,207	12	,165	,924	12	,325

Elaboración propia

La prueba de normalidad con Shapiro Wilk para los resultados del pretest revelan que no provienen de una población que sigue una distribución normal en tanto p valor asciende a 0,04 menor que 0,05 de significancia. En cuanto al posttest se halló un p valor de 0,325 mayor que 0,05 por tanto estos resultados provienen de una distribución que sigue una curva normal.

5.2.2 Contrastación entre simulación y niveles de aprendizaje

De las dimensiones cognitiva y procedimental del pretest y postest

Tabla 12

Dimensión cognitiva y procedimental del pretest y postest

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
Pre cognitivo	0,143	12	0,200	0,960	12	0,788
Post cognitivo	0,216	12	0,126	0,872	12	0,070
Pre procedimental	0,196	12	0,200*	0,929	12	0,368
Post procedimental	0.255	12	0,030	0,884	12	0,099

* Límite inferior de la significación verdadera

Elaboración propia

Se observa que en la dimensión pre cognitivo se obtiene un p valor 0,788 que es mayor que 0,05, se acepta la hipótesis nula en el sentido que provienen de una distribución normal. Para el post test la dimensión cognitiva resulta un p valor 0.070 que mayor que 0.05, por lo que los datos provienen de una distribución normal.

En el caso de la dimensión procedimental para la prueba de pre test el valor de p es 0,368 que es mayor que 0.05, lo que significa que los datos provienen de una de una distribución normal. Y para la dimensión procedimental del post test resulta un p valor de 0,099 que es menor que 0.05, por lo tanto, se indica que los datos provienen de una distribución no normal

5.2.3 Proceso de pruebas de hipótesis

Para probar las hipótesis tomamos en cuenta que las pruebas difieren de procedencia de distribución y aplicamos la prueba de Wilcoxon para datos no normales de diferencias de medias, como a continuación se presenta.

Prueba para la diferencia de medias del postest y el pretest Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Tabla 13

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Resumen de procesamiento de casos de pruebas de normalidad

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Post test – Pre test	Rangos negativos	1 ^a		11
	Rangos positivos	10 ^b		5.50
	Empates	1		
	Total	12		

a. pos - test < pre - test

b. pos - test > pre - test

c. pos - test = pre - test

Elaboración propia

Tabla 14

Prueba de Wilcoxon para la diferencia de medias para resultados totales

Estadísticos de prueba

	Post test – Pre test
Z	- 1.9663 ^a
Sig., asintótica (bilateral)	0.05

Elaboración propia

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

La significancia de esta prueba indica un p valor de 0.05 que es igual al valor de la prueba en el sentido que no existe diferencias entre los resultados de la prueba de posttest y pretest. En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa que si existe diferencia en el resultado de las pruebas de posttest y pretest.

Tabla 15

Prueba de Wlixon para la diferencia de medias para las dimensiones cognitiva y procedimental del pretest y posttest

Estadísticos de prueba		
	Postcognitivo- Precognitivo	Postcognitivo- Precognitivo
Z	-1, 620 ^a	-2.596b
Sig., asintótica (bilateral)	0.105	0.009

Elaboración propia

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Dimensión cognitiva

La significancia resulta un p valor de 0,105 que es mayor que 0,05. En el sentido que no existe diferencia entre las medias de los resultados del posttest y pretest dimensión cognitiva. En consecuencia, no existe diferencias ente los resultados del posttest con el pretest.

Dimensión procedimental

La significancia resulta un p valor de 0,009 que es menor que 0,05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa en el sentido que sí existe diferencia ente las medias de los resultados del posttest y pretest dimensión procedimental. Es decir, si hay razón para relacionar el hecho que al propiciar una intervención influye en el aprendizaje procedimental de los estudiantes de la EPIME- UNI.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de evaluar los análisis estadísticos de diferencias de medias entre el pre test y el posttest mediante la prueba de Wilcoxon utilizando el software SPSS, se establece que sí existe diferencia significativa entre las notas obtenidas en el pretest y el posttest después del uso del simulador en el trabajo experimental para el curso de circuitos eléctricos para los estudiantes de la EPIME que fueron parte del estudio en el periodo académico 2017-2.

Se prueba que los estudiantes elevan su rendimiento cuando utilizan estrategias prácticas que unen la teoría con lo experimental. Así pues, en esta investigación se verificó que el uso de la simulación computacional en el trabajo experimental coadyuva a mejorar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica y, a su vez, elevar el rendimiento académico.

Adopción de decisiones

En cuanto a la *hipótesis general* se encuentra que la prueba de diferencia de medias resulta con un p valor de 0,05. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa en el sentido siguiente: Si existe diferencia significativa entre los resultados de las

pruebas de pretest y postest. Estos resultados coinciden con los encontrados por Gómez (2012) respecto a la mejora del aprendizaje expresado en sus notas finales después del postest que incrementaron su rendimiento al aplicarle el programa de enseñanza al grupo respectivo con una media de 16.56 y lo de enseñanza tradicional se obtuvo una media de 13.56. Según Martínez y Cantú (2017) concluyen que el uso de la simulación hace más activa las clases, por ende, contribuye al mejoramiento del aprendizaje.

En cuanto a la *hipótesis específica 1: La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje cognitivo del curso de circuitos eléctricos en la facultad de ingeniería mecánica de la UNI*. En base a los resultados inferenciales con la prueba de hipótesis de Wilcoxon se encuentra que no existe diferencia significativa entre los resultados del postest y pretest en la dimensión cognitiva con p valor de 0.105 mayor que 0.05. En consecuencia, en el presente estudio se encuentra que no existe relación significativa y que la aplicación de un programa no ayuda en el aprendizaje cognitivo de los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica de la EPIME-UNI.

Respecto a la *hipótesis específica 2: La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje procedimental del curso de circuitos eléctricos en la facultad de ingeniería mecánica de la UNI*. Con los resultados inferenciales utilizando la prueba de hipótesis de Wilcoxon si se encontró diferencia significativa entre los resultados del postest y pretest en la dimensión procedimental con p valor de 0.009 menor que 0.05. En consecuencia, en la

presente investigación se encuentra que existe relación significativa y que la aplicación de un programa evidencia ayuda a la mejora del aprendizaje procedimental de los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica de la EPIME-UNI. Este resultado coincide con el encontrado por Castillejos quien afirma que sí se da una relación entre el uso del simulador en una mejora de las habilidades del pensamiento del orden superior y trabajan más colaborativamente.

Los hallazgos se respaldan en los estudios de Dederlé et al (2015) en el sentido que el módulo orientador realizado en su tesis propicia la construcción del nuevo conocimiento en los estudiantes. También de Cabezas (2017), quien llega a la conclusión que la simulación es de suma utilidad para el desarrollo de competencias en los estudiantes.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos, preguntas e hipótesis de investigación planteadas en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

1. Se determinó que la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I, en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, en la facultad de ingeniería mecánica de la universidad nacional de ingeniería, después de la intervención con la muestra de estudiantes que fueron objeto del estudio de investigación en el periodo académico 2017-2.
2. En base a los resultados inferenciales con la prueba de hipótesis de Wilcoxon se encuentra que no existe diferencia significativa entre los resultados del postest y pretest en la dimensión cognitiva con p valor de 0.105 mayor que 0.05. En consecuencia, en el presente estudio se encuentra que no existe relación significativa y que la aplicación de un programa no ayuda en el aprendizaje cognitivo de los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica de la FIM-UNI.

3. Se determinó que la simulación computacional en el trabajo experimental, influye en el aprendizaje procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I, en estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica en la facultad de ingeniería de la universidad nacional de ingeniería. Con los resultados inferenciales utilizando la prueba de hipótesis de Wilcoxon se encontró diferencia significativa con p igual a 0.009 menor que 0.05. En consecuencia, se indica que la aplicación de un programa evidencia ayuda a la mejora del aprendizaje procedimental de los estudiantes.
4. Que la intervención del programa de enseñanza de circuitos transitorios “Simulación computacional en el trabajo experimental” en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I de los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, daría un mejor resultado en cuanto a una mejora en los aprendizajes del tema de circuitos transitorios, ya que fortalece los aspectos procedimentales que se requieren para la competitividad del egresado en el mercado laboral.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

1. Considerar la posibilidad de implementar obligatoriamente la simulación computacional en el trabajo experimental para la enseñanza aprendizaje de los cursos de laboratorios de circuitos eléctricos de la FIME – UNI.
2. Dar a conocer a las autoridades y a los docentes de la EPIME de la universidad en estudio, los resultados de la presente investigación a fin de que se tomen en cuenta nuevas estrategias de enseñanza – aprendizaje, entre ellas la simulación computacional, para los cursos de aplicación como circuitos eléctricos y similares.
3. Realizar estudios cuantitativos, cualitativos y mixtos para determinar otros factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de las diversas especialidades de la facultad de Ingeniería Mecánica de la universidad pública, objeto de la presente investigación.

4. Propiciar y diseñar actividades que desarrollen formas de aprendizaje, acordes con los objetivos, los perfiles de los egresados de las diversas especialidades de la facultad de la universidad pública en estudio.
5. Diseñar métodos de enseñanza que favorezcan el uso de softwares de simulación computacional para el mejor aprovechamiento de las competencias de los estudiantes.
6. Solicitar a las autoridades de la facultad en la universidad pública, materia de la presente investigación, que apoyen siempre los cursos de capacitación referidas a estrategias de aprendizaje y de enseñanza en ciencias e ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulwahed M, y Nagy Z. K. (2009). *Applying Kolb experiential learning cycle for laboratory education. Journal of Engineering Education*, 98(3), 283-294.
- Alejandro Martínez-Marín, F., & Cantú-Munguía, I. A. (2017). Manejo de la simulación en la enseñanza de la ingeniería Simulation handling in teaching engineering. *Revista Educación En Ingeniería*, 12(24), 58–62.
<https://doi.org/10.26507/rei.v12n24.749>
- Cabezas Chico Edison. (2017). Universidad Central del Ecuador. Diseño de un software educativo en el aprendizaje de estudiantes de segundo semestre de análisis de sistemas.
- Castillejos. (2016). Uso del simulador de circuitos eléctricos en el contexto de la docencia en la ingeniería.
- Cuadros, P. (2002). *Elaboración y aplicación de actividades experimentales con material de bajo costo y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física general en la UNE*. Lima: Instituto de investigación de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Dederlé, C. R., Pérez, V. E., Lora, C. S., Peña, A. C., y Charris, Ch. F. (2015). Estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de circuitos eléctricos de la Universidad de la Costa CUC. *Praxis*, Vol.11, 54 – 60

- Gómez, G. (2012). *Influencia del Módulo Experimental de Circuitos eléctricos en el rendimiento académico del curso de Física III en estudiantes del IV ciclo de la especialidad de Física de la Universidad Nacional de Educación* (Tesis Para optar el Grado Académico de Doctor en Educación). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Infodoc. (s.f.). *Madurez de las universidades latinoamericanas en la Transformación Digital*. Recuperado de <https://info.microsoft.com/rs/>
- Kolb, D. (1999). *Experiential Learning*. Recuperado de:
<http://learningfromexperience.com/media/2010/08/experiential-learning.theory.pdf>
- Koretsky, D. A., Connelly B. y Sho, K. (febrero, 2008). Enhancement of student Learning in Experimental Design Using a Virtual Laboratory. *IEEE Transactions on education*, 51(1). Recuperado de:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/4448426/>
- Márquez, P. (1999). *Concepciones sobre el aprendizaje*. Recuperado de:
<http://www.peremarques.net/aprendiz.htm>
- Molina, A. (1999). *Problemática actual en la enseñanza de la Ingeniería: Una alternativa para su solución*. La Habana: Facultad de Ingeniería Mecánica del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.
- Regader, B (2012). *Teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner*. Recuperado de:
http://www.mentesana.es/psicologia/educacion/teoria-inteligencias-multiples-howard-gardner_1012
- Sánchez, A., Ramírez, H. y Rincón, A. (2015). *Los nuevos eventos instruccionales de Gagné*. Recuperado de:
http://repositorio.villaprendizaje.com/files/los_nueve_eventos_de_instruccion_de_robert.pdf

Torres, A. (2014). *La Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel*. Recuperado de:

<https://psicologiaymente.net/desarrollo/aprendizaje-significativo-david-ausubel>

Zapata, M. (2012). *Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del conectivismo*. España: Universidad de Alcalá.

ANEXOS

- 1. Matriz de consistencia**
- 2. Instrumento de evaluación**
- 3. Programa de enseñanza de circuitos transitorios**
- 4. Guía de laboratorio del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I**

Anexo 1:

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿En qué medida la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI?	General Determinar en qué medida la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos electicos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI.	General La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI.	VI: Simulación computacional en el trabajo experimental VD: Aprendizaje del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I	Tipo de estudio: Cuantitativo - Explicativo Diseño: Pre- experimental - transversal. Población: Todos los estudiantes de los cursos de laboratorio de circuitos eléctricos , FIM- UNI matriculados en el Ciclo 2017-II, N = 85 Muestra: No probabilístico por conveniencia ,12 alumnos del curso de circuitos eléctricos I, sección A, ciclo 2017-2 Instrumentos: - Prueba de pre test y post test de 15 preguntas - Reglamento UNI de evaluación de pre grado RR 105 del 17 de enero, 2017
Problemas específicos ¿De qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje cognitivo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI?	Objetivos específicos Determinar de qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje cognitivo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI.	Hipótesis específicas La simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje cognitivo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en los estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI.		
¿De qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje procedimental	Determinar de qué manera la simulación computacional en el trabajo experimental influye en el aprendizaje	La simulación computacional en el trabajo experimental influye el aprendizaje procedimental		

influye en el aprendizaje procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI?	procedimental del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI.	del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I en los estudiantes de la EPIME en la FIM-UNI.
--	--	--

Anexo 2:

Instrumentos de evaluación

PRUEBA DE PRE TEST Y POST TEST DEL CURSO DE LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I (15 ítems)

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Estimado Estudiante de la FIM-UNI:

Como parte del Proyecto de investigación, denominado “La simulación computacional en el trabajo experimental para mejorar el aprendizaje del curso de circuitos eléctricos I de la facultad de ingeniería mecánica FIM-UNI” convocamos su participación en contestar las preguntas de la siguiente prueba de rendimiento del **tema de circuitos transitorios** en un tiempo aproximado de 15 minutos, para garantizar la veracidad de los resultados invocamos su comprensión y responsabilidad.

La prueba es anónima y los resultados de la misma son confidenciales y se guardara la reserva de los mismos.

PRUEBA DE RENDIMIENTO

1. ¿Cómo se generan los circuitos transitorios?

- a) Por los elementos pasivos b) Por perturbación accidental c) Por los elementos de mando y control
- d) Por los elementos activos e) Por la b) y la C)

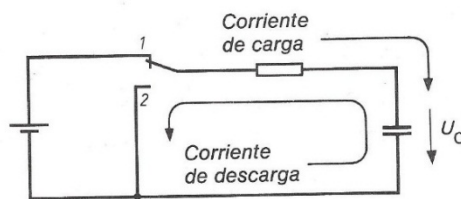


Figura a

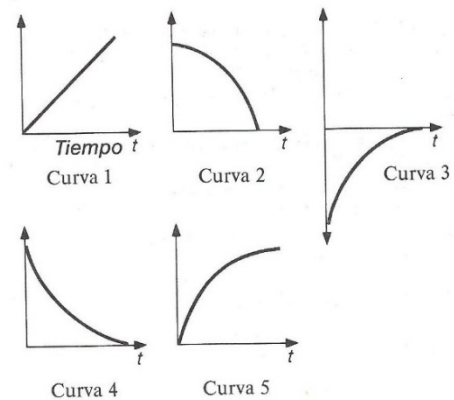


Figura b

Respecto a las figuras **a** y **b** donde en la figura **a** esta representada una disposición para ensayos, para cargar y descargar un condensador conteste lo siguiente:

2. ¿Cuál de las curvas en la figura **b**, muestra el transcurso de la corriente de carga?

- a) Curva1 b) Curva 2 c) Curva3 d) Curva4 e) Curva5

3. ¿Cuál de las curvas en la figura **b**, muestra el transcurso de la tensión $U_c(t)$ al cargar?

- a) Curva1 b) Curva 2 c) Curva3 d) Curva4 e) Curva5

4. ¿Cuál de las curvas en la figura **b**, muestra el transcurso de la corriente de descarga?

- a) Curva1 b) Curva 2 c) Curva3 d) Curva4 e) Curva5

5. ¿Qué unidad tiene la capacidad de un condensador?

- a) Henrio (H) b) Voltios-Segundo (Vs) c) Amperio-Segundo(As)
d) Faradio (F) e) Voltios por centímetro (V/cm).

6. Las Variables del circuito transitorio están sometidas a factores exponenciales decrecientes cuyos valores dependen:

- a) La capacidad del Condensador b) Las Maniobras de los elementos de control
c) La Bobina. d) Los Parámetros del Circuito.
e) Ninguna de las Anteriores.

7. Los circuitos transitorios se oponen al cambio brusco y se manifiestan como:

- a) Un cortocircuito en la bobina en Circuitos RL b) Un Circuito Abierto en el condensador en los
c) Un cortocircuito en el condensador en los Circuitos RC d) Un Arco Eléctrico.
e) Ninguna de las Anteriores.

8. Las condiciones iniciales de las variables de tensión y corriente eléctrica interesan :

- a) Corriente para Circuitos RC b) Tensiones para circuitos RL
c) Corrientes para circuitos RL d) Tensiones picos para circuitos RLC
e) Ninguna de las Anteriores.

9. En circuitos transitorios de segundo orden RLC el coeficiente de amortiguamiento se calcula:

- a) $\alpha = \frac{2R}{L}$ b) $\alpha = \frac{L}{2C}$ c) $\alpha = \frac{R}{2L}$ d) $\alpha = \frac{L}{R}$
e) Ninguna de las anteriores

10. La frecuencia natural de resonancia se calcula:

- a) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ b) $\omega_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ c) $\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{L}}$ d) $\omega_0 = \sqrt{LC}$
e) Ninguna de las anteriores

11. El coeficiente de autoinducción generado por una bobina tiene su origen:

- a) En el flujo magnético b) La corriente que circula por ella c) En la fuerza electromotriz d) Numero de espiras e) Ninguna de las anteriores.

12. En cuanto a los circuitos diferenciador e integrador:

- a) El circuito diferenciador se visualiza en el osciloscopio con la punta de prueba en el condensador.
- b) El circuito integrador se visualiza en el osciloscopio con la punta de prueba en la resistencia.
- c) El circuito integrador, incluye a la bobina.
- d) El circuito diferenciador se visualiza en el osciloscopio con la punta de prueba en la resistencia.
- e) Ninguna de las anteriores.

13.Cuál de las siguientes opciones es la correcta:

- a) $\alpha < \omega_0$ Amortiguamiento Supercrítico.
- b) $\alpha > \omega_0$ Sobre amortiguado.
- c) $\alpha = \omega_0$ Oscilatorio.
- d) $\alpha > \omega_0$ Amortiguamiento Subcritico.
- e) Ninguna de las anteriores.

14) El decremento logarítmico está definido por:

- a) $\lambda = \alpha T$
- b) $\lambda = \text{Ln} \left[\frac{t}{T} \right]$
- c) $\lambda = \alpha \frac{T}{2}$
- d) $\lambda = \frac{T}{\alpha}$
- e) Ninguna de las anteriores.

15) En cuanto a las constantes de tiempo en los circuitos transitorios de primer orden:

- a) $\tau = \frac{R}{L}$
- b) $\tau = CR$
- c) $\tau = \frac{L}{2R}$
- d) $\tau = \frac{2R}{L}$
- e) Ninguna de las anteriores.

Anexo 3:

Programa de Enseñanza de Circuitos Transitorios

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN EL TRABAJO EXPERIMENTAL

1. FUNDAMENTACIÓN

Las actividades de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería se dan también en los laboratorios y en los centros de cálculo, al igual que en las aulas universitarias, las diferentes carreras de ingeniería de la facultad de ingeniería mecánica de la UNI realizan la parte práctica experimental de los cursos de laboratorio de circuitos eléctricos en el laboratorio de electricidad y electrónica de potencia.

Según Castillejos (2016) el simulador es una herramienta que puede acercar la realidad al estudiante y, si se usa adecuadamente como estrategia didáctica, puede ayudar al logro de aprendizajes significativos. El estudiante tendrá la oportunidad de relacionarse con el uso de los equipos e instrumentos cuando use primero el simulador antes de ir al laboratorio presencial, acarreándole beneficios como: menos tiempo para hacer sus prácticas y cometer menos errores en el uso de los instrumentos.

El programa de intervención denominado “Simulación computacional en el trabajo experimental” es un plan sistemático de sesiones, en el cual se desarrolla una serie de contenidos relacionados con las leyes que rigen los circuitos eléctricos transitorios, para ello se ha utilizado un simulador de circuitos, que es

un software que está basado en los modelos matemáticos que describen el comportamiento de los componentes eléctricos y electrónicos, sirve para poder estudiar y comprender el funcionamiento que los sistemas dinámicos (constituido por estos componentes) presentan en distintas condiciones.

2.- JUSTIFICACIÓN

Los laboratorios deben ser adecuados para lograr los objetivos del plan de estudios y el perfil del egresado de las carreras profesionales de ingeniería que ofrece la universidad, proporcionándose una atmósfera que conduzca a un buen aprendizaje. Según ABET (2006) “debe haber instalaciones apropiadas que fomenten la interacción entre estudiantes y profesores para crear un clima que fomente el desarrollo profesional y las actividades profesionales”. Los programas de las carreras de Ingeniería deben ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprender a utilizar herramientas modernas de ingeniería, como es el caso de los softwares simuladores, y la utilización de laboratorios virtuales, contrastándolos con el trabajo experimental simultáneamente en los laboratorios de la Facultad, con la finalidad de mejorar el aprendizaje.

3.- OBJETIVOS

3.1.-Objetivo General

Desarrollar capacidades de simulación y de experimentación en los estudiantes de los cursos de laboratorios de circuitos eléctricos I, de la carrera profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la FIM-UNI

4.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

4.1.-Datos Informativos

Dependencia: Departamento académico de ciencias de la ingeniería, DACI

Laboratorio: De electricidad y electrónica de potencia

Curso: Laboratorio de circuitos eléctricos I, ML-124 sección A

Ciclo : Quinto

Duración: 8 semanas / 16 horas pedagógicas / 8 sesiones de 2 horas pedagógicas por semana.

4.2.- Desarrollo de los aprendizajes:

El Programa se desarrolló en 8 sesiones de aprendizaje que forma parte del silabo del curso de laboratorio de circuitos eléctricos I.

Los contenidos fueron abordados de la siguiente manera:

SESIÓN 1: Presentación e introducción al curso. Reconocimiento de equipos, componentes e instrumentos. Leyes de Kirchhoff.

SESIÓN 2: Teoremas de circuitos eléctricos en corriente continua: Teoremas de superposición y reciprocidad.

SESIÓN 3: Teoremas de Thevenin y de Norton.

SESIÓN 4: Pre test. Teorema de máxima potencia de transferencia.

SESIÓN 5: Usos del generador de ondas y del osciloscopio digital. Valores característicos de ondas periódicas.

SESIÓN 6: Circuitos transitorios de primer orden, circuitos RC en serie.

SESIÓN 7: Circuitos transitorios de segundo orden, circuitos RLC en serie.

SESIÓN 8: Post test.

PROGRAMA DE SESIONES DE APRENDIZAJE
SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS TRANSITORIOS

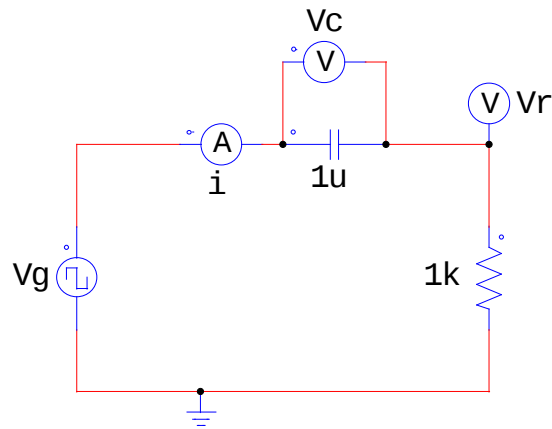
N°	TÍTULO DE SESIÓN	CONTENIDO	ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS	RECURSOS/ MATERIALES
1	Leyes de Kirchhoff. Reconocimiento de equipos, instrumentos y componentes.	Conceptos de conservación de cargas y energía de la ley de corrientes en los nodos y la ley de voltajes en las mallas en los circuitos eléctricos de corriente continua.	Los estudiantes trabajan en equipo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y señaladas en la pizarra del laboratorio por el profesor del curso.	Conformación de grupos de trabajo, para realizar en el laboratorio trabajo colaborativo en equipo.	Equipos de fuentes de alimentación en corriente continua, instrumentos de mediciones de variables eléctricas como el Multímetro Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón, cables de conexión.
2	Teoremas de circuitos eléctricos en corriente continua, teorema de superposición y de reciprocidad.	Conceptos de los teoremas de superposición y de la reciprocidad.	Los estudiantes trabajan en grupos de trabajo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y reiteradas en la pizarra del laboratorio.	Trabajo en equipo, aparte el estudiante presenta un informe previo de la teoría básica de los teoremas de superposición y de reciprocidad.	Equipos de fuentes de tensión en corriente continua, multímetros Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón, cables de conexión.

Nº	TÍTULO DE SESIÓN	CONTENIDO	ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS	RECURSOS/ MATERIALES
3	Teoremas de circuitos eléctricos en corriente continua, teoremas de Thevenin y Norton.	Conceptos de reducción de circuitos entre dos terminales: Una fuente de tensión en serie con una resistencia y una fuente de corriente en paralelo a una resistencia.	Los estudiantes trabajan en equipo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y reiteradas en la pizarra del laboratorio por el profesor del curso.	Trabajo en grupos de trabajo (equipos), aprendizaje activo, el estudiante presenta un informe previo de la teoría básica de los teoremas de Thevenin y Norton, como conocimientos previos a la experiencia de laboratorio.	Equipos de fuentes de alimentación en corriente continua, instrumentos de mediciones de variables eléctricas como el Multímetro Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón, cables de conexión.
4	Teorema de máxima potencia de transferencia y la aplicación del Pretest relacionado a circuitos transitorios.	Conceptos de la transferencia de potencia en una resistencia variable.	Los estudiantes trabajan en grupos de trabajo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y reiteradas en la pizarra del laboratorio.	Trabajo en equipo, aparte el estudiante presenta un informe previo de la teoría básica del teorema de máxima potencia de transferencia.	Equipos de fuentes de tensión en corriente continua, multímetros Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón, resistencia variable (potenciómetro), cables de conexión.

N°	TÍTULO DE SESIÓN	CONTENIDO	ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS	RECURSOS/ MATERIALES
5	Usos del generador de ondas y del osciloscopio digital.	Valores característicos de ondas periódicas: valor pico, valor medio, valor rms, periodo, frecuencia, etc.	Los estudiantes trabajan en equipo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y reiteradas en la pizarra del laboratorio por el profesor del curso.	Trabajo en grupos de trabajo (equipos), aprendizaje activo, el estudiante presenta un informe previo de las señales de entrada y salida en determinados circuitos, como conocimientos previos a la experiencia de laboratorio.	Equipos de generador de ondas, instrumentos de visualización graficas de señales de entrada y salida de circuito RC como el osciloscopio digital, el Multímetro Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón y condensadores , cables de conexión.
6	Circuitos transitorios de primer orden, circuitos RC en serie.	Conceptos de la función exponencial de la carga y descarga en los condensadores, constante de tiempo.	Los estudiantes trabajan en grupos de trabajo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y reiteradas en la pizarra del laboratorio.	Trabajo en equipo, aparte el estudiante presenta un informe previo de la teoría básica del circuito transitorio de primer orden RC en serie.	Equipos de generador de ondas, osciloscopios digital multímetros Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón y condensadores, cables de conexión.

CIRCUITOS TRANSITORIOS DE PRIMER ORDEN

CIRCUITO R-C SERIE:



La ecuación diferencial del circuito es:

$$V_g = iR + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i dt$$

Derivando:

$$\frac{dV_g}{dt} = R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i$$

Ordenando:

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{RC} i = \frac{1}{R} \frac{dV_g}{dt}$$

Se define: $\tau = RC = \text{constante de tiempo}$

En el presente caso: $\tau = RC = 1K(1 \times 10^{-6}) = 1ms$

Simulando el circuito con PSIM:

Gráfico de la corriente de lazo i(t):

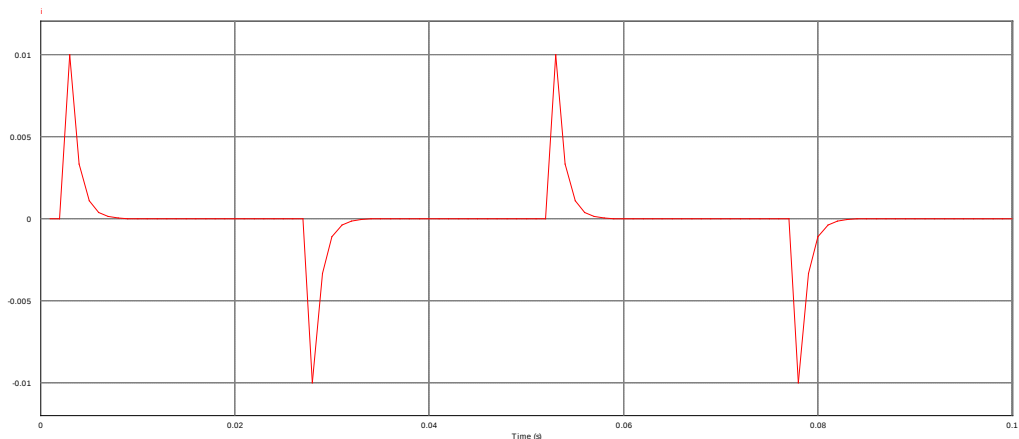


Gráfico de la tensión en la resistencia $V_r(t)$:

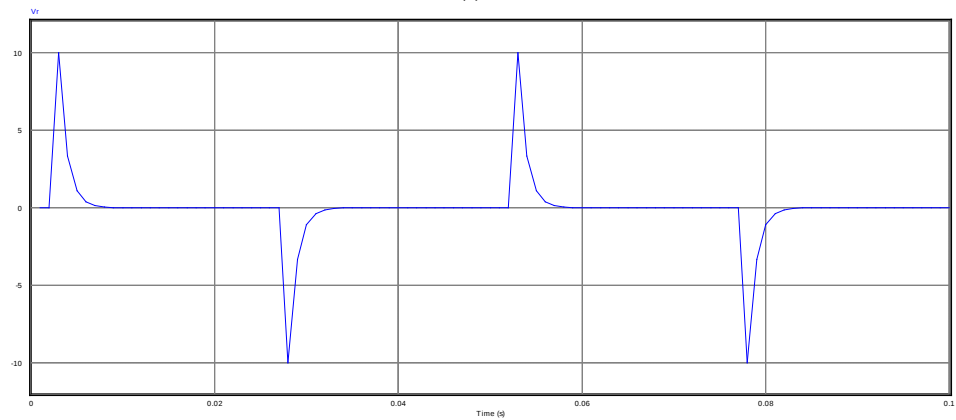
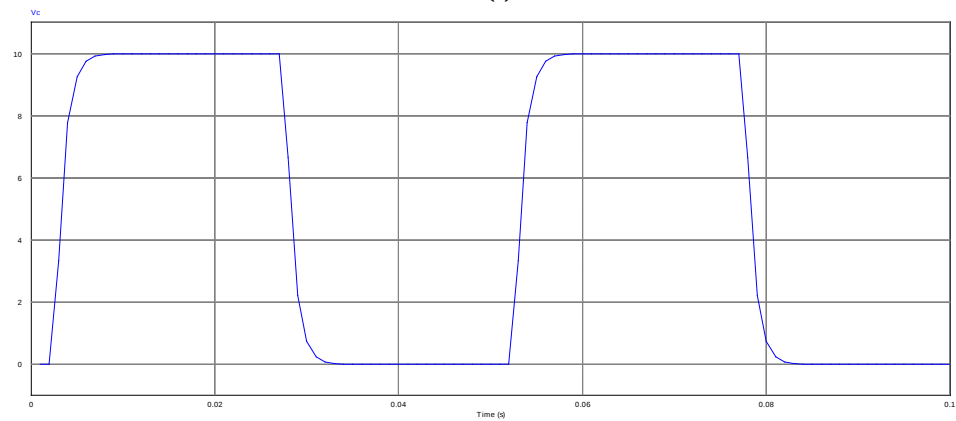
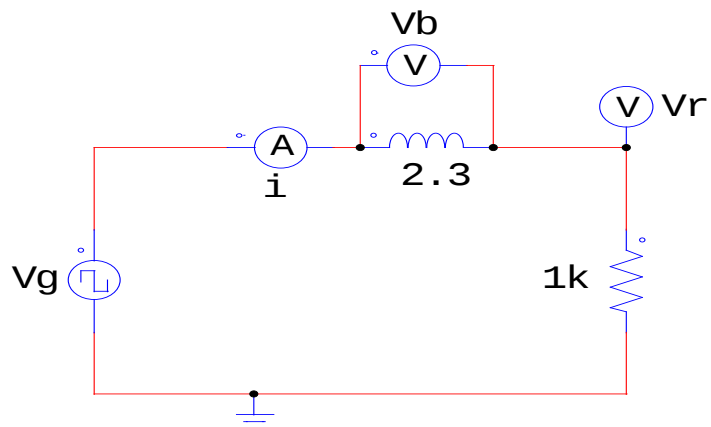


Gráfico de la tensión en el condensador $V_c(t)$:



CIRCUITO R-L SERIE:



La ecuación diferencial del circuito es:

$$V_g = iR + L \frac{di}{dt}$$

Ordenando:

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{L/R} i = \frac{1}{L} V_g$$

Se define: $\tau = L/R = \text{constante de tiempo}$

En el presente caso: $\tau = L/R = 2.3/1K = 2.3ms$

Simulando el circuito con PSIM:

Gráfico de la corriente de lazo $i(t)$:

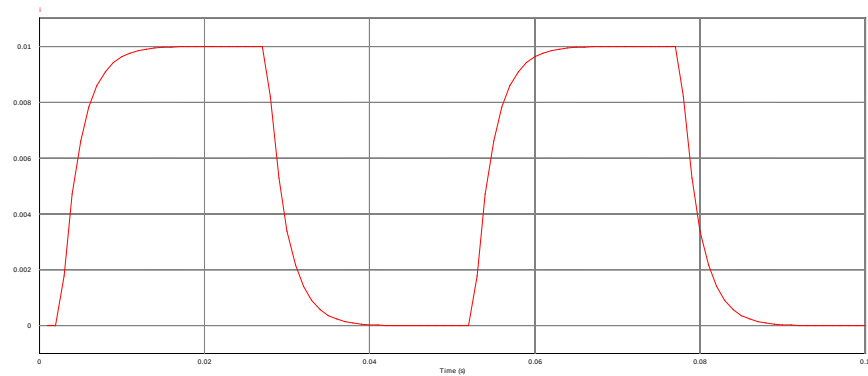


Gráfico de la tensión en la resistencia $V_r(t)$:

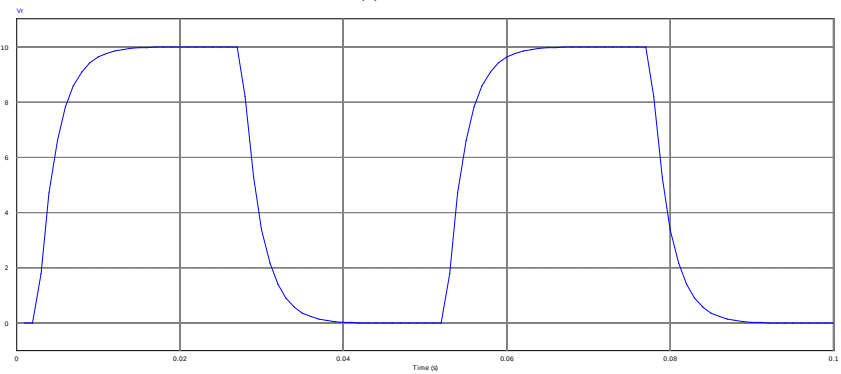
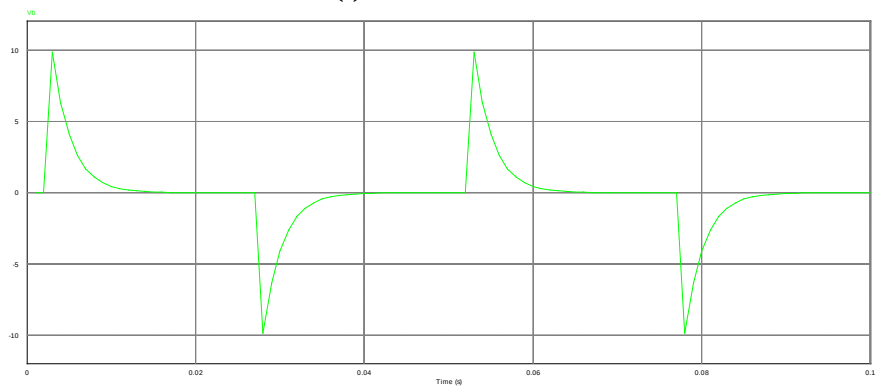
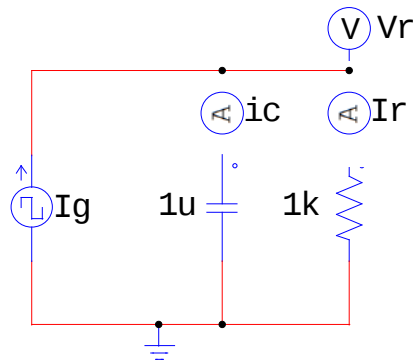


Gráfico de la tensión en la bobina $V_b(t)$:



CIRCUITO R-C PARALELO:



La ecuación diferencial del circuito es:

$$I_g = \frac{V_r}{R} + C \frac{dV_r}{dt}$$

Ordenando:

$$\frac{dV_r}{dt} + \frac{1}{RC} V_r = \frac{1}{C} I_g$$

Se define: $\tau = RC = \text{constante de tiempo}$

En el presente caso: $\tau = RC = 1K(1\mu F) = 1ms$

Simulando el circuito con PSIM:

Gráfico de la tensión de nudo $V_r(t)$:

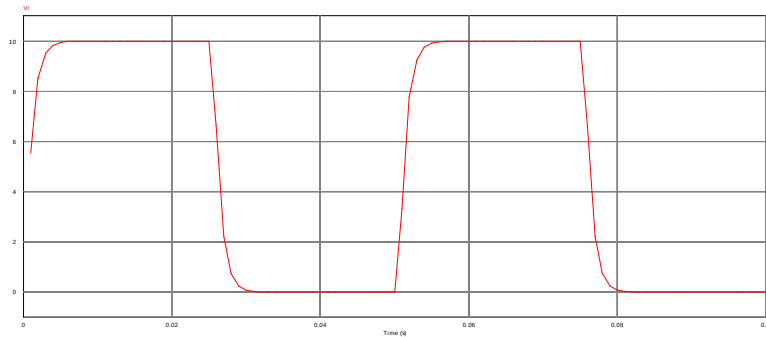


Gráfico de la corriente en la resistencia $i_r(t)$:

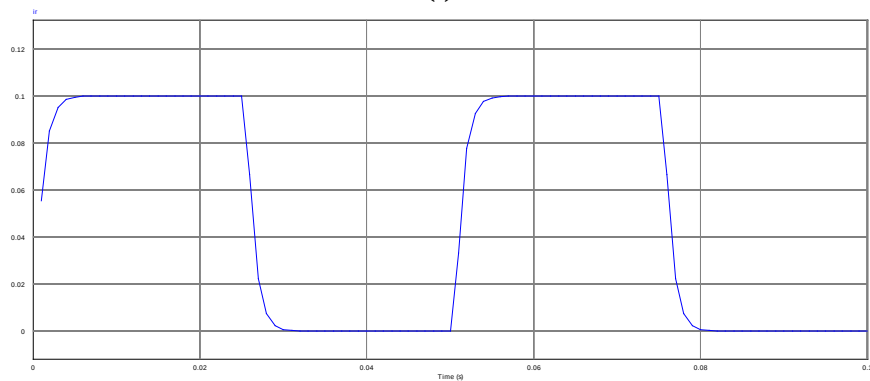
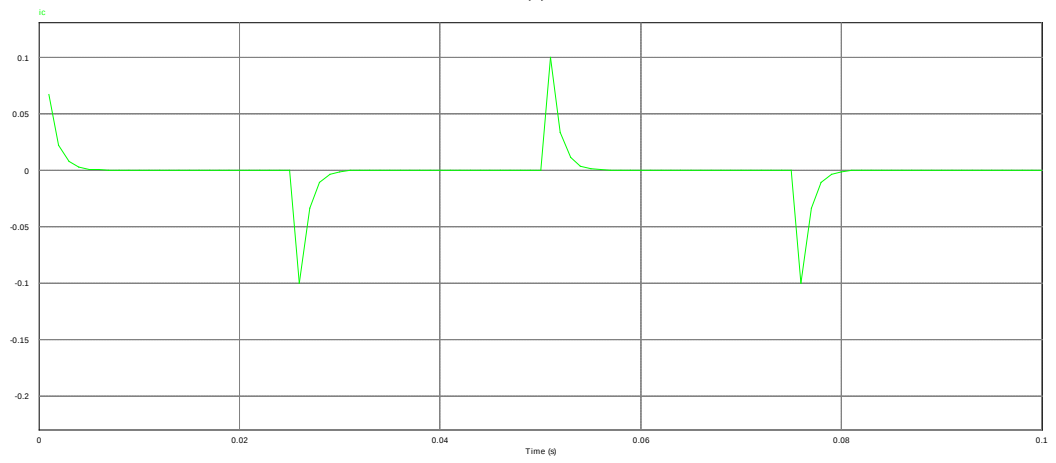


Gráfico de la corriente en el condensador $i_c(t)$:



N°	TÍTULO DE SESIÓN	CONTENIDO	ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS	RECURSOS/ MATERIALES
7	Circuitos transitorios de segundo orden, circuitos RLC en serie.	Circuitos transitorios subamortiguado, críticamente amortiguado, sobreamortiguado.	Los estudiantes trabajan en equipo, implementando los circuitos eléctricos de la guía de laboratorio y reiteradas en la pizarra del laboratorio por el profesor del curso.	Trabajo en grupos de trabajo (equipos), aprendizaje activo, el estudiante presenta un informe previo de circuitos transitorios de segundo orden, como conocimientos previos a la experiencia de laboratorio.	Equipos de generador de ondas, el osciloscopio digital, el Multímetro Fluke, paneles de componentes con resistencias de carbón y condensadores, bobinas, cables de conexión.
8	Se aplica el Postest.	Quince ítems de circuitos transitorios de primer orden y segundo orden.	Los estudiantes contestan las quince preguntas del instrumento de prueba de rendimiento en 25 minutos.	El profesor supervisa la prueba de rendimiento para que los estudiantes se encuentren lo más separado posible.	Las mesas de trabajo del laboratorio, para que los estudiantes puedan rendir la prueba de rendimiento.

EJEMPLO DE SIMULACIÓN DE CIRCUITO TRANSITORIO DE SEGUNDO ORDEN

Ejemplo 1:

En el circuito de segundo orden en la figura siguiente, se emplea $L=2.3$ H, $C=110$ uF y la resistencia está formada por la conexión en serie de resistencia fija de $1\text{k}\Omega$ con un

potenciómetro de 0 a $10\text{k}\Omega$. Para cada tipo de funcionamiento:

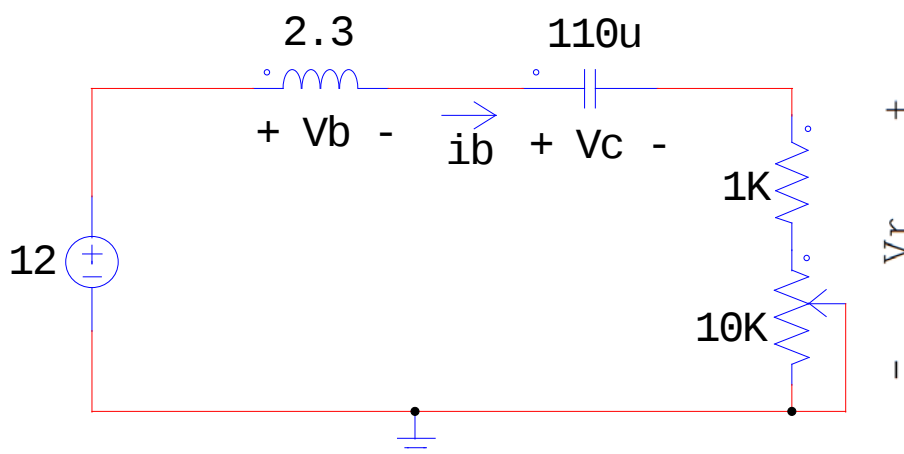
a) Grafique la corriente $I_b(t)$ para $t > 0$.

b) Grafique la tensión $V_b(t)$ para $t > 0$.

c) Grafique la tensión $V_c(t)$ para $t > 0$.

d) Grafique la tensión $V_r(t)$ para $t > 0$.

No hay energía inicial almacenada.



$$\alpha = \frac{R}{2L} = \text{Factor de amortiguación}$$

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \text{Frecuencia natural}$$

a) Sobre amortiguado:

En este caso debe cumplirse: $\alpha > \omega_o$

Se tiene:

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{2.3(110 \times 10^{-6})}} = 62.87 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \alpha = \frac{R}{4.6}$$

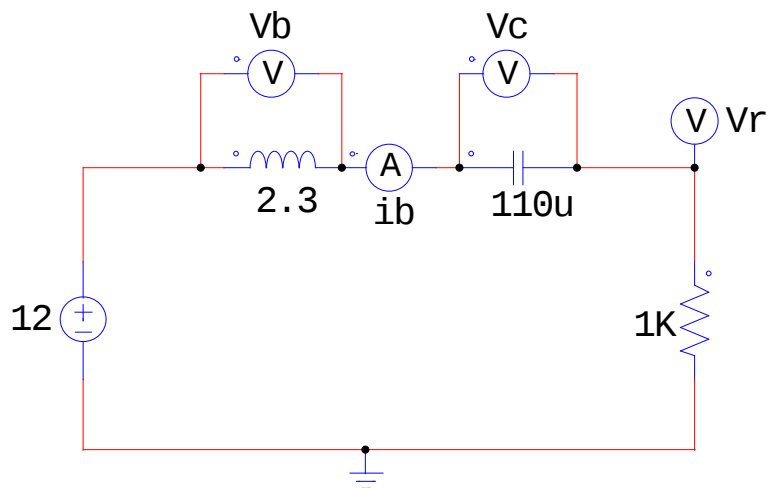
Debemos elevar el valor de R hasta que se cumpla la condición del circuito sobre amortiguado. Elegimos:

$$R > 4.6(62.87) = 289.2\Omega$$

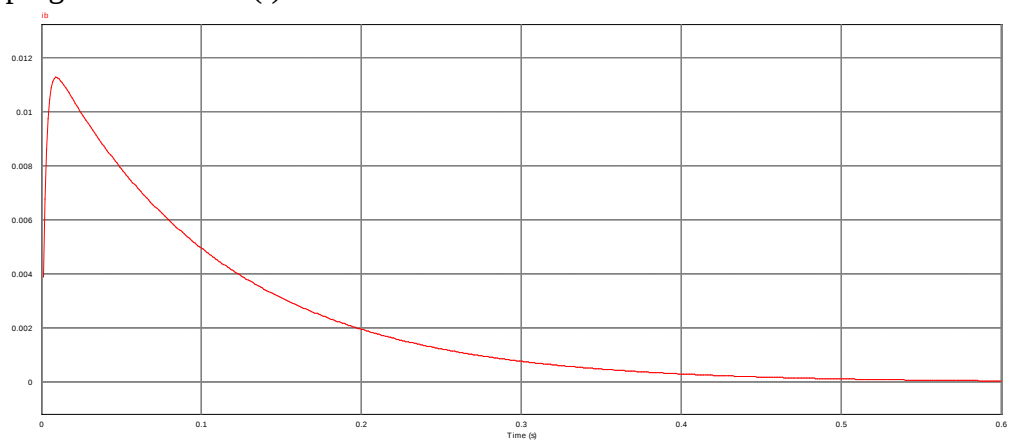
Podemos usar la resistencia fija y poner el potenciómetro en cero.

Simulación usando PSIM:

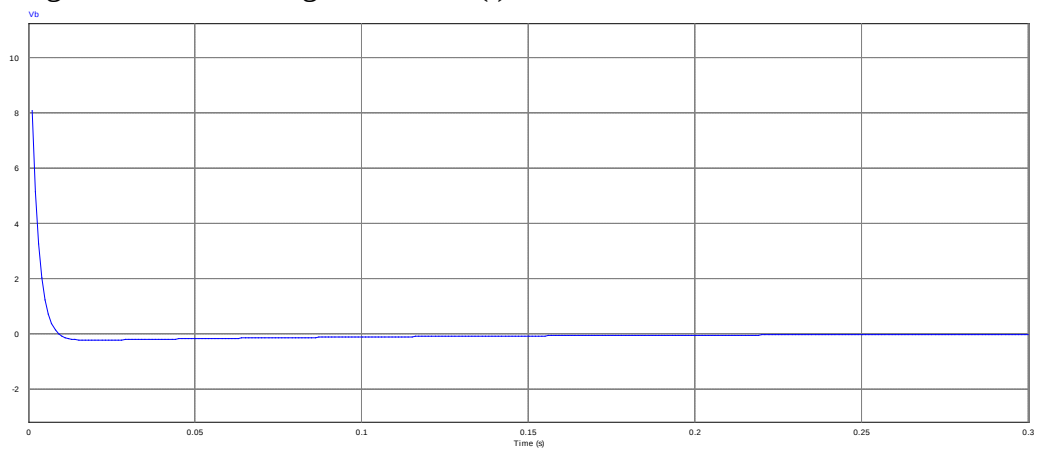
Se grafica el circuito y se ubican los medidores en cada componente:



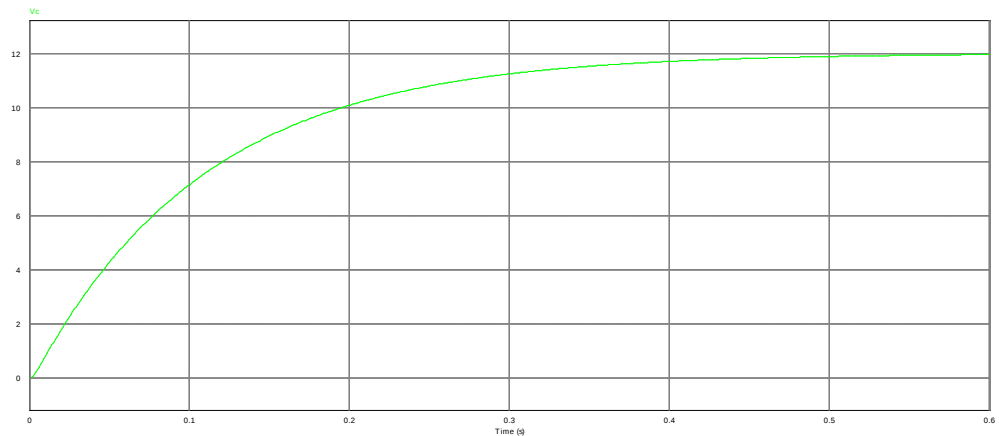
El programa nos da $i_b(t)$:



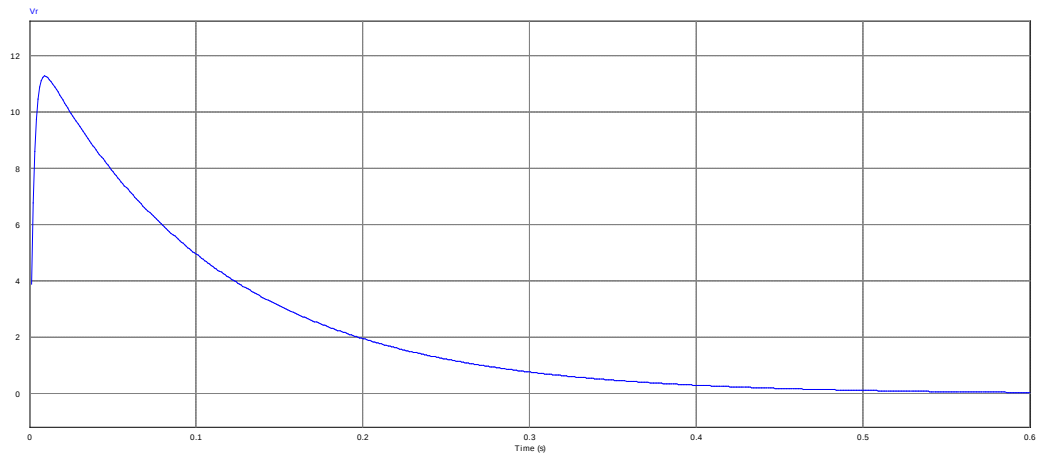
Luego le solicitamos el gráfico de $V_b(t)$:



A continuación le solicitamos el gráfico de $V_c(t)$:



Finalmente le solicitamos el gráfico de $V_r(t)$:



b) Sub amortiguado:

En este caso debe cumplirse: $\alpha < \omega_o$

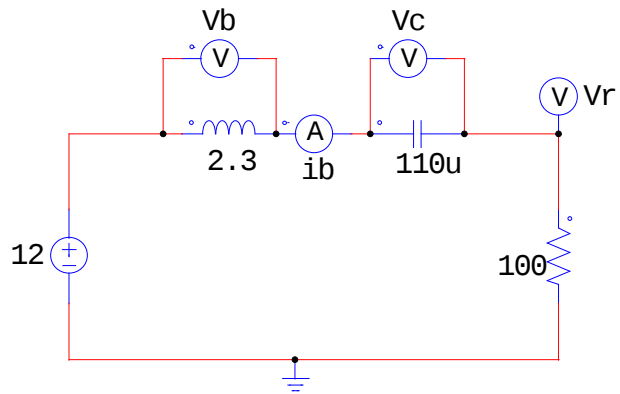
Se tiene:

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{2.3(110 \times 10^{-6})}} = 62.87 \frac{rad}{s} \quad \alpha = \frac{R}{4.6}$$

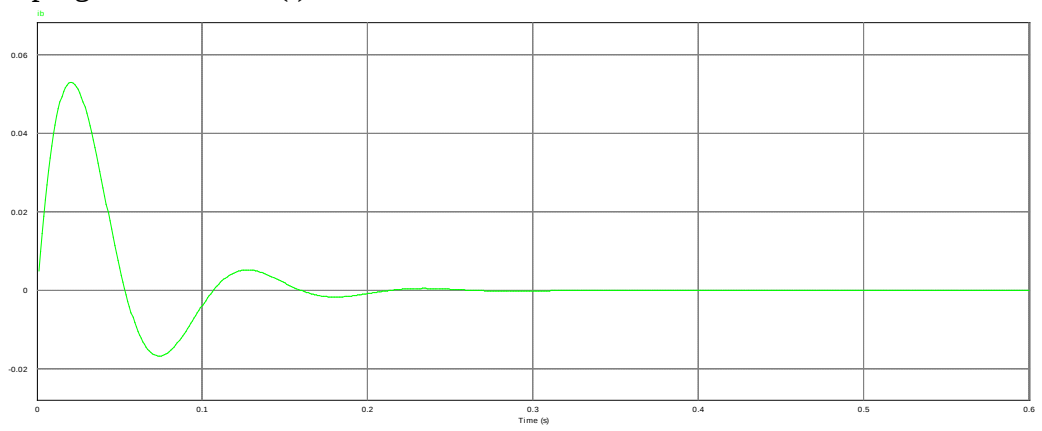
Debemos reducir el valor de R hasta que se cumpla la condición del circuito sub amortiguado. Elegimos:

$$R < 4.6(62.87) = 289.2\Omega$$

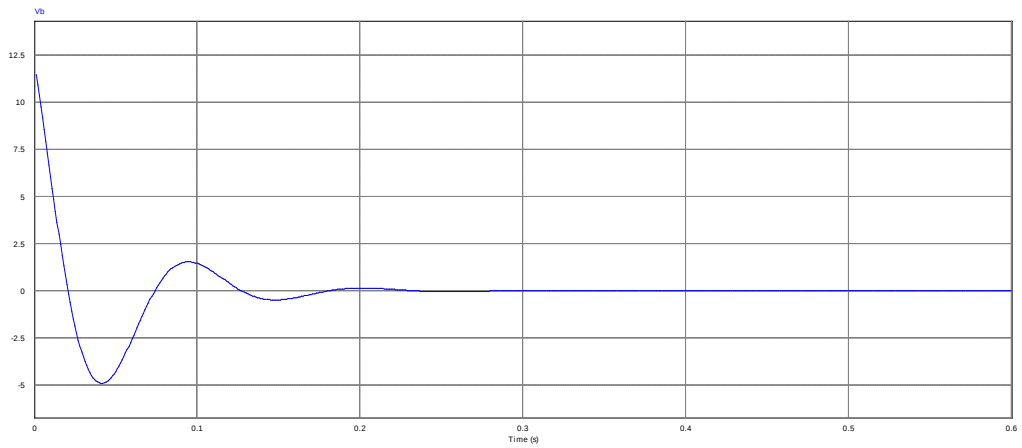
Podemos quitar la resistencia fija y poner el potenciómetro en 100Ω .



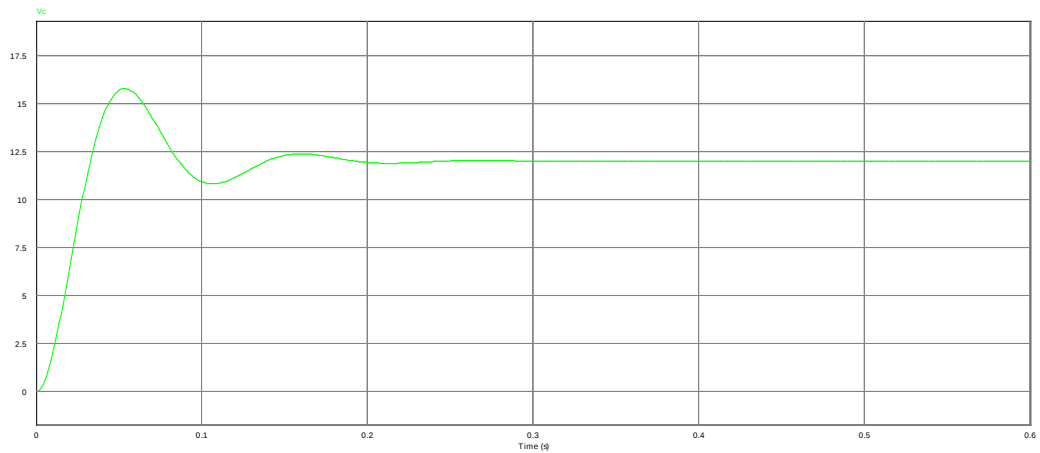
Simulación usando PSIM:
El programa nos da $i_b(t)$:



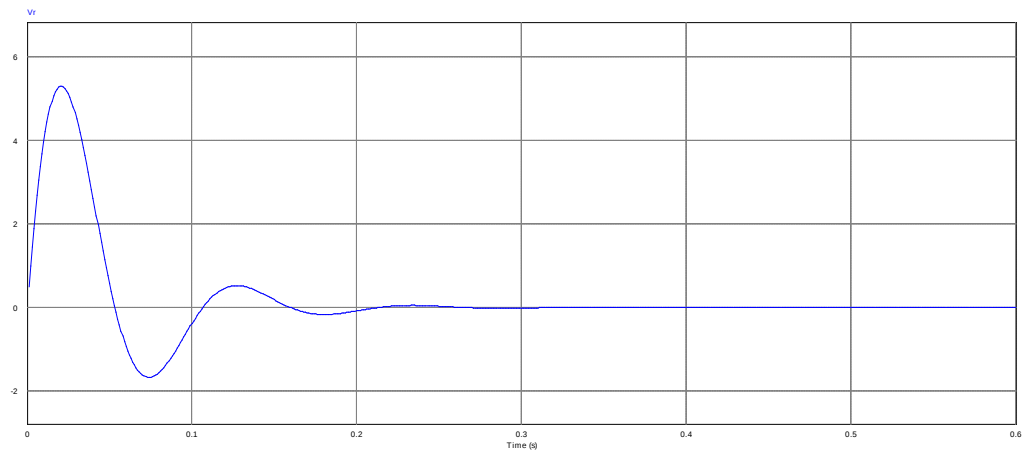
Luego le solicitamos el gráfico de $V_b(t)$:



A continuación, le solicitamos el gráfico de $V_c(t)$:



Finalmente le solicitamos el gráfico de $V_r(t)$:



c) Críticamente amortiguado:

En este caso debe cumplirse: $\alpha = \omega_o$

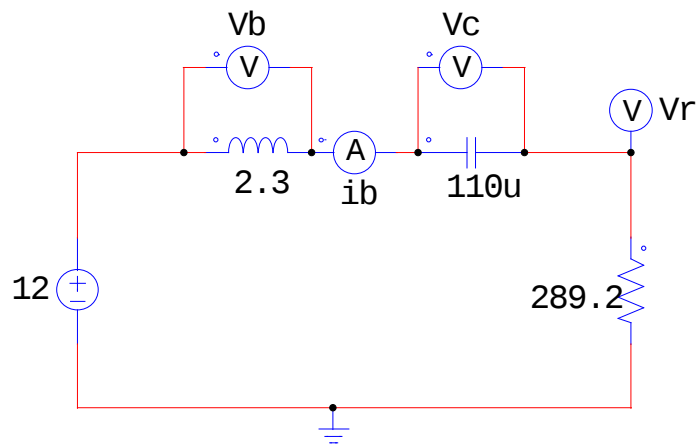
Se tiene:

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{2.3(110 \times 10^{-6})}} = 62.87 \frac{rad}{s} \quad \alpha = \frac{R}{4.6}$$

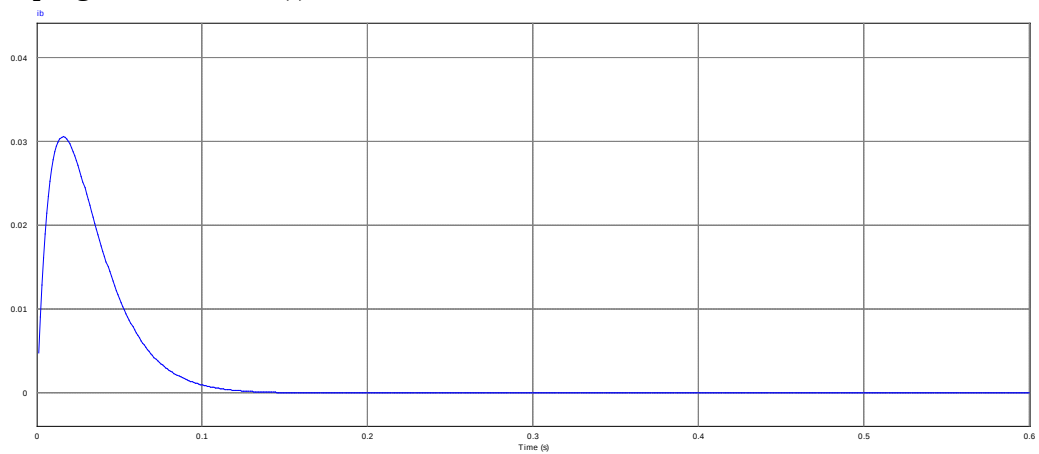
Debemos reducir el valor de R hasta que se cumpla la condición del circuito críticamente amortiguado. Elegimos:

$$R = 4.6(62.87) = 289.2\Omega$$

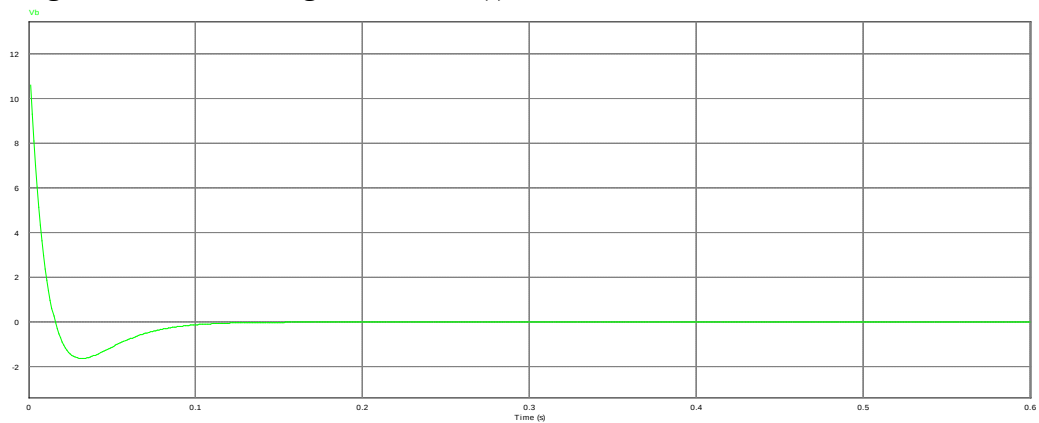
Podemos quitar la resistencia fija y poner el potenciómetro en 289.2Ω .



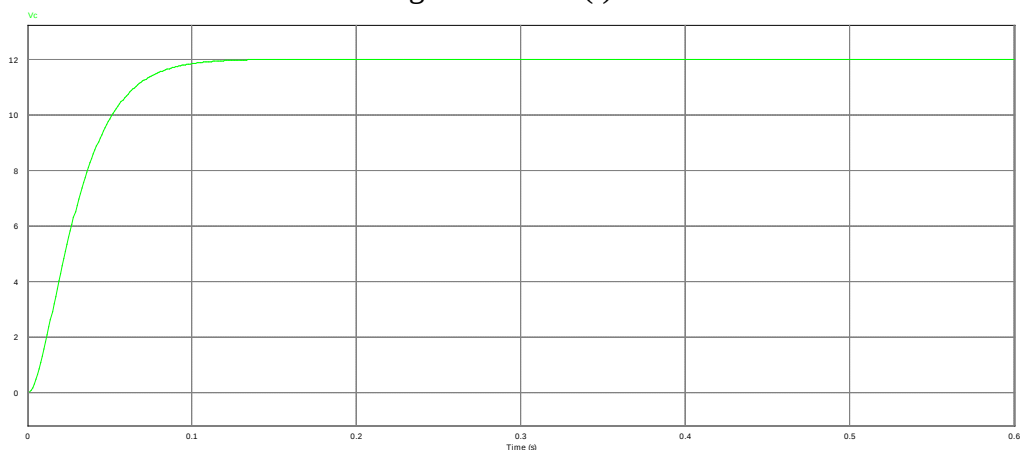
Simulación usando PSIM:
El programa nos da $i_b(t)$:



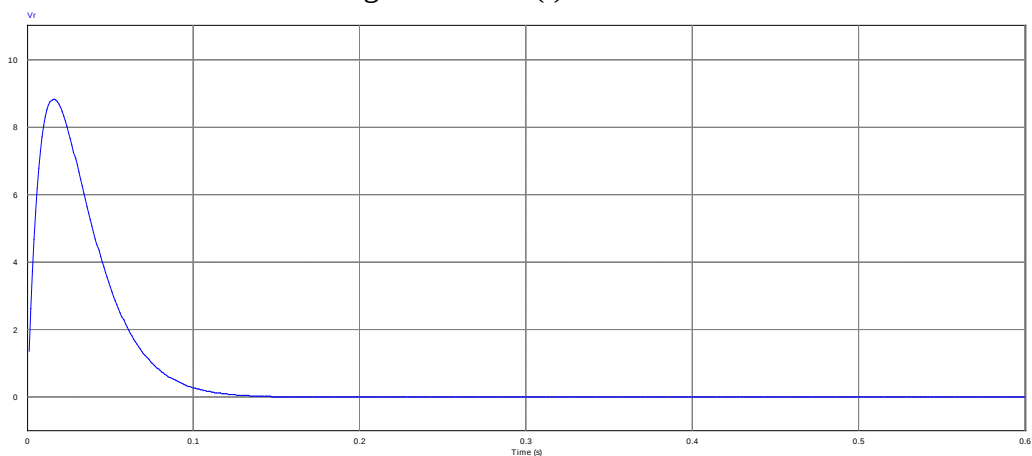
Luego le solicitamos el gráfico de $V_b(t)$:



A continuación le solicitamos el gráfico de $V_c(t)$:



Finalmente le solicitamos el gráfico de $V_r(t)$:



En las cuatro primeras sesiones les permitió a los estudiantes familiarizarse en el laboratorio al trabajo experimental y al manejo de los softwares de simulación computacional.

En las siguientes sesiones: Quinto, sexto y séptimo se hizo uso de los equipos y componentes que nos generan los circuitos transitorios de primer y segundo orden.

5. METODOLOGÍA

Según Gutierrez (2014) “El diseño es el foco de la ingeniería. Es arte y ciencia, además requiere imaginación, creatividad, conocimiento y habilidades técnicas, pensamiento crítico y analítico, orden y disciplina, asumiendo una actitud orientada al logro de metas y objetivos. El proyecto de investigación, el proyecto de diseño debe concluir con un producto final demostrable y exhibible, así como un informe final, es decir, un expediente en donde se detalla el título del proyecto, los objetivos generales, específicos, materiales a usarse, marco teórico y otros; en el que se presenta el problema, se detalla el proceso de solución y se presenta el producto o resultado final a través de planos, simulaciones, diagramas, maquetas u otras evidencias que describan la solución al problema original”

La metodología a seguir fue la de clase invertida en el laboratorio. Con anticipación los estudiantes conocieron el o los esquemas de los circuitos eléctricos a implementar en el laboratorio, por lo tanto, los estudiantes en sus casas simularon el o los circuitos propuestos, con sus valores correspondientes de los elementos pasivos y activos, haciendo el uso de un software simulador como el Psim, Multisim, Pspice, Proteus, Circuit maker o cualquier otro simulador al que el estudiante tuvo acceso. Así también, el profesor del curso formuló un primer test en línea, a través del aula virtual de la UNI, con preguntas de opciones múltiples sobre la teoría básica que fundamenta el circuito propuesto como tarea, para ser resuelto en la clase presencial, donde previamente el profesor hizo una breve clase “magistral” sobre el fundamento teórico del tema correspondiente de la teoría.

La importancia de la clase invertida, aparte de optimizar el tiempo, es que prioriza los procesos cognitivos a través del profesor como guía para analizar, sintetizar, evaluar y crear en la clase presencial con diseños de las sesiones, de acuerdo a las necesidades específicas de los estudiantes, con dinámicas y actividades colaborativas de los estudiantes, teniendo la responsabilidad el profesor de preparar y seleccionar contenidos del tema correspondiente para que sea visualizados en casa parte de los estudiantes, desarrollando los procesos cognitivos de memorizar, comprender y aplicar, manipulando los contenidos del tema, para aprender a su propio ritmo.

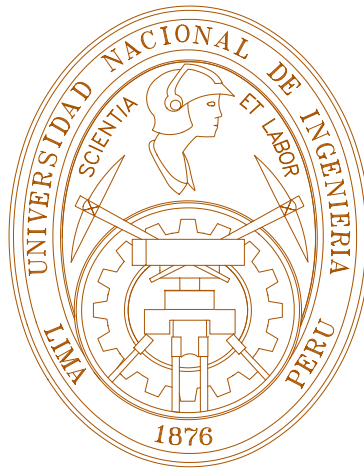
Anexo 4:

Guías de laboratorio del curso de circuitos eléctricos I

**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE
POTENCIA**



GUÍA DE LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I (ML – 124)

Elaborado por:

Ing. Francisco Sinchi Yupanqui

ÍNDICE

1. Criterios de evaluación
2. Experiencia N°1: Las leyes de kirchhoff, reconocimiento, equipos e instrumentos
3. Experiencia N°2: Teoremas de Superposición y Reciprocidad
4. Experiencia N°3: Teoremas de Thevenin y Norton
5. Experiencia N°4: Teoremas de Máxima transferencia de Potencia
6. Experiencia N°5: Uso del Generador de ondas y del osciloscopio: Valores característicos de ondas periódicas
7. Experiencia N°6: Circuitos Transitorio de Primer orden diferenciador e Integrador.
8. Experiencia N°7: Circuitos Transitorio de Segundo orden RLC en serie

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- **Informe Final:** Este informe será realizado por el grupo de alumnos que realizó la experiencia. Sus partes serán las siguientes:
 1. Carátula
 2. Índice
 3. Objetivos
 4. Fundamento teórico
 5. Solución del cuestionario que se plantea en la guía de laboratorio (los resultados en cuadros y/o gráficos, detallar la forma de cálculo de alguno de ellos)
 6. Conclusiones y recomendaciones (por separado)
 7. Bibliografía
 8. Hoja de los datos tomados en la experiencia
- Los informes finales serán entregados al profesor una semana después en la hora de laboratorio.
- Luego de realizarse las cuatro primeras experiencias, habrá una sustentación oral y práctica por grupo de trabajo en el aula del laboratorio. El tema de la sustentación será cualquiera de las cuatro experiencias realizada por el grupo. La nota individual que obtenga cada alumno en la sustentación será incrementada en las notas de las cuatro primeras experiencias.
- Igualmente, luego de realizarse las cuatro últimas experiencias habrá una sustentación escrita sobre cualquiera de las ocho experiencias del laboratorio. La nota individual será incrementada en las notas de las cuatro últimas experiencias.
- Los puntajes asignados en la calificación de las diferentes partes que comprende las experiencias de laboratorio son:
 1. Test : 4
 2. Informe Final : 8
 3. Sustentación Práctica (oral/escrita) : 8

- Se considerará tardanza, el ingreso al laboratorio luego de 15 minutos de la hora programada, afectando en menos un punto la nota del alumno.
- La ausencia del alumno de los primeros 30 minutos de la hora programada será calificada como falta.
- Los informes que no fueran entregados en su oportunidad sufrirán una penalidad de menos un punto por cada día transcurrido contados desde la fecha de entrega.

LABORATORIO N° 1

LAS LEYES DE KIRCHHOFF, RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y COMPONENTES.

1. **OBJETIVO:** Verificar experimentalmente las leyes de Kirchhoff y aprender a utilizar adecuadamente los instrumentos de medición eléctrica.

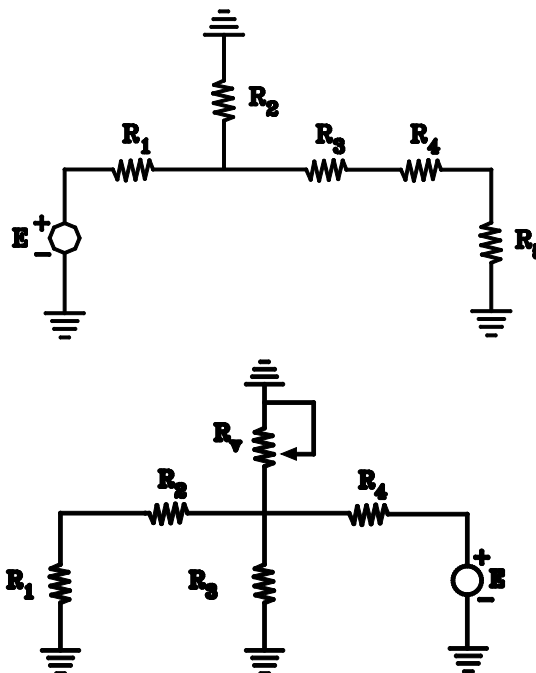
2. **ELEMENTOS A UTILIZAR**

- 1 Fuente DC
- 2 Multímetros (con micro amperímetro).
- 1 Panel Resistivo
- Cables de Conexión

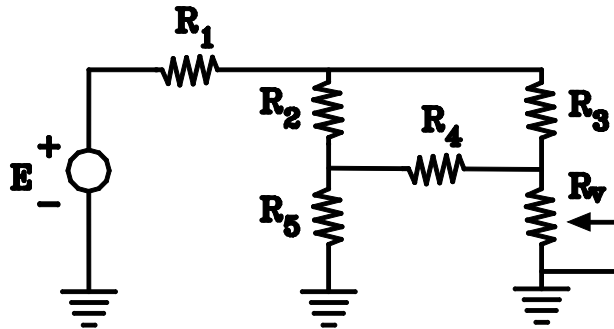
3. **CIRCUITO A UTILIZAR**

Elemento	Valor Exp.	Tensión [Voltios]	Corriente [mA]	Potencia [MW]
R1				
R2				
R3				
R4				
E				

a)



c)



2. PROCEDIMIENTO

1. Armar el circuito mostrado en la figura u otro circuito que indique el profesor, previa medición de las resistencias de los resistores (no conectar la fuente).
2. Conectar la fuente y seleccionar un voltaje de 20 voltios u otro voltaje que indique el profesor.
3. Medir con el multímetro las corrientes y voltaje en cada resistencia tomando en consideración el sentido y la polaridad de los mismos. (Seleccionar la escala de medición adecuada).
4. Al finalizar la experiencia medir otra vez la resistencia de los resistores.
5. Medir la resistencia equivalente en los bornes a-b.
6. Armar otro circuito, utilizando 2 fuentes de tensión de 5 voltios y 10 voltios y con los resistores dispuestos de otra forma (Las fuentes de tensión deberán ser activas) y repetir los pasos anteriores.

NOTAS: Para las mediciones con el multímetro, seleccionar:

- Ohmímetro (O) para medir resistencias de los resistores.
- Amperímetro (A) para medir amperajes y conectar en serie con los resistores.

- Voltímetro (V) para medir voltajes y conectar en paralelo con resistores.
- 7. Anotar las características técnicas de los equipos e instrumentos utilizados.

VI. CUESTIONARIO. -

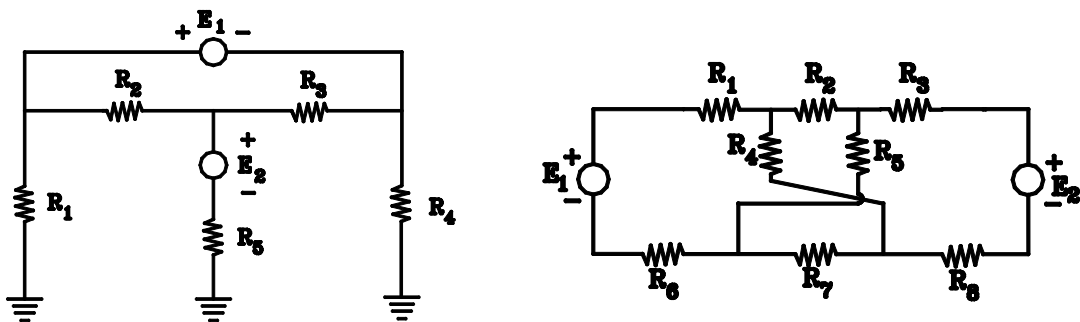
- 1.- Hacer un diagrama del circuito usado en una hoja completa. Indicando sentidos de corrientes y polaridad de voltajes pedidos, así como los valores de las resistencias utilizadas.
- 2.- Con los valores medidos de tensión, comprobar la 2da. L. K. en cada malla, indicando el error experimental.
- 3.- Verificar de igual forma la 1ra. L. K. en cada nudo, haciendo notar el error en las mediciones.
- 4.- Explicar algunas justificaciones de los errores para los pasos anteriores.
- 5.- Con las resistencias medidas, solucionar el circuito en forma teórica, indicando las tensiones y corrientes en cada elemento en un diagrama similar al punto 1.-
- 6.- Comparar los valores teóricos y experimentales, indicando el error absoluto y relativo porcentual, comentando.
- 7.- Comentar sobre las posibles fuentes de error y observaciones sobre la experiencia realizada.

LABORATORIO N° 2:
TEOREMAS DE SUPERPOSICIÓN Y RECIPROCIDAD.

1. OBJETIVO:

Comprobar experimentalmente las propiedades de las redes lineales como la superposición y la reciprocidad.

2. CIRCUITO A UTILIZAR



3. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Fuentes DC
- Multímetro (con microamperímetro)
- Voltímetros
- 1 Amperímetro
- 1 Panel de Resistivo
- Cables de conexión

4. PROCEDIMIENTO:

1. Regular las fuentes y V_1 y V_2 a! valor indicado por el profesor, aplicarlas luego al circuito.
2. Medir las tensiones con el multímetro, en cada elemento, anotando el valor y polaridad respectiva.

3. Medir también las corrientes, insertando en serie, en los puentes respectivos de cada resistencia. Tener cuidado de colocar una escala. apropiada. Anotar las lecturas.
4. Retirar la fuente V_2 .
5. En el panel, en reemplazo de V_2 colocar un cable y medir tensiones y corrientes como en los pasos 2) y 3).
6. Retirar la fuente V_1 .
7. Retirar el cable que reemplazó a V_2 y colocarlo en el panel, en lugar de V_1 .
8. Colocar a V_2 en su posición original y medir todas las tensiones y corrientes como los pasos 2) y 3).
9. Desconectar las dos fuentes, todos los puentes y con el multímetro medir el valor de las resistencias utilizadas.

V. CUESTIONARIO:

1. Hacer el diagrama de los circuitos utilizados, en una hoja completa, cada una, indicando las mediciones de voltajes y corrientes, con las polaridades y sentidos respectivos.
2. Comprobar el principio de la superposición a partir de las mediciones de los pasos 5) y 8) comparándolos con los efectuados en los pasos 2) y 3).
3. Explicar las divergencias experimentales.
4. Con los valores de resistencias medidas, solucionar teóricamente el circuito y verificar los valores obtenidos en las mediciones.
5. En los pasos 5) y 8) encontrar la relación de reciprocidad entre la fuente de tensión a la entrada y corriente a C. C. a la salida comparando las lecturas.
6. Demostrar teóricamente que la reciprocidad no se cumple entre fuentes de tensión a la entrada y mediciones de voltaje a circuito abierto a la salida (topológicamente distintos) dar un ejemplo.
7. Comentar sobre algunas observaciones y conclusiones experimentales.

LABORATORIO N° 3: TEOREMAS DE THEVENIN Y NORTON

1. **OBJETIVO:** Analizar y verificar en forma experimental el teorema propuesto, a partir de los datos tomados en el laboratorio.

2. ELEMENTOS A UTILIZAR

Fuente de tensión DC.

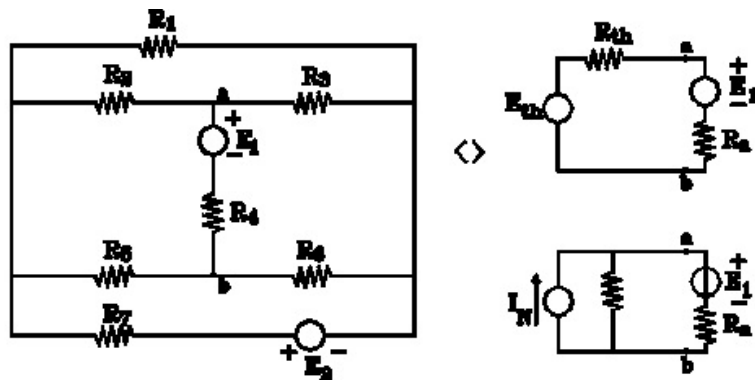
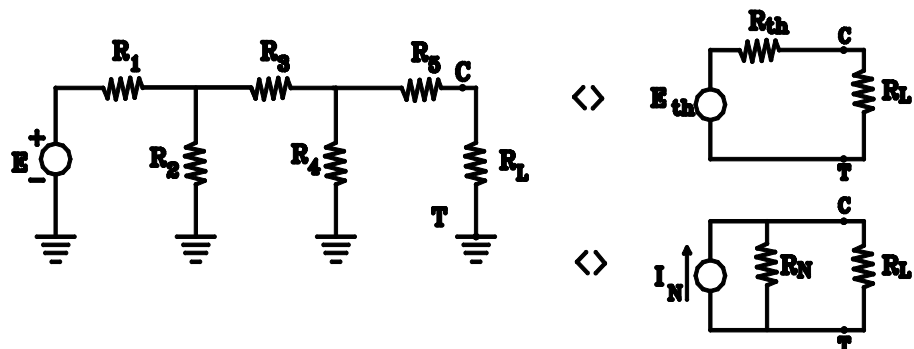
01 Multímetro (con microamperímetro)

01 Multímetro (con voltímetro).

01 Maqueta Resistiva.

Conductores para conexiones.

3. CIRCUITO A UTILIZAR



4. PROCEDIMIENTO:

1. Armar el circuito mostrado en la figura u otro circuito según lo que indique el profesor.
2. Conectar la fuente de tensión en los bornes a – b
3. Medir las resistencias de los resistores del circuito.
4. Encender la fuente de tensión y regularla a 20 voltios u otra tensión. Que indique el profesor.
 - Cálculo de voltaje thevenin (E_{TH}).
5. Desconectar el resistor R_L y dejar los bornes c-d a circuito abierto, luego medir la tensión en los bornes c-d (E_{TH}).
 - Cálculo de la Corriente de Norton (I_N)
6. Cortocircuitar los bornes cd, luego insertar el multímetro (trabajando con micro o miliamperímetro DC) en dichos bornes y medir la corriente.
 - Cálculo de la Resistencia Equivalente (R_{EQ}).
7. Con los bornes c-d a circuito abierto, retirar la fuente y cortocircuitar los bornes a–b, luego medir con el Multímetro (trabajando como ohmímetro) la resistencia entre los bornes c – d (R_{EQ})
8. Conectar la fuente en los bornes c-d a una tensión de 20 voltios, midiendo la corriente que entrega dicha fuente (I) la resistencia equivalente será: $R_{EQ} = 20 / I$.

CUESTIONARIO:

1. Hacer un diagrama del circuito usado, indicando las mediciones efectuadas en la carga en los pasos 1, 2, 3.
2. Con las mediciones efectuadas armar el circuito Thevenin y Norton equivalentes y verificar la tensión y corriente en la carga. Explicar los errores que se puedan tener.
3. Con los datos de las resistencias medidas, hallar las incógnitas de R_L en forma directa. Hallar teóricamente el circuito Thevenin y Norton, verificando los teoremas propuestos. Explicar las posibles causas de error.

4. Investigar sobre las limitaciones para aplicar los teoremas de Thevenin y Norton en Circuitos Eléctricos.
5. Busque algunas aplicaciones de los teoremas usados y explicar las ventajas que ofrece.
6. Dar algunas conclusiones breves del experimento realizado.

LABORATORIO N° 4.

TEOREMA DE MÁXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA.

1. **OBJETIVO:** Analizar y verificar en forma experimental el teorema propuesto, comprobando en forma analítica y en forma gráfica, la importancia de la eficiencia a partir de los datos tomados en el laboratorio.

2. ELEMENTOS A UTILIZAR:

Fuente de Tensión DC.

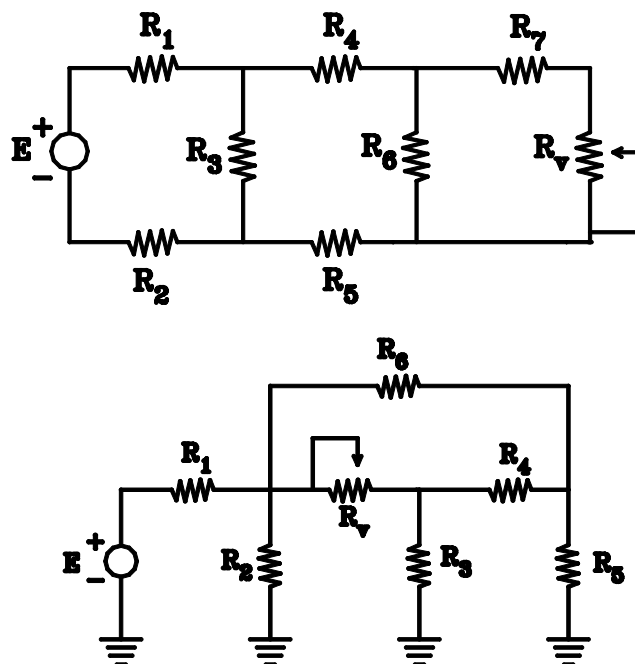
01 MULTIMETRO (CON MICROAMPERIMETRO).

01 Multímetro (con voltímetro).

01 Maqueta resistiva con potenciómetro

Conductores para conexiones.

3. CIRCUITO A UTILIZAR:



4. PROCEDIMIENTO:

1. Armar el circuito mostrado en la figura u otro circuito según lo que indique el profesor.
2. Conectar la fuente de tensión en los bornes a – b.
3. Medir las resistencias de los resistores del circuito, 4 el rango de resistencia del potenciómetro (R_L).
4. Encender la fuente de tensión y regularla a 20 voltios u otra tensión que indique el profesor.
5. Manteniendo la tensión anterior, variar la resistencia variable (R_L) desde 0 Ohmios hasta su valor máximo, tomando por lo menos 15 valores de voltaje y corriente en la rama donde se encuentra R_L .

5. CUESTIONARIO:

1. Hacer un diagrama del circuito utilizado y en un cuadro aparte, dar los valores de V_L e I_L obtenidos por medición directa, y el correspondiente valor de R_L determinado indirectamente.
2. En la misma tabla indicar el valor de la potencia P_L , que se consume en R_L y P_1 que es la entrega la fuente, en cada caso de los determinados anteriormente.
3. Graficar $P_L - V_S - R_L$, para determinar gráficamente el valor de R_L con el que se obtiene el valor de la resistencia de carga que absorbe la máxima potencia.
4. Calcular en cada caso el valor de la eficiencia “n”
$$N = \frac{P_L}{P_1} = \frac{\text{Potencia por } R_L}{\text{Potencia entregada por la fuente}}$$
5. Graficar “n” –vs- R_L y determinar el valor de “n” correspondiente al valor de R_L que da la potencia máxima.
6. Comparar el valor de R_L obtenido gráficamente, que da la máxima potencia, con la resistencia que presenta la red pasiva entre los bornes cd.
7. Dar el circuito Thevenin equivalente de la red activa que alimenta R_L en el circuito utilizado, mostrando el valor de R_L que absorbe la máxima potencia, y “N”.
8. Observaciones y conclusiones.

LABORATORIO N° 5:

USO DEL GENERADOR DE ONDAS Y DEL OSCILOSCOPIO: VALORES CARACTERÍSTICOS DE ONDAS PERIODICAS.

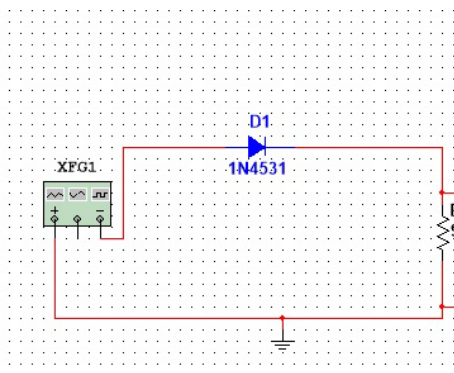
1. OBJETIVO:

- Aprender a utilizar el osciloscopio digital.
- Comparar los valores medios y eficaces visualizados por el multímetro y osciloscopio con los calculados teóricamente.

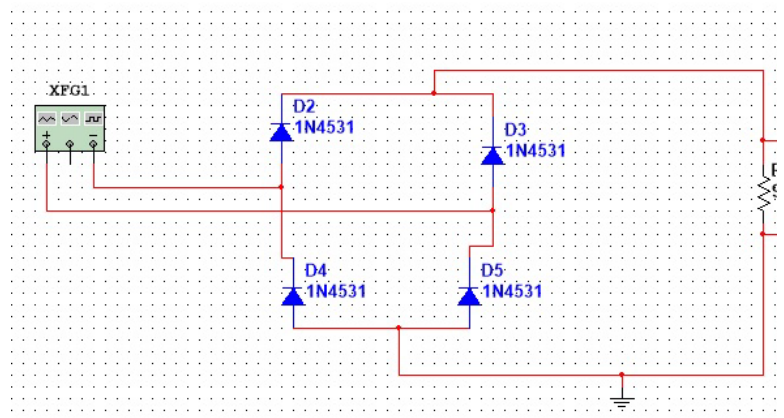
2. ELEMENTOS A UTILIZAR:

- 1 Osciloscopio digital
- 1 Multímetro
- 1 Generador de ondas
- 1 Panel con diodos y puente de diodos
- 1 Panel con Resistencias
- 1 Panel con Condensadores

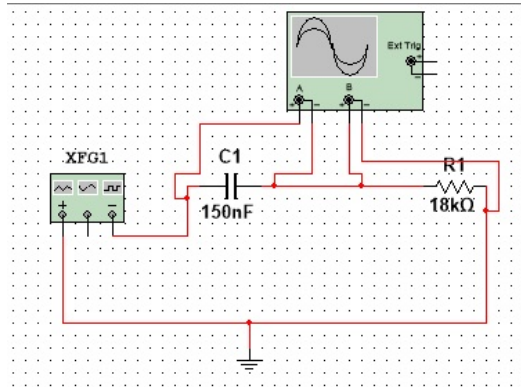
3. CIRCUITOS A UTILIZAR.



Circuito 1



Circuito 2



Circuito 3

4. PROCEDIMIENTO

1. Armar los circuitos mostrados en la figura, previa medición de las resistencias y/o capacitancias.
2. Seleccionar una frecuencia de 60 Hz y una amplitud de 5 voltios en el generador de ondas (G) a-b.
3. Seleccionar el selector de ondas sinusoidales del generador de ondas (G).
4. Conectar los bornes a-b al canal I del osciloscopio y los bornes c-d al canal II del osciloscopio, y anotar las principales características de la onda mostrada por el mismo (V_{MAX} , período, etc.).
5. Repetir los pasos anteriores para una frecuencia de 200 Hz y 1000 Hz.
6. Seleccionar el selector de ondas cuadradas y repetir los pasos 1, 2 y 4.
7. Seleccionar el selector de ondas triangulares y repetir los pasos 1, 2, 4.
8. Para el caso del circuito 4, además, observar el desfase entre el voltaje y corriente de dicho circuito.

5. CUESTIONARIO

- 1) Explicar el principio de funcionamiento del osciloscopio y el generador de ondas. Asimismo, enumerar sus diversos usos.
- 2) Explicar el principio de funcionamiento del diodo y del puente de diodos y su aplicación en electricidad.
- 3) Explicar el método empleado para hallar el desfase entre voltaje y corriente en un circuito R-C. ¿Qué otros métodos existen?
- 4) Elaborar un cuadro de los valores eficaces y medios visualizados en el multímetro, osciloscopio y los calculados teóricamente por fórmulas, indicando % de error.

LABORATORIO N° 6:

CIRCUITOS TRANSITORIOS DE PRIMER ORDEN DIFERENCIADOR E INTEGRADOR.

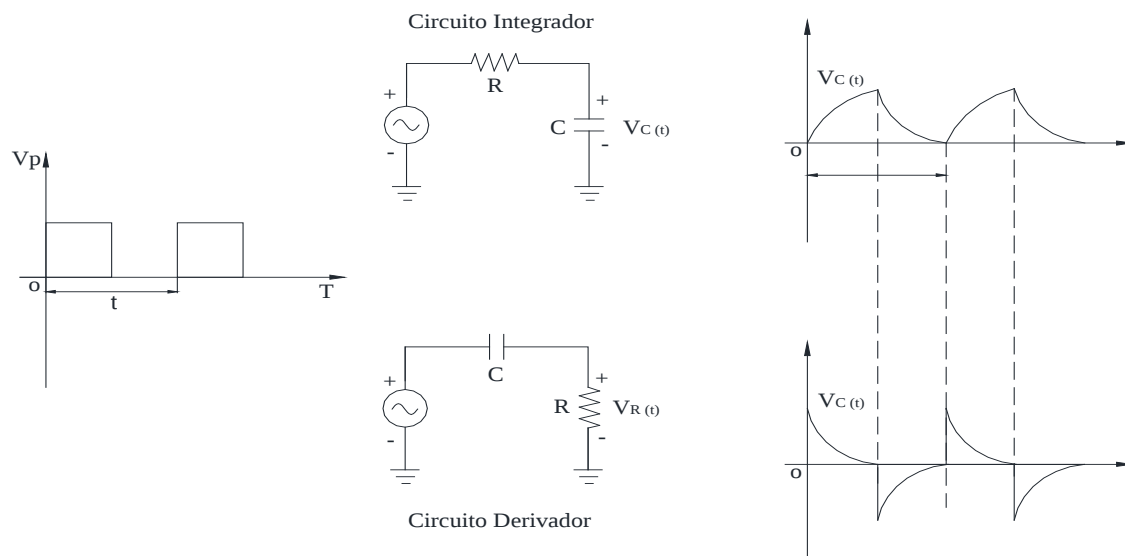
1. OBJETIVO:

Observar y analizar en forma experimental las características de carga y descarga de un circuito R-C.

2. ELEMENTOS A UTILIZAR:

- ❖ 1 Fuente de tensión continua de 0 a 30 v
- ❖ 1 Generador de ondas cuadradas.
- ❖ 1 Osciloscopio digital
- ❖ 1 Multímetro digital (con voltímetro DC)
- ❖ 1 Multímetro digital (con micro amperímetro DC)
- ❖ 1 Panel de circuito R-C
- ❖ Cronómetro
- ❖ Cables de Conexión

3. CIRCUITOS A IMPLEMENTAR



4. PROCEDIMIENTO:

PARTE I

- Revisar la continuidad en todos los tramos del circuito con el multímetro.
- Disponer el voltímetro y el amperímetro como se indica en la figura.
- En $V(t)$ usar una fuente de voltaje regulando unos 12V. Tenga S_1 y S_2 abiertos.
- Seleccione una resistencia R , (a), R_2 (b), R_3 (c) y conecte con el amperímetro en serie al borne (d).
- Calcule aproximadamente en forma teórica x .
- Proceda a cerrar el interruptor S_1 , manteniendo S_2 abierto, y tome valores de la tensión en el condensador, y la corriente que circula en intervalos de 20 seg. (mínimo 20 pts.). Debe buscar que el condensador se cargue completamente (aprox. 12 V.)
- Abra S_1 , retire la fuente de voltaje e invierta la polaridad del amperímetro.

- h. Cierre S_2 y tomar nuevamente los valores de la tensión en el condensador y la corriente que circula en intervalos de 20 seg. (20 puntos como mínimo).

PARTE II

OBSERVACIÓN EN EL OSCILOSCOPIO

1. Adecúe los controles del osciloscopio a 2V/div. (escala de voltaje) y 5 seg./div. (escala de tiempos). Acoplamiento C.C. Conecte la salida del osciloscopio en lugar de $V(t)$, asegúrese de la polaridad, y también conecte en esos terminales el canal 1 del osciloscopio. Luego regule el generador en onda cuadrada y período aprox. De 70 seg. Por 0.1 múltiplos y observando en el osciloscopio regula la amplitud aproximadamente en 10-12 V.
2. Conecte el canal 2 del osciloscopio entre los terminales de los condensadores (ahora existe un C_{eq}). Conecte las tres resistencias en paralelo y hacia el borne (e) y calcule el nuevo valor de %.
3. Con S_2 abierto y S_1 cerrado, primero observe el canal 2, y luego superponga la onda cuadrada que está en el canal 1.

NOTA: La tierra de ambos canales deben estar conectados a una misma conexión, es decir deben concurrir a un nodo.

- I. Con el voltímetro verifique el valor que se aprecia en el osciloscopio usando la escala.

CUESTIONARIO:

1. Para la parte 1, calcule la constante. De tiempo del circuito R-C en forma experimental, a partir de la gráfica de la tensión y la corriente. Obtenga un promedio.
2. Comparar la constante de tiempo teórica con la hallada experimentalmente.
3. Grafique ambos circuitos utilizados indicando los valores de R y C (primer caso) y R_{eq} y C_{eq} (segundo caso).

4. En papel milimetrado grafique los puntos I vs. T y V vs. T ¿Es conforme a lo teórico?

Compare I para $t = 2.2 R \cdot C$ con el valor de $L_{\max}$.

5. Como podría apreciarse I vs t en el osciloscopio si este sólo muestra voltajes.
6. Dar sus observaciones y conclusiones sea de forma clara y concisa.

RECOMENDACIONES:

Para cuidar de no dañar los equipos y/o perder tiempo en el desarrollo del laboratorio.

- Consulte con el profesor o encargado del laboratorio ante cualquier duda.
- Analice en forma teórica las conexiones, probar el circuito.

LABORATORIO N° 7:

CIRCUITOS TRANSITORIOS DE SEGUNDO ORDEN RLC.

1. OBJETIVO:

- a) Observar la respuesta de un sistema de segundo orden “RLC”, con amortiguamiento subcrítico y crítico.
- b) Medir experimentalmente “ T ” y “ α ” de la respuesta.
- c) Determinar el comportamiento del circuito “RLC”

2. ELEMENTOS A UTILIZAR:

Una inductancia de 2,8 H y 205 ohm internos en serie

Un Condensador de 0.1 μ f 35 W

Dos resistencias de R_c , una de 25k y otra de 50 k

Potenciómetro de 10k

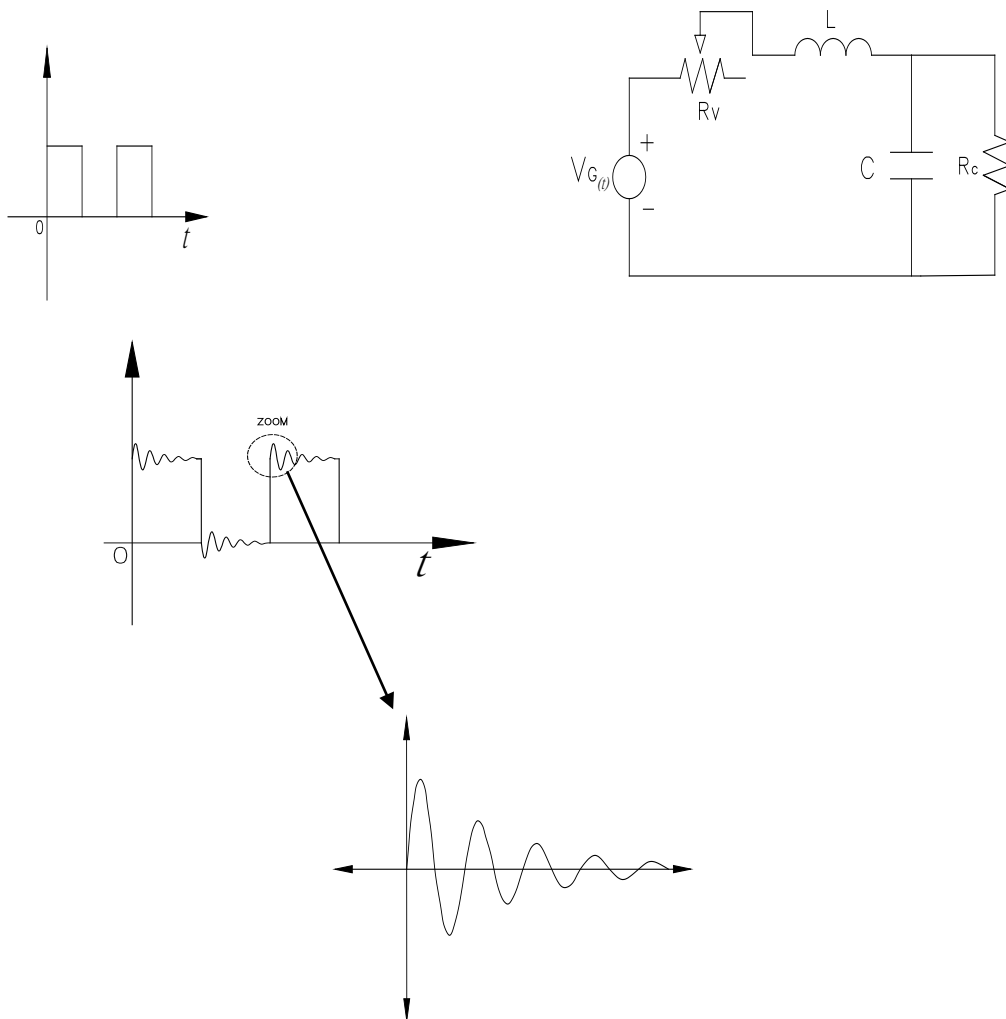
Un generador de A.F. de onda cuadrada

UN osciloscopio

Cables de conexión

Un multímetro

3. CIRCUITO A UTILIZAR:



4. PROCEDIMIENTO:

1. Armar el circuito mostrado de la fig. adjunta con R_c 25k
2. Energizar el circuito con el generador de onda cuadrada el cual debe entregar la menor frecuencia de oscilación (20 Hz)
3. Varíe el potenciómetro hasta observar la onda sub-amortiguada, Mida y tome nota del periodo " T " y del decremento logarítmico.

4. varié el potenciómetro hasta que hayan desaparecido las oscilaciones, mida y tome nota de esa resistencia.
5. Cambie R con la resistencia de 50 k y repita los pasos 3 y 4 respectivamente.
6. Quite “Rc” y repita el paso “3” y “4” respectivamente.

5. CUESTIONARIO.

1. Determine (indicando detalladamente los pasos) la ecuación diferencial del circuito 1.
2. Calcule analíticamente “ α ” y “T” y W_o ”, compare estos valores con los hallados experimentalmente, justificando las divergencias.
3. ¿Qué consigue con el paso “4”?
4. ¿Qué función cumple “Rc”?
5. ¿Qué diferencias observa en los pasos 3, 4 y 5 y a qué se deben estar diferencias?
6. Si en el circuito experimental la incógnita fuera V_L .