

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIE
Facultad de
Ingeniería Eléctrica

Departamento de Electroenergética

TRABAJO DE DIPLOMA

Sistema de laboratorios para la asignatura optativa
Simulación de Circuitos Eléctricos

Autor: Yoandy Torres López

Tutores: MSc. Marlén Álvarez Díaz

MSc. Roberto J. Ruíz Martín

Santa Clara, julio 2019
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIE
Facultad de
Ingeniería Eléctrica

Electroenergetic Department

TRABAJO DE DIPLOMA

System of laboratories for the optional subject
Simulation of Electric Circuits

Author: Yoandy Torres López

Thesis Director: MSc. Marlén Álvarez Díaz

MSc. Roberto J. Ruíz Martín

Santa Clara, julio 2019
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a toda mi familia, amigos y a aquellas personas que de una forma u otra me apoyaron en estos años de estudio y sacrificio.

De una manera muy especial: Mi mamá, mi papá, mi novia y a las amistades que estuvieron a mi lado durante estos 5 años

AGRADECIMIENTOS

“El acto de agradecer significa reconocer y dar gracias con toda humildad, por eso hoy doy mil gracias a todas aquellas personas que de una forma u otra colaboraron en la realización de este trabajo.”

A mi familia por apoyarme y brindarme su amor, en especial a mis padres que sin ellos no me hubiese sido posible llegar a ser ingeniero.

A mi novia Danay por brindarme su apoyo, por darme tanto amor y obligarme a trabajar en el proyecto, aunque no me sintiera motivado.

A mis tutores por su dedicación y apoyo en la realización de este trabajo, MSc. Marlén Álvarez Díaz y Roberto J. Ruíz Martín

A todos mis compañeros de la carrera, en especial a los que han convivido durante estos 5 años conmigo, Roberto, Mario, Rolando, David, Angel Luis, Álvaro, Yoelvis, Debray y Javier.

A todos los que de una forma u otra han contribuido con la realización de este trabajo.

A todos, Muchas Gracias

RESUMEN

Con la implementación del Plan de Estudio E se realiza una reestructuración de las asignaturas lo cual implica la reducción del tiempo de las carreras a cuatro años. Para esto fue necesaria la puesta en práctica de nuevas estrategias de aprendizaje haciendo uso de recursos informáticos, aplicaciones educativas específicas y plataformas virtuales de aprendizaje, que flexibilizan la educación tradicional presencial para potenciar aún más el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Para el logro del objetivo general de esta investigación se atravesó por un largo proceso de análisis, selección y estructuración de los contenidos a impartir en la nueva asignatura optativa Simulación de Circuitos Eléctricos en la carrera Ingeniería Eléctrica. Para ello se establecieron nexos entre esta y la disciplina Circuitos Eléctricos con vistas a favorecer la interdisciplinariedad, requerimiento que se ha pretendido en varios planes de estudios anteriores. Han quedado expuestos recursos de MATLAB que serán utilizados en la asignatura para el montaje y corrida de circuitos eléctricos con un acercamiento al entorno real.

Como resultado de este trabajo los estudiantes dispondrán de una asignatura más para la elección en el currículo optativo y un grupo de materiales complementarios, presentándose como complemento a su formación integral.

Los contenidos de la asignatura quedaron hospedados en la plataforma virtual MOODLE, disponible en el portal educativo de la intranet universitaria.

El aula virtual proporciona al estudiante y a todo aquel con acceso a la intranet la posibilidad de utilizar los contenidos del curso de una manera eficaz y productiva.

Palabras Clave: estructuración, interdisciplinariedad, currículo optativo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. BASES TEÓRICO-METODOLÓGICAS PARA LA PREPARACIÓN DE ASIGNATURAS OPTATIVAS ACORDES AL PLAN E CON APOYO DE LAS TIC.....	5
1.1 Generalidades sobre los planes de estudio.....	5
1.1.1 Caracterización del plan de estudio D.....	6
1.1.2 Generalidades sobre el Plan de estudio E.....	7
1.1.3 Fundamentación del currículo optativo en el plan E.....	9
1.2 La utilización de las TIC en la formación universitaria	11
1.2.1 La plataforma interactiva MOODLE	12
1.2.2 Prácticas de laboratorio simuladas.....	14
1.2.3 Matlab Simulink	15
1.3 Interdisciplinariedad.....	17
1.3.1 Definición de interdisciplinariedad.....	18
1.3.2 Integraciones Vertical y Horizontal	19
1.3.3 Ventajas que ofrece la interdisciplinariedad para el proceso de enseñanza aprendizaje.....	20
1.4 Consideraciones del capítulo	20
CAPÍTULO 2. SELECCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE LOS CONTENIDOS A IMPARTIR EN LA ASIGNATURA SIMULACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS TENIENDO EN CUENTA LOS NEXOS INTERDISCIPLINARIOS	22
2.1 Selección de los contenidos a impartir y determinación de nexos interdisciplinarios	22
2.2 Aspectos básicos y estructura de la asignatura	26
2.2.1 Aspectos básicos.....	26
2.2.2 Relación de temas.....	29
2.3 Estructura final de la asignatura	32
2.4 Consideraciones del capítulo	34
CAPÍTULO 3. EJERCICIOS RESUELTOS E INCORPORACIÓN A LA PLATAFORMA MOODLE	35
3.1 Ejercicios resueltos	35

1. Ejercicio resuelto #1.....	35
2. Ejercicio resuelto #2.....	38
3. Ejercicio resuelto #3.....	40
4. Ejercicio resuelto #4.....	42
5. Ejercicio resuelto #5.....	42
3.2 Descripción de los recursos digitales que formarán parte del aula virtual.....	48
3.3 Consideraciones del capítulo	51
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES	53
ANEXOS.....	56
Anexo 1: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #1	56
Anexo 2: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #2	57
Anexo 3: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #3	58
Anexo 4: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #4	59
Anexo 5: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #5	61

INTRODUCCIÓN

El escenario de la sociedad actual cada vez más se inclina hacia la complejidad y diversidad, por lo que la educación superior debe enfrentar numerosos desafíos a los cuales se encuentra expuesta. Por otra parte, los estudiantes universitarios precisan de nuevas habilidades y estrategias para su formación como futuros profesionales.

Las nuevas circunstancias requieren la presencia de equipamiento especializado que facilite el trabajo y se encuentre acorde con el actual entorno de aprendizaje. Con el objetivo de adaptarse a los cambios del ámbito tecnológico, se plantean nuevas prácticas que posean mayor actividad, contemplando la presencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso educativo. Las TIC conforman “ambientes de aprendizaje” haciendo especial uso de motivadoras herramientas didácticas, conformadas por diferentes recursos informáticos como: aplicaciones educativas específicas y plataformas virtuales de aprendizaje que flexibilizan la formación del estudiantado[1].

Este proceso por el que atraviesa la educación superior precisa la incorporación de asignaturas del currículo optativo/electivo con el objetivo de profundizar e impartir contenidos que no se encuentran en los currículos base y propio, o no se tratan en estos con el nivel de profundidad que se considera deben conocer los estudiantes para insertarse en los proyectos de investigación que se desarrollan en la universidad y en las entidades empleadoras. Dichas asignaturas se presentan como complemento a la formación integral de los estudiantes y como vía de dar respuesta a los intereses de su desarrollo personal, permitiendo que estos puedan decidir, individualmente, cómo completar su formación lo que, además, posibilita diseñar distintas vertientes o perfiles de salida de la carrera de acuerdo con las necesidades del desarrollo del país[2].

Para alcanzar este propósito es ineludible establecer un gran vínculo entre las diferentes asignaturas que se van a llevar a cabo durante los cursos, para alcanzar una mayor preparación de los estudiantes. Dado que el desarrollo científico actual está caracterizado por estrechas relaciones entre las disciplinas, la interdisciplinariedad juega un importante papel como método de integración apuntando hacia el logro de nexos entre las diferentes materias. Otro elemento de gran importancia a destacar es la elaboración de laboratorios virtuales dado que, en ocasiones, debido a diferentes razones entre las que se encuentra la

falta de presupuesto, o en algunos casos el gran número de alumnos en los cursos, los laboratorios físicos no siempre están disponibles, lo cual impone fuertes restricciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Afortunadamente, gracias al desarrollo de las tecnologías es posible complementar los laboratorios reales creando espacios dotados de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico, producidos por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real.

Dichos espacios permiten al estudiante acceder a una mayor cantidad de prácticas, pudiendo experimentar sin riesgo alguno, flexibilizando los horarios de dichas actividades y evitando el solapamiento con otras asignaturas. Los estudiantes aprenden mediante prueba y error, sin miedo a sufrir o provocar un accidente, sin avergonzarse de realizar varias veces la misma práctica, ya que pueden repetirlas sin límite; sin temor a dañar alguna herramienta o equipo ni de desperdiciar materia prima y sin requerimiento de supervisión por parte de un personal especializado[3].

Al mismo tiempo van "construyendo" y gestionando su propio aprendizaje ya que será de ellos la iniciativa de trabajar en estas actividades propiciando también una vinculación mayor con sus compañeros y el docente mediante la indagación acerca de los problemas que podrían presentársele.

Con esta perspectiva se trabaja en la preparación de una nueva asignatura del grupo de las optativas: Simulación de Circuitos Eléctricos, la cual constará de un grupo de conferencias y prácticas de laboratorios con los que se pretende profundizar más en temas que serán útiles en otras disciplinas específicas de la carrera. Serán reafirmados conocimientos adquiridos en la disciplina Circuitos Eléctricos que son de vital importancia a lo largo de toda la carrera y la vida profesional, evitando que se redunde en temas que ya el estudiante debe dominar. Estando presente la interdisciplinariedad en el proyecto que se propone, se contribuirá a que el plan E sea más eficiente que planes anteriores aun cuando se cuenta con menos tiempo para la instrucción de los alumnos ya que logra la concreción de los conocimientos y el acercamiento al entorno laboral. Los temas y contenidos de dicha asignatura se incorporarán a la plataforma Moodle para potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje haciendo un uso adecuado de las TIC.

En consecuencia, con lo expresado anteriormente se plantea como **problema científico** de esta investigación: ¿Qué contenidos de Circuitos Eléctricos serán abordados en la asignatura optativa I del Plan E "Simulación de Circuitos Eléctricos", para potenciar la interdisciplinariedad en la carrera Ingeniería Eléctrica?

Para dar respuesta a este problema, se traza como **objetivo general**: Elaborar un Sistema de laboratorios para la asignatura Optativa Simulación de Circuitos Eléctricos que potencie la interdisciplinariedad en la carrera Ingeniería Eléctrica.

Como **objetivos específicos** se declaran:

1. Establecer los fundamentos teóricos acerca de la simulación de Circuitos Eléctricos que garanticen la interdisciplinariedad entre las disciplinas de la carrera Ingeniería Eléctrica acordes con los requerimientos del Plan E.
2. Seleccionar los contenidos a impartir en la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos.
3. Plantear el sistema de laboratorios para la asignatura Simulación de circuitos eléctricos.
4. Incorporar el Sistema de Laboratorios y los recursos didácticos elaborados a la plataforma Moodle.

Partiendo de los objetivos específicos, para realizar la presente investigación se proponen las siguientes **tareas investigativas**:

- Síntesis de los requerimientos teóricos y metodológicos del plan E para la asignatura optativa I.
- Descripción de las potencialidades del Matlab-Simulink para el análisis de circuitos eléctricos.
- Fundamentación de la necesidad de la interdisciplinariedad en las carreras universitarias.
- Determinación de los temas de Circuitos Eléctricos útiles en el resto de las disciplinas específicas de la carrera.
- Selección de los contenidos a impartir en la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos.
- Elaboración de un sistema de laboratorios para la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos.
- Incorporación del Sistema de Laboratorios y los recursos didácticos elaborados a la plataforma Moodle.

La memoria escrita contiene Introducción, capitulo, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. **En el capítulo #1** se realiza una fundamentación teórica de las categorías fundamentales que se tratan en esta investigación tales como: Generalidades sobre los planes de estudio, fundamentación del currículo optativo en el plan E, La utilización

de las TIC para apoyar el proceso de formación universitaria, dando a conocer las posibilidades que brindan los recursos digitales al proceso de enseñanza aprendizaje y los principales aspectos que apuntan a potenciar la Interdisciplinariedad en la carrera.

En el capítulo #2 se hará una selección de los principales contenidos que serán impartidos en la nueva asignatura teniendo en cuenta los nexos interdisciplinarios con el resto de las disciplinas de la carrera. Además, se darán a conocer aspectos básicos sobre la asignatura optativa tales como: objetivos, sistema de habilidades, sistema de evaluación e Indicaciones Metodológicas y de organización de la asignatura para llegar a la estructura final de la misma.

En el capítulo #3 se recogerá una muestra de los ejercicios típicos que complementan la interdisciplinariedad con las demás disciplinas específicas de la carrera y la forma en que quedo organizada la asignatura en la plataforma virtual MOODLE disponible desde la intranet de la UCLV.

Como resultado de este trabajo se obtienen los aportes siguientes:

- Quedarán establecidos los contenidos que se impartirán en la asignatura optativa I: Simulación de circuitos eléctricos.
- Se incorporarán a la plataforma Moodle los materiales referentes a la asignatura Optativa I para potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

CAPÍTULO 1. BASES TEÓRICO-METODOLÓGICAS PARA LA PREPARACIÓN DE ASIGNATURAS OPTATIVAS ACORDES AL PLAN E CON APOYO DE LAS TIC

En este capítulo se hace un breve recorrido por las principales cuestiones relacionadas con los planes de estudio, se exponen aspectos vinculados a las experiencias en el desarrollo y utilización de la TIC en el ámbito pedagógico. Se tienen en cuenta aspectos como la incorporación del currículo optativo como complemento a la formación académico-profesional de los estudiantes y se hace énfasis en las relaciones interdisciplinarias con el objetivo de fomentar la integración de las ciencias con vistas a lograr la motivación de los estudiantes y un egresado con mayores condiciones para la adaptación y rendimiento en el entorno laboral.

1.1 Generalidades sobre los planes de estudio

La planificación y organización de las carreras se rigen por los planes de estudio, los cuales establecen la concreción escrita y formal del currículo académico en forma de programas de enseñanza. Estos concretan las concepciones ideológicas, socio-antropológicas, epistemológicas, pedagógicas y psicológicas que determinan los objetivos de la educación escolar; es decir, los aspectos del desarrollo y de la incorporación de la cultura que la institución en cuestión trata de promover. Los planes de estudio constituyen un documento estatal de carácter obligatorio, encaminados al cumplimiento de los aspectos que implican la elección de contenidos, disposición de los mismos, necesidades de la sociedad, materiales educativos o didácticos y tecnología disponible para la formación de futuros profesionales.

Desde la creación del Ministerio de Educación Superior se han ido perfeccionando paulatinamente los planes y programas de estudio, cumpliendo con la *Reforma Universitaria* de 1962, que sentó las bases para las transformaciones que demandaba de inmediato la Educación Superior. Estas modificaciones se llevan a cabo con el propósito de fortalecer cada vez más la preparación de la docencia y la investigación para la formación de profesionales con un perfil cada vez más amplio, que sean capaces de resolver con

independencia y creatividad los problemas generales y frecuentes que se presentan en las diferentes esferas de la actividad profesional. Además, se espera satisfacer las demandas del desarrollo socioeconómico del país en cada momento, teniendo en cuenta lo mejor de las tendencias internacionales que resulten beneficiosas para adaptarlas al contexto nacional en la formación de dichos profesionales.

Desde 1977 hasta la actualidad, se han concebido 5 planes de estudio con el objetivo de eliminar las limitaciones en los currículos y elevar la calidad de los egresados. Con cada nuevo plan se intenta solucionar o disminuir las deficiencias más evidentes. Algunas de las medidas tomadas para lograrlo constituyen hoy estrategias y se mantienen en los planes más reciente. Entre ellas se pueden mencionar[4]:

- ❖ La reducción del número de disciplinas, integrando los contenidos que tengan un hilo conductor común.
- ❖ La disminución en el número de conferencias y el aumento del componente práctico e investigativo, con vistas a la formación de estudiantes con una mejor preparación, cada vez más autodidactas, independientes y conscientes de su formación.
- ❖ Aumento de la cantidad de proyectos de cursos o trabajos de diploma garantizando que la lógica de la investigación se vincule al proceso docente.
- ❖ Integración de las diferentes disciplinas.
- ❖ La reducción paulatina del número de perfiles terminales o carreras para graduar profesionales de perfil amplio.

1.1.1 Caracterización del plan de estudio D

El nuevo entorno educacional y social en el país y los adelantos científico-técnicos junto a la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) impusieron un cambio en los planes de estudio C que condujeron al plan D. El Ministerio de Educación Superior (MES) elaboró el denominado “Documento Base para la Elaboración de los Planes de Estudio D”[5], el cual constituía una guía para la elaboración de los nuevos planes de estudio y en el que se apreciaban los aspectos fundamentales que deben caracterizar la elaboración de estos planes.

El plan de estudios D eliminó y mejoró el problema fundamental que existía en el anterior, pues satisfizo las demandas crecientes de la sociedad en cuanto a captación, procesamiento, transmisión y almacenamiento de la información, así como la evaluación,

explotación y gestión de las diferentes técnicas y tecnologías existentes, aplicadas en el mundo contemporáneo, brindando continuidad al proceso de formación de recursos humanos en este campo a diferentes niveles educativos.

En este plan de estudio se comenzó a dar una mayor importancia a la interpretación física de los fenómenos y sus resultados. Con esta óptica aumentó la necesidad de simular procesos reales y la necesidad de establecer un vínculo con la profesión, para formar un profesional de perfil amplio. Dicho programa introdujo nuevos métodos de enseñanza basados en la interdisciplinariedad de las asignaturas tomando como herramientas fundamentales las TIC.

1.1.2 Generalidades sobre el Plan de estudio E

El sistema de formación continua de los profesionales cubanos y el concepto de formación integral fueron las premisas fundamentales para el diseño del Plan de estudio E. Las acuciantes necesidades educativas del presente y del futuro no pueden ser satisfechas sino mediante la concepción de una formación continua. Esta se basa en la idea de que el hombre se educa durante toda la vida y además, un reclamo de estos tiempos es el fortalecimiento de la formación integral de los estudiantes, debido a los múltiples problemas que se presentan en el contexto socioeconómico nacional e internacional, y que influyen desfavorablemente en la efectividad del trabajo educativo y político ideológico que se desarrolla en las universidades.

Debido al acelerado avance de la ciencia y la tecnología se hace necesario aplicar un conjunto de cambios que tributen al desarrollo de los futuros profesionales. El Ministerio de Educación Superior en El Documento Base Para El Diseño De Los Planes De Estudio “E” [4], da a conocer varios elementos que describen estos cambios, así como la necesidad de la implementar este nuevo Plan de Estudio, las bases conceptuales para su conformación y las pautas a seguir para potenciar el tiempo de trabajo del estudiante.

Bases conceptuales para la elaboración del Plan de estudio E:

- ❖ El perfeccionamiento del modelo de formación de perfil amplio: Se trata de preparar con solidez al profesional en los aspectos que están en la base de toda su actuación profesional, lo que asegura el dominio de los modos de actuación con la amplitud requerida.

- ❖ Mayor articulación del pregrado y el posgrado: Adecuar sistemáticamente los programas de formación de posgrado teniendo en cuenta las necesidades socioeconómicas locales, territoriales y nacionales.
- ❖ Lograr una efectiva flexibilidad curricular: La flexibilidad curricular se debe manifestar principalmente por la existencia de tres tipos de contenidos curriculares (base, propio y optativo/electivo) que permitan la actualización permanente del plan de estudio de la carrera y su adaptación a las necesidades del país, al desarrollo del claustro a los intereses de los estudiantes.
- ❖ Mayor grado de racionalidad en el diseño de los planes de estudio: Mediante la elaboración de programas de disciplinas y de asignaturas comunes para diferentes carreras, siempre que sea posible. Esto favorece el empleo racional de recursos humanos y materiales.
- ❖ Mayor nivel de esencialidad en los contenidos de las disciplinas: Este aspecto se logra mediante la selección de aquellos contenidos que son fundamentales para el logro de los objetivos previstos en la carrera y asegurando una adecuada secuencia lógica y pedagógica de los mismos.
- ❖ Potenciar el protagonismo del estudiante en su proceso de formación: Orientar el proceso de formación más al aprendizaje que a la enseñanza, a priorizar el cómo y no el qué, de manera que se eleve el protagonismo del estudiante y se favorezca su independencia cognoscitiva y creatividad.
- ❖ Potenciar el tiempo de auto preparación del estudiante: Se debe tener en cuenta que el proceso de aprendizaje no se restringe a los tiempos de actividades académicas presenciales. El aprender no se hace desde afuera hacia adentro, se construye internamente a partir de un proceso de reflexión del estudiante.
- ❖ Lograr transformaciones cualitativas en el proceso de formación como consecuencia de un amplio y generalizado empleo de las TIC: Estas transformaciones han de expresarse fundamentalmente en la renovación de concepciones y prácticas pedagógicas que conlleven a reformular el papel del docente y a desarrollar modelos de aprendizaje de los estudiantes distintos a los tradicionales.

En la creación del Plan de estudio E se redactaron pautas para potenciar el tiempo de trabajo del estudiante (Horas lectivas + Horas de estudio independiente).

- ❖ La duración máxima de la carrera será de cuatro años.
- ❖ Las horas totales del plan de estudio no deben exceder las 3400.

- ❖ La práctica laboral debe constituir, como mínimo, el 15% del total de horas del plan de estudio, incluyendo las horas planificadas para el ejercicio de culminación de los estudios (510 h).
- ❖ La cantidad de asignaturas por semestre no debe ser mayor que seis. En el último semestre la cantidad de asignaturas dependerá de las horas que requiera la culminación de los estudios de la carrera.
- ❖ El número máximo de exámenes finales será de seis por año académico.
- ❖ El currículo base que elabora la CNC hasta el nivel de disciplina, no debe ser superior al 80% del total de horas de la carrera.
- ❖ El currículo optativo/electivo no debe ser inferior al 5% del total de horas de la carrera (170 h).
- ❖ El fondo de tiempo de las disciplinas Marxismo-Leninismo, Historia de Cuba y Preparación para la Defensa es el 8% de las horas totales de la carrera, distribuido en 4,5%; 1,5% y 2% respectivamente (153h, 51h, 68h).

1.1.3 Fundamentación del currículo optativo en el plan E

El currículo optativo se ejerce como función complementaria del currículo propio. Refuerza, profundiza, aplica, pero también realiza unas funciones independientes de aquél que remiten claramente a las finalidades educativas de la etapa y que son muy apreciadas por el alumnado como son: descubrir nuevos campos culturales, aprender cosas relacionadas con la vida cotidiana, trabajar de manera más participativa y práctica, establecer mejores relaciones entre colegas y con el profesorado.

El objetivo principal es complementar la formación académico-profesional de los estudiantes en los aspectos que demande el mercado laboral y las tendencias dinámicas del sector de la profesión, reforzándola en temáticas afines a la carrera que no están incluidas de manera permanente en la malla curricular. Esto permite a los estudiantes la profundización de aspectos concretos del conocimiento, y otorga flexibilidad al proceso de enseñanza y aprendizaje. Este factor remueve la rigidez tradicional del sistema educativo, genera cambios, iniciativas e innovaciones, e incrementa la autonomía profesional del profesorado. Dada la característica flexible de las optativas de formación profesional, su contenido puede ser cambiado en cualquier momento en que lo amerite de acuerdo a las demandas y tendencias del sector laboral.

El programa debe contar con un modelo de evaluación para poder determinar, periódicamente, si está cumpliendo o no con los objetivos que motivaron su creación, ser prospectivo, de libre elección por parte de los estudiantes y se debe brindar consejería académica para orientarlos en la selección de los contenidos de las asignaturas optativas ofertadas por la carrera[6].

Con el tránsito hacia el plan E en la enseñanza superior y las características que establece este nuevo plan, en la carrera Ingeniería Eléctrica desaparece la disciplina Computación la cual contaba con 5 asignaturas distribuidas desde 1ro a 4to año como se muestra en la tabla 1.1. Solo se impartirá la asignatura Programación y Simulación perteneciente al 1er año, 2do semestre (Curso Diurno) la cual reduce su número de horas clase de 60 a 48.

Tabla 1.1 Asignaturas para la disciplina computación perteneciente al plan de estudio D

Asignaturas	Examen	Año	Semestre	Horas	Tipo
Introducción a la Informática	No	1ro	I	60	Obligatoria
Informática I	No	2do	I	60	Obligatoria
Simulación	No	2do	II	60	Obligatoria
Informática II	No	3ro	I	48	Obligatoria
Sistema Operativo Suse/Linux y Aplicaciones a la ingeniería Eléctrica	No	4to	I	30	Optativa

En la tabla 1.1 se muestran las asignaturas de la disciplina computación, el año, el semestre y el número de horas clase para el plan D.

A raíz de esto se está trabajando en la estructuración de una nueva asignatura del currículo optativo: **Simulación de Circuitos Eléctricos** con la cual se pretende establecer grandes vínculos con la disciplina Circuitos Eléctricos siendo esta la base fundamental de los programas de las carreras de perfil eléctrico, y la primera materia específica donde los estudiantes identifican y emplean dispositivos eléctricos posibilitando crear un precedente para otras disciplinas de años superiores. Esta disciplina también sufre nuevas modificaciones dado que durante el plan D se dividía en tres asignaturas: Circuitos Eléctricos I, II y III; cada una de 64 horas clases y en el nuevo plan esta se reduce a solo dos asignaturas de 60 y 64 horas respectivamente.

A su vez la nueva asignatura fomentará la incorporación de las TIC al proceso de enseñanza y aprendizaje a través del uso de plataformas interactivas para el desarrollo de las habilidades de los estudiantes aprovechando las potencialidades de la plataforma MOODLE.

1.2 La utilización de las TIC en la formación universitaria

Las TIC atraviesan el entramado de la realidad socio-económica y político-cultural de la sociedad de la información y penetran en el espacio académico, en especial, el universitario, no sin resistencias y dilemas. Las TIC configuran “ambientes de aprendizaje” con el surgimiento de novedosas y motivadoras herramientas didácticas, conformadas por diferentes recursos informáticos, aplicaciones educativas específicas y plataformas virtuales de aprendizaje que flexibilizan la educación tradicional presencial[7].

La competitividad de los medios lleva a modificar los planteamientos en la representación de la realidad. En ese ámbito también coexisten otros avances de carácter tecnológico, que se adjuntan al proceso de formación del universitario y parten de la creación de grupos encargados de brindar enlaces a servicios, como son la búsqueda de información en bases de datos, bibliotecas virtuales, foros, chats, mensajería electrónica, acceso a Internet, plataformas de tele formación, campus virtual, en fin, toda una serie de facilidades que se crean a disposición de estudiantes y profesores para la interacción de conocimientos entre ellos y hacia el exterior de la universidad[8].

La implantación de las TIC como medio de enseñanza se justifica, a partir de las potencialidades que brinda para la realización de acciones automáticas que pueden ser ejecutadas en cualquier momento, y el surgimiento de medios reales para su acceso. Con la aparición de estos dispositivos (computadoras, softwares educativos, teléfonos inteligentes, entre otros), los medios de enseñanza se enriquecen, aportan nuevas formas de transmitir los conocimientos y posibilitan la atención a las diferencias individuales[9].

Se conoce por un aula virtual al sitio web que permite el desarrollo del proceso de aprendizaje, no tiene límites físicos, sus limitaciones se vinculan a la disponibilidad de acceso por la vía informática. El estudiante, puede “ingresar” al aula virtual en cualquier momento y desde cualquier lugar para tomar sus clases[10].

Las aulas virtuales han conseguido aumentar su influencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje debido al número de ventajas que estas pueden ofrecer tales como[11]:

- Acceso de los estudiantes a un abanico ilimitado de recursos educativos sin impedimentos de ningún tipo y a toda hora.
- Acceso rápido a una gran cantidad de información en tiempo real.
- Obtención rápida de resultados.
- Gran flexibilidad en los tiempos y espacios dedicados al aprendizaje.
- Adopción de métodos pedagógicos más innovadores, más interactivos y adaptados para diferentes tipos de estudiantes.
- Interactividad entre el profesor, el alumno, la tecnología y los contenidos del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Colaboración mayor entre estudiantes, favoreciendo la aparición de grupos de trabajo y de discusión.
- Incorporación de simuladores virtuales como nueva herramienta de aprendizaje.

1.2.1 La plataforma interactiva MOODLE

MOODLE (siglas del inglés *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, es decir, entorno de aprendizaje dinámico modular orientado a objeto) es un sistema que se utiliza para la creación y gestión de cursos, de distribución libre, que ayudan a los docentes a crear comunidades de aprendizaje en línea que apoyan la enseñanza presencial utilizando las TIC y se aplica con gran éxito a nivel mundial en la educación por competencias[12].

Moodle apareció por primera vez el 20 de agosto de 2002 en su primera versión y, después de eso han aparecido nuevas versiones con nuevos recursos, actividades y mejoras demandadas por la comunidad de usuarios de Moodle.

Esta plataforma es un Software Libre (*Open Source*), de distribución gratuita bajo licencia pública GNU. Esto significa que Moodle tiene derechos de autor (*copy-right*), pero permite algunas libertades: como copiar, usar y modificar Moodle siempre que se acepte proporcionar el código fuente a otros, no modificar la licencia original y los derechos de autor, y aplicar esta misma licencia a cualquier trabajo derivado de él[13].

Es una aplicación diseñada para facilitar tanto a los educadores a crear rápidamente cursos y sus contenidos en línea, así como a los estudiantes, quienes pueden interactuar de manera intuitiva y participar en dicho proceso de aprendizaje virtual sin descuidar el aprendizaje en el aula (enseñanza híbrida) posibilitando de esta forma utilizar la modalidad *b-Learning*[14].

B-Learning consiste en la utilización de ambos modelos de educación, el presencial y a distancia, de manera combinada. Es una modalidad que pretende ser una alternativa a las nuevas formas de educación generadas en los ambientes de aprendizaje con apoyo electrónico, que combina lo presencial con lo virtual (*e-Learning*).

Dependiendo del tipo de curso o de las competencias a desarrollar en los alumnos, una solución mixta puede ser la clave para conseguir los objetivos formativos propuestos, por lo que lo más recomendable sería desarrollar la parte práctica de forma presencial y utilizar una plataforma de formación en línea para aclarar dudas sobre el material de estudio, para debatir sobre casos prácticos, para evaluar a los alumnos, etc.

En Moodle se puede incorporar un cuestionario amplio y variado que aparecerá de forma aleatoria lo cual hace que cada estudiante responda interrogantes que están dispuestas en diferente orden respecto a sus compañeros. Por otra parte, el profesor puede orientar la evaluación y establecer un tiempo para que el estudiante la realice y puede o no, emitir retroalimentación en caso de que las respuestas no sean correctas. Los estudiantes resolverán los cuestionarios fuera del turno de clase en el periodo establecido por este. Esta variante de evaluación constituye la más eficiente porque le da la posibilidad al profesor de administrar mejor el tiempo para la docencia y le ahorra trabajo. Por parte de los estudiantes esto le da la posibilidad de asimilar mejor el contenido y dedicarán mayor tiempo al estudio de la asignatura de forma independiente. Con ella hay mayores posibilidades de evitar el fraude ya que no todos los estudiantes acuden al mismo tiempo a resolver el cuestionario y además el orden de las preguntas aparece de forma aleatoria.

Para poder ser instalada solo se necesita una plataforma con un servidor Web que soporte PHP, que tenga posibilidad de compartir una base de datos. Con su completa abstracción de bases de datos, soporta las principales marcas de bases de datos (en especial *MySQL*)[15].

Para su acceso solo se necesita un ordenador con un navegador Web (Mozilla Firefox, Internet Explorer, Google Chrome o cualquier otro) y una conexión a Internet. Por supuesto, también se necesita conocer la dirección Web (URL) del servidor donde Moodle se encuentre alojado y disponer de una cuenta de usuario registrado en el sistema[16].

MOODLE, novedosa plataforma interactiva que causa motivación entre profesores y estudiantes por ser un producto activo y en evolución, ofrece las características siguientes:

- Comunicación en tiempo real entre los alumnos a través del Chat.
- Posibilidades de crear encuestas y el acceso a ellas por la misma plataforma.

- Permite la entrega de tareas orientadas por el profesor tanto en las clases presenciales como en línea en varios formatos (MS Office, PDF, imagen u otros).
- Creación de “foros” posibilitando el intercambio asincrónico de grupos sobre un tema.
- Creación y gestión de “páginas enlazadas”.
- Recopilación de los términos más usados en un curso. Incluye lista, enciclopedia, FAQ (*Frequently asked questions*), diccionario y otras.
- Reflejo del aprendizaje, registro y revisión de las ideas de los alumnos y del profesor mediante el “diario”.
- Creación de cuestionarios incluyendo preguntas de verdadero o falso, opción múltiple, respuestas cortas, asociación, preguntas al azar, numéricas, incrustadas en el texto y todas ellas pueden tener gráficos.
- Trabajo (Word, Power Point, formatos libres, etc.) en grupo. Permite a los participantes diversas formas de evaluar los proyectos de los demás, así como proyectos prototipo.
- MOODLE es un *Learning Management System*, una aplicación diseñada para ayudar a los educadores a crear y administrar contenidos educativos reutilizables.

En la intranet universitaria de la UCLV está disponible el acceso a la plataforma MOODLE desde cualquier punto Wifi o laboratorio, solo se necesita la dirección URL <https://moodle.uclv.edu.cu/>

1.2.2 Prácticas de laboratorio simuladas

Debido a la importancia que se le ha conferido al software educativo, siguiendo una estrategia pedagógica basada en los planes de estudio, se desarrollaron en Cuba un conjunto de prácticas de laboratorios según los programas de simulación disponibles, los cuales cubrieron un tanto el déficit de instrumentos de medición existente, de esta forma se complementaron los laboratorios reales. Estas prácticas simuladas fueron perfeccionadas, de acuerdo a los recursos disponibles en cada momento y a la experiencia adquirida por los docentes, lográndose una mayor motivación en los estudiantes al poder comprobar cuestiones teóricas, imposibles de ver en las prácticas con componentes reales. Otro de los factores que impulsaron la elaboración de materiales en soporte electrónico, fue el deterioro y escasez de los textos empleados tradicionalmente.

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica; amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios necesarios. Las prácticas de laboratorio se realizan en instalaciones propias de las universidades o en las que existen en las unidades docentes u otras entidades laborales. Como norma, en este tipo de clase se deberá garantizar el trabajo individual de los estudiantes en la ejecución de las tareas previstas[17].

A través de las prácticas de laboratorio, se persigue el desarrollo en el futuro ingeniero de las habilidades necesarias para la ejecución de tareas propias del perfil eléctrico en la vida laboral y en otras disciplinas de la carrera, así como la confrontación y verificación de los conocimientos teóricos. Así, se contribuye a formar en el estudiante un método científico de trabajo. La disciplina vincula sus contenidos con las técnicas de computación, empleando la computadora como herramienta de trabajo para abordar tareas de análisis y diseño, con énfasis en la utilización de programas de simulación del funcionamiento de circuitos eléctricos, y la medición de las diferentes magnitudes, lo que permite verificar la veracidad de los resultados obtenidos al aplicar los métodos analíticos.

La determinación para el alumnado de la carrera Ingeniería Eléctrica fue utilizar el MatLab para la realización de las prácticas de laboratorios de las asignaturas afines a Circuitos Eléctrico, utilizando de sus herramientas de trabajo, el *Simulink*, por ser un software profesional muy utilizado mundialmente y presentar facilidades para el análisis y diseño de circuitos e instrumentos de medición, con los que se trabajará para dar solución a los ejercicios propuestos en los laboratorios de la asignatura en cuestión. A continuación, se hace una selección de las habilidades básicas en los laboratorios:

- Montar circuitos eléctricos para comprobar su funcionamiento.
- Simular circuitos electrónicos en la computadora e interpretar los resultados.
- Emplear diferentes medios para realizar mediciones de magnitudes eléctricas como son: El voltímetro, Amperímetro, Wattímetro y el osciloscopio.

1.2.3 Matlab Simulink

MATLAB posee un simulador propio, el Simulink, el cual es una extensión gráfica del mismo, destinado a la modelación y simulación de sistemas lineales y no lineales. Este permite la

simulación de complejos sistemas donde la interconexión de bloques básicos o no tan básicos se hace a través de la conexión de líneas que llevan las señales del tiempo[18].

La construcción de un modelo, se simplifica, empleando los numerosos bloques pertenecientes a diferentes librerías lo que lo convierte en una herramienta muy eficiente para la simulación de circuitos eléctricos. El Simulink está integrado con MATLAB y los datos pueden ser transferidos fácilmente entre los programas lo que permite incorporar algoritmos de este lenguaje dentro de los modelos Simulink, exportar los resultados de la simulación a MATLAB para así poder llevar a cabo análisis posteriores[19].

El *Power System Blockset* fue diseñado para proporcionar una herramienta de diseño moderna que permite construir rápida y fácilmente modelos que simulan sistemas de potencia. El conjunto de bloques (*blockset*) usa el ambiente de Simulink® y permite que un modelo sea construido usando simples procedimientos de clic y arrastre. La topología del circuito no solamente puede ser dibujada rápidamente, sino que el análisis del circuito puede incluir sus interacciones con disciplinas mecánicas, térmicas, de control, y otras. Esto es posible porque todas las partes eléctricas de la simulación actúan recíprocamente con la extensa biblioteca de modelación de Simulink. Debido a que Simulink usa MATLAB® como el motor computacional, se pueden usar las cajas de herramientas (*toolboxes*) de MATLAB cuando se diseña una simulación. Las bibliotecas contienen modelos de equipamiento de potencia típico, como transformadores, líneas, máquinas, y electrónica de potencia.

Ventajas:

- Una buena interfaz gráfica.
- Cuenta con potentes librerías que permiten la simulación de circuitos.
- Permite crear subsistemas a los cuales se les pueden modificar los parámetros y pueden ser incorporados para usarse posteriormente como elementos de otros circuitos.
- Es uno de los softwares profesionales más empleados.
- Los bloques de *SimPowerSystem* permiten simular una gran cantidad y variedad de componentes eléctricos. Los más importantes son aquellos que permiten simular los bloques básicos de la teoría de los circuitos eléctricos. Para facilitar su estudio, estos se pueden dividir en bloques de corriente directa y bloques de corriente alterna.
- Las librerías de *SimPowerSystem* poseen una gran cantidad de bloques trifásicos.

Desventaja:

- Para su implementación la computadora debe contar con buenas prestaciones ya que requiere muchos recursos.

1.3 Interdisciplinariedad

Como objetivo fundamental de la preparación del plan de estudio de la Educación Superior es necesario lograr un gran vínculo entre las diferentes asignaturas que se van a llevar a cabo durante los cursos, para alcanzar una mayor preparación de los estudiantes. Por tales razones es que deben aplicarse los métodos de enseñanza y aprendizaje más eficientes posibles.

La interdisciplinariedad es vista como el encuentro y cooperación entre dos o más disciplinas donde cada una de ellas aporta esquemas conceptuales, formas de definir problemas y métodos de integración. Además, enriquecen sus marcos conceptuales, sus procedimientos, sus metodologías de enseñanza y de investigación, como producto de una nueva manera de pensar, actuar y sentir, basada en una concepción integradora sobre la realidad, el ser humano y el conocimiento sobre la complejidad de esa realidad.

Es la enseñanza que pretende abordar y transmitir al mismo tiempo contenidos de disciplinas diversas, se opone al conocimiento fraccionado y en parcela y se orienta hacia la integración y globalización de conocimientos que se pueden considerar resultado de una nueva pedagogía pluridisciplinar.

Otro aspecto importante de la interdisciplinariedad es considerar la misma como la forma de aproximación al conocimiento que permite dirigir el proceso de resolución de problemas complejos de la realidad y es aplicable a todas las esferas de la sociedad. De esta forma el estudiante no ve los contenidos impartidos de forma aisladas si no que percibe su necesidad y aplicación en diversas asignaturas, e incluso en el entorno laboral. Los objetivos más significativos de la interdisciplinariedad se muestran a continuación:

- ✓ Fomentar la integración entre las ciencias particulares en la solución de problemas reales.
- ✓ Integrar el conocimiento, su metodología, sus tácticas y la realidad misma en un sistema que propicie el desarrollo de la ciencia y la sociedad.
- ✓ Mostrar la coordinación y participación de las ciencias particulares en el planteamiento y solución de problemas.

- ✓ Inducir a la formación de profesionales que busquen la síntesis del conocimiento dentro de los campos epistemológicos e interdisciplinar.
- ✓ Ofrecer alternativas de solución a problemas propios racionalizando recursos disciplinarios para que la integración disciplinar se nutra y proyecte en la realidad.

1.3.1 Definición de interdisciplinariedad

El desarrollo científico actual está caracterizado por estrechas relaciones entre las disciplinas por lo que la interdisciplinariedad pone en práctica los nexos entre las diferentes asignaturas, representa la interacción entre dos o más disciplinas donde cada una de ellas aporta esquemas conceptuales, formas de definir problemas y métodos de integración, de tal manera que se integren los conocimientos y habilidades para de esta forma colaborar con la formación del profesional. Otro aspecto importante de la interdisciplinariedad es considerar la misma como la forma de aproximación al conocimiento que permite dirigir al proceso de resolución de problemas de la realidad.

La interdisciplinariedad como concepto ha sido apreciada desde diferentes puntos de vista, y esto lo ha quedado evidente a través de varios investigadores:

Para el Doctor Alberto Caballero la interdisciplinariedad es: “el verdadero lenguaje de la naturaleza y la sociedad, su existencia y movimiento, que se expresa en la enseñanza mediante situaciones de aprendizaje creadas con ese fin, reflejo de la realidad natural y social”[20].

Miguel Fernández Pérez, profesor español señala que: “(...) la interdisciplinariedad no es un diseño de contenidos mezclados en un currículo, sino como objeto curricular es una manera de pensar, es un hábito de aproximación a la construcción de cualquier conocimiento, que al ser método didáctico, deviene método del alumno”[21].

La interdisciplinariedad es vista como un proceso que integra a los educadores en un trabajo conjunto, de interacción entre las disciplinas del currículo y con la realidad, para superar la fragmentación de la enseñanza, se opone al conocimiento fraccionado y en parcela, y se orienta hacia la integración y globalización de conocimientos que se puede considerar resultado de una nueva pedagogía pluridisciplinar, objetivando la formación integral de los alumnos, y ser capaces de enfrentar los problemas complejos, amplios y globales de la realidad actual. Es también apreciada como un principio que posibilita el proceso significativo de enriquecimiento del currículo y de los aprendizajes de los participantes, que se alcanza

como resultado de reconocer y desarrollar las relaciones existentes entre las diferentes disciplinas de un plan de estudios, mediante los componentes del sistema didáctico y que convergen hacia intercambios que favorecen un enriquecimiento mutuo desde encuentros generadores de reconstrucción del conocimiento científico[22].

1.3.2 Integraciones Vertical y Horizontal

Para el diseño curricular de cualquier carrera se deben tener en cuenta los conceptos de Integración Vertical y Horizontal, que son de amplio uso en el contexto pedagógico y científico actual.

La integración vertical se origina a partir de un objeto de estudio que integre otros de la especialidad y se asocia con el avance y desarrollo del alumno en el tiempo y su tránsito por diferentes fases del aprendizaje, o sea, cuando la elaboración y organización de programas de formación inicial tiene en cuenta su articulación con una instrucción posterior. Para establecer un nexo de este tipo se aborda el estudio de un mismo objeto basado en conocimientos previos, pero con una hondura y extensión mayor[23].

En segundo lugar, hay una **integración 'horizontal'** "cuando varios organismos se fijan el mismo objetivo de formación permanente". Ocurre cuando al alumno se le presenta el objeto de estudio como un conocimiento resultante de más de una ciencia y se vincula con los contenidos de varias ciencias en un momento dado del proceso formativo: Alude a la acción de mezclar de manera inteligente elementos de una asignatura con los de otra en un momento dado[23].

En consecuencia, con lo anteriormente expuesto, la integración vertical se asocia con el avance y desarrollo del alumno en el tiempo y de su tránsito por diferentes fases del aprendizaje, mientras que la integración horizontal se vincula con la interconexión de los contenidos de varias ciencias en un momento dado del proceso formativo. Tanto la integración horizontal como la vertical son reconocidas por múltiples autores como tendencias actuales del desarrollo científico. El análisis de estos términos, y específicamente, el de integración horizontal permite comprender nuevos conceptos como el de Interdisciplinariedad.

1.3.3 Ventajas que ofrece la interdisciplinariedad para el proceso de enseñanza aprendizaje

- ❖ Flexibiliza las fronteras entre las disciplinas y contribuye a debilitar los compartimentos y estancos en los conocimientos de los educandos, mostrando la complejidad de los fenómenos de la naturaleza y la sociedad, tal como se presentan en la realidad.
- ❖ Incrementa la motivación de los estudiantes al poder aplicar conocimientos recibidos de diferentes asignaturas.
- ❖ Ahorra tiempo y se evitan repeticiones innecesarias.
- ❖ Permite desarrollar las habilidades y valores al aplicarlos simultáneamente en las diferentes disciplinas que se imparten.
- ❖ Brinda la posibilidad de incrementar el fondo bibliográfico y los medios de enseñanza, así como perfeccionar los métodos de enseñanza y las formas organizativas de la docencia.
- ❖ Propicia el trabajo metodológico a nivel de colectivo de año.
- ❖ Incrementa la preparación de los profesionales al adecuar su trabajo individual al trabajo cooperado.
- ❖ Estimula la creatividad de profesores y alumnos al enfrentarse a nuevas vías para impartir y apropiarse de los contenidos.
- ❖ Posibilita la valoración de nuevos problemas que un análisis de corte disciplinar no permite.

1.4 Consideraciones del capítulo

Debido a la reducción de las horas presenciales de las asignaturas, que trae consigo la implementación del Plan de estudio E, se hace necesario la inserción de asignaturas del currículo optativo desde una visión interdisciplinaria y un aumento en el tiempo que los estudiantes dedican al estudio independiente. La inclusión de las TIC en los programas académicos universitarios ha propiciado que hoy se reconozca el importante papel de la educación superior en la formación de profesionales capaces de comprender los procesos de la nueva sociedad desde una visión interdisciplinaria. Tras el análisis de las fuentes bibliográficas se puede concluir que las TIC constituyen una gran herramienta en el proceso educativo y puede facilitar el trabajo tanto de los estudiantes como de los profesores en, la

investigación científica, la mejora de las habilidades creativas, comunicativas, y la disminución del coste de la realización de proyectos, pudiendo acceder a mayor cantidad de información de manera rápida y fácil. Por todo lo anteriormente mencionado queda justificada la necesidad de este proyecto.

CAPÍTULO 2. SELECCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE LOS CONTENIDOS A IMPARTIR EN LA ASIGNATURA SIMULACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS TENIENDO EN CUENTA LOS NEXOS INTERDISCIPLINARIOS

En el presente capítulo se hace una selección de los principales contenidos para la estructuración de la nueva asignatura optativa Simulación de Circuitos Eléctricos teniendo en cuenta el establecimiento de relaciones interdisciplinarias. Se dedica un epígrafe para la distribución de las actividades docentes por tema, destacando los tópicos de estudio y los objetivos en cada uno. Al finalizar el capítulo queda reflejada la estructura final de la asignatura señalando el orden de las actividades docentes, los contenidos a impartir y el sistema de evaluación.

2.1 Selección de los contenidos a impartir y determinación de nexos interdisciplinarios

El establecimiento de relaciones interdisciplinarias constituye un imperativo actual derivado del desarrollo científico. La educación no puede desatender este desarrollo, al contrario, debe estar en condiciones de incorporarlo al proceso de enseñanza. Las instituciones educativas deben fomentar el incremento de actividades metodológicas, diseños curriculares y acciones didácticas que tengan este enfoque, de manera que se forme a los estudiantes en correspondencia con la época en que viven, lo cual permitirá un perfeccionamiento de los profesionales.

A través de una revisión bibliográfica se analizan presupuestos teóricos y metodológicos de la interdisciplinariedad, así como se analizan diferentes experiencias en el ámbito docente que ponen en práctica este enfoque, lo cual ha posibilitado ratificar la necesidad de establecer relaciones interdisciplinarias en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Asignaturas de interés que anteceden a la optativa I

En el plan de estudios E la asignatura Optativa 1: **Simulación de Circuitos Eléctricos** tiene como base la asignatura Programación y Simulación que se imparte en 1er año 2do

Semestre la cual pretende contribuir a la enseñanza de lenguajes y programas de simulación relacionados con la modelación matemática de los circuitos eléctricos, profundizar en la obtención de modelos a partir de procesos físicos para su posterior simulación mediante el uso de bloques sencillos del Simulink y la creación de subsistemas enmascarados.

La disciplina Circuitos Eléctricos tiene gran importancia en las carreras de perfil eléctrico ya que en ella se estudian métodos y conceptos generales en el análisis de circuitos eléctricos lineales a corriente directa, y a corriente alterna. Dicha disciplina sirve de precedente a varias materias de la carrera y por lo tanto debe tenerse en cuenta los requerimientos de estas en la preparación de la nueva asignatura, la cual tiene antecedentes directos en los Circuitos Eléctricos. Debe lograrse que los conocimientos a impartir se encuentren acorde a las exigencias de las asignaturas que se impartirán posteriormente.

Para ello se desea establecer grandes nexos con la disciplina anteriormente mencionada, ofreciendo soporte para la posterior simulación de circuitos trifásicos tanto balanceados como desbalanceados, el uso de los Métodos Generales de Solución y las diferentes transformadas para dar solución a ecuaciones diferenciales y circuitos invariantes en el tiempo y de corriente alterna.

Disciplinas a las cuales la Optativa I tributa

La asignatura optativa tributa a su vez a la disciplina Accionamiento Eléctrico y Electrónica de Potencia aprovechando las potencialidades del Matlab Simulink, el cual posee herramientas muy útiles para llevar a cabo la simulación de dispositivos semiconductores de potencia (Transistores y AOP) por lo que resulta idóneo para lograr la relación entre estas materias.

Por otra parte, la disciplina Sistemas Eléctricos emplea contenidos de trifásica para el cálculo de pérdidas, caídas de tensión y balanceo en redes de distribución los cuales quedarán reflejados en la asignatura optativa mediante el empleo de bloques de trifásica en la simulación de circuitos trifásicos tanto balanceados como desbalanceados.

La disciplina Máquinas Eléctricas establecerá grandes lazos con la nueva asignatura mediante el empleo de los principales grupos de conexión de los sistemas trifásicos que son utilizados en dicha disciplina para el cálculo de los parámetros de las máquinas trifásicas tanto estáticas como rotatorias, para ello se realizará la simulación de transformadores para conocer el estado de los mismos y los diferentes parámetros que caracterizan a esta máquina estática.

Luego de realizar un análisis exhaustivo de los contenidos afines a las demás disciplinas específicas de la carrera teniendo en cuenta el concepto de interdisciplinariedad se realizó una selección de los principales contenidos de la disciplina Circuitos Eléctricos que posibilitan su simulación en el Matlab Simulink y que a su vez tributan a las demás materias recibidas por los estudiantes en dichas disciplinas. En el mapa conceptual de la figura 2.1 se muestran los temas escogidos para impartir en la nueva asignatura optativa teniendo en cuenta los tópicos de mayor importancia en el resto de las disciplinas de la carrera y el empleo de los materiales complementarios previamente elaborados.

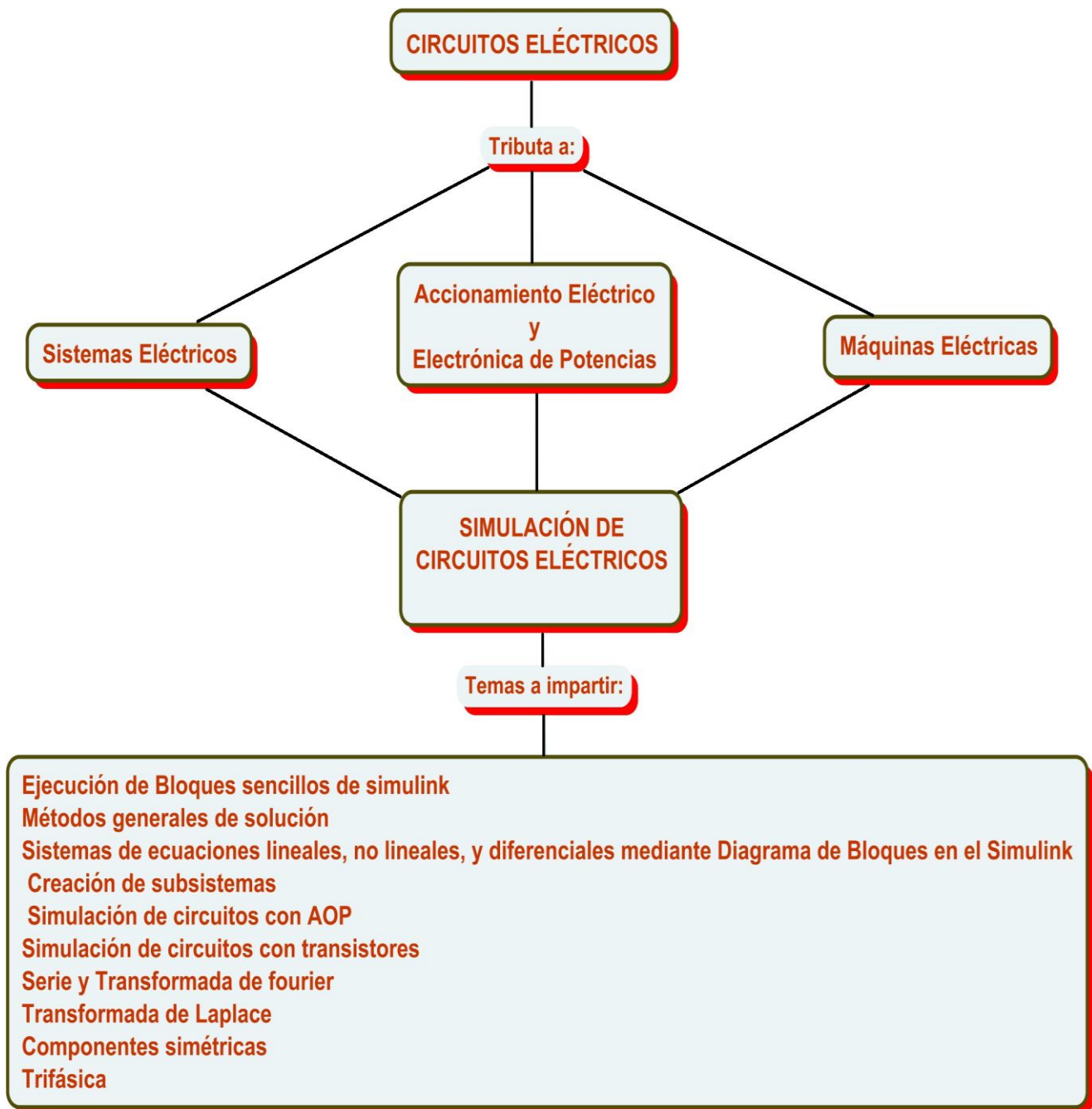


Figura 2.1 Temas a impartir en la asignatura teniendo en cuenta la Interdisciplinariedad

2.2 Aspectos básicos y estructura de la asignatura

2.2.1 Aspectos básicos

Simulación de Circuitos Eléctricos pertenece al grupo de las optativas y pretende establecer grandes vínculos con la disciplina Circuitos Eléctricos la cual tiene gran importancia en las carreras de perfil eléctrico dado que es la primera materia específica donde se estudian métodos y conceptos generales permitiendo a los estudiantes la identificación y empleo de dispositivos eléctricos.

La asignatura está compuesta por 4 Conferencias divididas por temas y un grupo de prácticas de laboratorio simuladas que tienen como objetivo que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica; amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios necesarios.

La determinación para el alumnado de la carrera Ingeniería Eléctrica fue utilizar el Matlab para la realización de las prácticas de laboratorios, por ser un programa con facilidades para el análisis y diseño de circuitos e instrumentos de medición y uno de los softwares más usados en la carrera y a nivel en perfiles técnicos.

Objetivo General de la asignatura

Utilizar MATLAB-Simulink para resolver problemas previamente modelados utilizando el método numérico adecuado con el auxilio de la computadora.

Criterios de medida:

1. Aplicar los conceptos estudiados en la asignatura a la solución de problemas en clases prácticas y laboratorios de asignaturas afines.
2. Aplicar diferentes criterios rigurosos y de simplificaciones de ingeniería acorde al caso para brindar soluciones prácticas a los problemas planteados en los laboratorios teniendo en cuenta la topología del circuito.
3. Desarrollar la expresión oral mediante la exposición de la forma en que resolvieron los problemas en los laboratorios.
4. Adquirir de forma independiente los conocimientos sobre algunos aspectos de los contenidos orientados por el docente en los materiales complementarios.
5. Expresar coherentemente sus razonamientos, fundamentándolos física y matemáticamente, demostrando sus habilidades de cálculo aplicando métodos

correctos de análisis a partir de una interpretación adecuada de los problemas a resolver participando en la discusión de los resultados con la ayuda del docente.

6. Desarrollar procesos experimentales en los laboratorios, trabajando de forma independiente con la guía del docente y teniendo en cuenta las medidas de seguridad y protección.
7. Adquirir autodisciplina, caracterizada por la puntualidad, normas de comportamiento adecuadas, cumplimiento y sentido de la responsabilidad individual y colectiva.

Sistema de Habilidades

- Modelar y resolver circuitos eléctricos y electrónicos utilizando paquetes profesionales.

Sistema de Conocimientos

- Aspectos básicos de la Modelación. Aplicaciones de la Simulación en el perfil de Ingeniería Eléctrica.
- Aspectos esenciales del paquete profesional a utilizar (Matlab) Aplicación de los métodos y teoremas generales en corriente directa y alterna en la solución de un circuito eléctrico.
- Concepto de función de transferencia.
- Obtención de la respuesta de un sistema a diferentes estímulos: rampa, paso unitario y estímulos arbitrarios.
- No linealidades típicas; su representación. Simulación de las no linealidades más frecuentes.
- Análisis de circuitos trifásicos con estímulo sinusoidal y no sinusoidal.
- Análisis de circuitos electrónicos.

La asignatura quedara dividida en dos grandes partes (simulink estándar y simulink para ingenieros eléctricos (*simpowersystem*)). Con esta orientación de los contenidos los estudiantes se acercarán más a lo que tendrán que emplear en su vida laboral y el empleo de los métodos gráficos facilita el aprendizaje de los contenidos objeto de estudio. Se establecen nexos interdisciplinarios con la disciplina CE, reafirmandose conocimientos adquiridos en la misma que son de vital importancia a lo largo de toda la carrera y la vida profesional.

Indicaciones Metodológicas y de organización de la asignatura:

Es importante precisar la relación entre esta asignatura y las disciplinas específicas de cada carrera.

La distribución por formas de enseñanza de las horas totales de la asignatura está balanceada de forma que haya un mayor por ciento de horas dedicadas a aquellas donde el estudiante es el centro del proceso, existe una buena cantidad de horas dedicadas a laboratorios simulados, con lo cual se logran los objetivos instructivos previstos.

Los laboratorios de simulación se realizan en aulas habilitadas con microcomputadoras a razón de 2 estudiantes por máquina, se utiliza el programa MatLab y las guías que se encuentran disponibles en formato electrónico.

Está previsto que algunos tópicos queden para el estudio independiente con el objetivo de reforzar la necesidad del uso de los textos básicos y complementarios.

Se han incluido en los laboratorios una buena cantidad de ejercicios de aplicación directa en otras disciplinas como en Electrónica y Máquinas eléctricas, propiciando la motivación interna por la profesión.

Como parte de las evaluaciones frecuentes deben incluirse preguntas de control en cada laboratorio sobre los distintos tópicos.

Para todos los contenidos objetos de la asignatura estará disponible un sitio Web en la plataforma MOODLE la cual cuenta con un grupo de materiales complementarios donde los estudiantes pueden consultar en el estudio individual o por equipo.

Sistema de Evaluación

Los estudiantes serán evaluados por su participación en cada laboratorio teniendo en cuenta la preparación previa y los circuitos simulados en clases.

Tareas que complementan las Estrategias Curriculares

De computación:

1. Laboratorios en la red de computadoras donde se ejercitan los conocimientos sobre temas de la asignatura utilizando diversas herramientas computacionales profesionales (MatLab).
2. Utilizar materiales disponibles en la red sobre temas de la asignatura entre los que se encuentran textos actualizados, conferencias, guías de laboratorio y materiales complementarios con ejercicios resueltos.

De Idioma (inglés):

1. Utilización de diversos textos, manuales de herramientas y ayudas de los softwares computacionales en idioma inglés.
2. Utilización de diversas herramientas computacionales, las que se encuentran todas en idioma inglés.

De Idioma (español):

1. Mediante las respuestas a las preguntas en clases exigiendo que los estudiantes empleen el vocabulario correcto y científico técnico que se requiere.
2. Aplicar la instrucción 1/09 sobre errores ortográficos.

Textos básicos

- Ayuda del Matlab.
- Materiales complementarios sobre temas afines con las restantes disciplinas de la carrera.

Materiales Complementarios

- Material didáctico Métodos generales de solución
- Material complementario sobre Componentes Simétricas
- Material complementario sobre Transistores y AOp.
- Material complementario sobre Circuitos no Lineales.
- Material complementario sobre Series de Fourier.
- Material complementario sobre Transformada de Fourier
- Material Didáctico Aplicación de la serie de Fourier.
- Material complementario sobre Transformada de Fourier.
- Material complementario sobre Transformada de Laplace.
- Material didáctico Circuitos Trifásicos Balanceados.
- Material didáctico Circuitos Trifásicos Desbalanceados.
- Material complementario sobre Circuitos Trifásicos no Sinusoidales.

2.2.2 Relación de temas

Tema I. Introducción al Simulink.

Contenido:

Nociones básicas sobre la estructura de la asignatura dando a conocer cantidad de horas clase, número de conferencias y laboratorios. Además, se enuncian los temas a impartir en la asignatura, así como el sistema de evaluación. Más adelante se hace una introducción al Simulink dando a conocer sus principales características, la forma de acceder a los manuales de ayuda y las principales cajas de herramientas (*toolboxes*). Se realiza la ejecución de un Modelo Demostrativo para la posterior construcción de un Modelo Simple.

- ✓ **Práctica de Laboratorio # 1 “Ejecución de Bloques sencillos de Simulink”**

- ✓ **Práctica de Laboratorio # 2 “Métodos generales de solución”**
- ✓ **Práctica de Laboratorio# 3 “Sistemas de ecuaciones lineales, no lineales, y diferenciales mediante Diagrama de Bloques en el Simulink”**

Objetivos:

1. Familiarizar al estudiante con la asignatura
2. Familiarizar al estudiante con el ambiente Simulink.
3. Familiarizar al estudiante con la creación de modelos sencillos.
4. Simular circuitos aplicando los métodos generales de solución.
5. Representar, simular y resolver sistemas de ecuaciones lineales, no lineales, y diferenciales (lineales y no lineales) mediante Diagrama de Bloques en el Simulink.

Tema II. Creación de Subsistemas y subsistemas enmascarados

Contenido:

Creación de Subsistemas. Creación de un Subsistema Mediante la Adición del Bloque tipo Subsistema. Creación de un Subsistema Mediante la Agrupación de Bloques Existentes. Deshacer la creación del subsistema. Comandos de Navegación del Modelo pudiendo especificar si usan la ventana actual o una nueva ventana para desplegar a un subsistema o su padre. Colocación de Etiquetas en los Puertos del Subsistema. Control de Acceso a los Subsistemas. Creación de Subsistemas Condicionalmente Ejecutados. Creación de Subsistemas habilitados y activados. Creación de subsistemas Alternadamente Ejecutados. Subsistemas de Control de Flujo.

- ✓ **Práctica de Laboratorio # 4 “Creación de subsistemas”**
- ✓ **Práctica de Laboratorio # 5 “Simulación de circuitos con AOp”**
- ✓ **Práctica de Laboratorio # 6 “Simulación de circuitos con transistores”**

Objetivos:

1. Familiarización con el ambiente Simulink.
2. Familiarización con los aspectos básicos de la creación de Subsistemas.
3. Simular circuitos con AOp.
4. Simular circuitos con transistores.

Tema III. Simulación de circuitos eléctricos. *Power System Blockset*

Contenido:

El *Power Systems Blockset*. Sus propiedades. Librería de Potencia (*Powerlib*). Los distintos bloques que conforman la librería. Simulación de un circuito simple (Circuito RL Serie).

- ✓ **Práctica de Laboratorio # 7 “Simulación de circuitos aplicando la serie de Fourier”**
- ✓ **Practica de Laboratorio # 8 “Simulación de circuitos Aplicando Transformada de Fourier”**
- ✓ **Practica de Laboratorio # 9 “Simulación de circuitos Aplicando Transformada de Laplace”**

Objetivos:

1. Familiarizar al estudiante con el ambiente Simulink.
2. Familiarizar al estudiante con la simulación de circuitos eléctricos utilizando el “*Power System Block Set*”.
3. Simular circuitos aplicando la serie de Fourier.
4. Simular circuitos aplicando Transformada de Fourier.
5. Simular circuitos aplicando Transformada de Laplace.

Tema IV. Bloques de PSB para la simulación de circuitos CA, CD y circuitos trifásicos

Contenido:

Bloques de corriente directa. Bloques de corriente alterna. Bloques de trifásica. Ejemplos ilustrativos

- ✓ **Práctica de Laboratorio # 10 “Simulación de circuitos con componentes simétricas”**
- ✓ **Práctica de Laboratorio # 11 “Simulación de circuitos trifásicos balanceados”**
- ✓ **Práctica de Laboratorio #12 “Simulación de circuitos trifásicos desbalanceados”**

Objetivos:

1. Familiarizar al estudiante con el ambiente Simulink.
2. Familiarizar al estudiante con la simulación de circuitos eléctricos utilizando el “*Power System Block Set*”.
3. Simular circuitos con componentes simétricas.
4. Simular circuitos Trifásicos Balanceados.
5. Simular circuitos trifásicos desbalanceados.

2.3 Estructura final de la asignatura

La tabla 2.1 muestra el total de horas para la asignatura optativa, así como la distribución de las mismas en la conferencias y laboratorios

Tabla 2.1 Distribución de la cantidad de horas para la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos

Total de horas	Conferencias	Laboratorios	Evaluaciones
32	4	12	Sistemáticas

La tabla 2.2 indica el plan temático de la asignatura dando a conocer los tópicos en que quedó dividida la asignatura y la cantidad de actividades docentes a impartir en cada uno.

Tabla 2.2 Plan temático de la asignatura

Temas	Conferencias	Laboratorios
I. Introducción al Simulink	1	3
II. Creación de Subsistemas y subsistemas enmascarados	1	3
III. Simulación de circuitos eléctricos. Introducción al PSB.	1	3
IV. Bloques PSB para la simulación de circuitos de DC, AC y trifásica	1	3
Total	4	12

En la tabla 2.3 se muestra la distribución final de la asignatura quedando conformada por 4 conferencias que se rigen por los tópicos de estudio y un grupo de laboratorios simulados con el objetivo de complementar los contenidos impartidos y la adquisición de habilidades, para conformar un total de 16 actividades docentes (32 h/clase).

Se llegó al acuerdo de impartir todas las actividades docentes propuestas en los locales de laboratorio dada la necesidad del equipamiento especializado para un mejor desempeño por parte de los estudiantes y para facilitar las explicaciones al profesor dada la complejidad del Matlab como software computacional a utilizar, debido al sinnúmero de comandos que posee el mismo y la necesidad de recurrir a la ayuda para su empleo por parte del estudiantado.

El sistema de evaluación de la asignatura se conformó por evaluaciones frecuentes en forma de preguntas de control en cada laboratorio, con el propósito de chequear periódicamente el nivel de aprendizaje e incentivar el estudio sistemático por parte de los estudiantes.

Tabla 2.3 Estructura final de la asignatura

Tema	Act. N°	Forma de docencia	Min	Contenido	Lugar	Evaluaciones frecuentes
1	1	C1	85	Introducción al Simulink	Lab	-
	2	Lab1	85	Ejecución de Bloques sencillos de simulink	Lab	Preguntas de comprobación
	3	Lab2	85	Métodos generales de solución	Lab	Preguntas de comprobación
	4	Lab3	85	Sistemas de ecuaciones lineales, no lineales, y diferenciales mediante Diagrama de Bloques en el Simulink	Lab	Preguntas de comprobación
2	5	C2	85	Creación de Subsistemas y subsistemas enmascarados	Lab	-
	6	Lab4	85	Creación de subsistemas	Lab	Preguntas de comprobación
	7	Lab5	85	Simulación de circuitos con AOP	Lab	Preguntas de comprobación
	8	Lab6	85	Simulación de circuitos con transistores	Lab	Preguntas de comprobación
3	9	C3	85	Simulación de circuitos eléctricos. Power System Blockset	Lab	-
	10	Lab7	85	Serie de Fourier	Lab	Preguntas de comprobación
	11	Lab8	85	Transformada de Fourier	Lab	Preguntas de comprobación
	12	Lab9	85	Sobre Transformada de Laplace	Lab	Preguntas de comprobación
4	13	C4	85	Bloques PSB para la simulación de circuitos de DC, AC y trifásica	Lab	-
	14	Lab10	85	Componentes simétricas	Lab	Preguntas de comprobación
	15	Lab11	85	Simulación de Circuitos Trifásicos balanceados	Lab	Preguntas de comprobación

	16	Lab12	85	Simulación de Circuitos Trifásicos desbalanceados	Lab	Preguntas de comprobación
--	----	-------	----	--	-----	------------------------------

2.4 Consideraciones del capítulo

En la selección de los contenidos y estructuración de la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos se tuvieron en cuenta aspectos como:

- ✓ El análisis de los temas a impartir considerando la interdisciplinariedad con las restantes disciplinas de la carrera.
- ✓ Características esenciales del paquete profesional a utilizar (Matlab Simulink) para la posterior simulación de los contenidos.
- ✓ La distribución de los temas en sus respectivas actividades docentes.
- ✓ Elementos de la nueva asignatura como: objetivos general y específicos por tema, sistema de habilidades y conocimientos, sistema de evaluación y bibliografía.
- ✓ Aspectos de la estructura como: ubicación de las actividades docentes, tipo de actividad, duración, contenidos y sistema de evaluación.

CAPÍTULO 3. EJERCICIOS RESUELTOS E INCORPORACIÓN A LA PLATAFORMA MOODLE

Este capítulo consta de 5 ejercicios típicos escogidos de los materiales complementarios con vistas a lograr la mayor relación de la asignatura en cuestión con el resto de las disciplinas. Los mismos son resueltos tanto de forma analítica como simulada, mediante las instrucciones del MATLAB (mostradas en los respectivos anexos) y a través del Simulink, proporcionando los resultados de forma gráfica. Además, se deja plasmada la forma en que queda la estructura de la asignatura en la plataforma virtual MOODLE.

3.1 Ejercicios resueltos

1. Ejercicio resuelto #1.

Calcule los voltajes de nodo en el circuito que se muestra en la figura 3.1a).

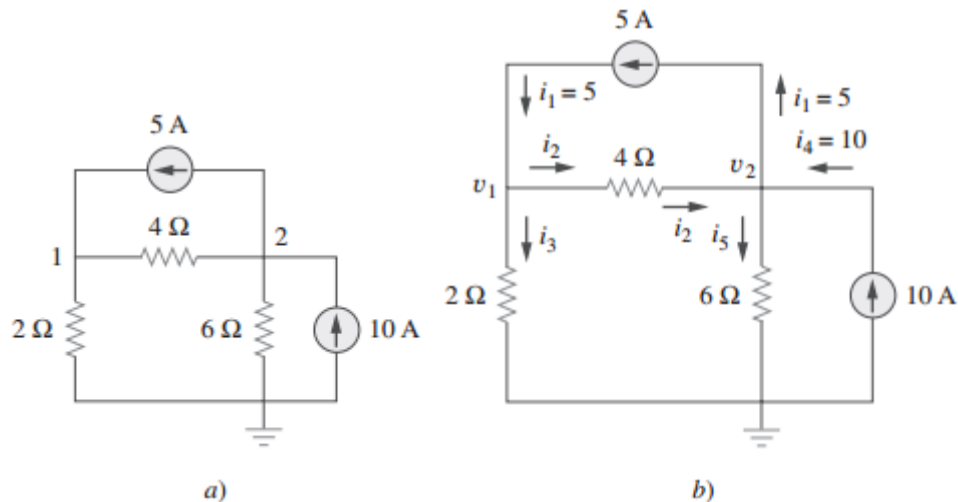


Figura 3.1 a) Circuito de tres nodos que contiene dos fuentes de corriente independientes. **b)** Circuito marcado para el análisis nodal.

R:

Considérese la figura 3.1b), donde el circuito de la figura 3.1a) se ha preparado para el análisis nodal. Nótese cómo se han seleccionado las corrientes para la aplicación de la LKC. Excepto por las ramas con fuentes de corriente, la rotulación de las corrientes es arbitraria,

pero coherente. (Por coherente entendemos que si, por ejemplo, se supone que i_2 entra al resistor de $4\ \Omega$ por el lado izquierdo, i_2 debe salir de ese resistor por el lado derecho). Se selecciona el nodo de referencia y se determinan los voltajes de nodos v_1 y v_2 .

En el nodo 1, la aplicación de la LKC y de la ley de Ohm produce:

$$i_1 = i_2 + i_3 \Rightarrow 5 = \frac{v_1 - v_2}{4} + \frac{v_1 - 0}{2}$$

Al multiplicar cada término de esta última ecuación por 4 se obtiene:

$$20 = v_1 - v_2 + 2v_1$$

o sea:

$$3v_1 - v_2 = 20 \quad (3.1)$$

En el nodo 2 se hace lo mismo y se obtiene:

$$i_2 + i_4 = i_1 + i_5 \Rightarrow \frac{v_1 - v_2}{4} + 10 = 5 + \frac{v_2 - 0}{6}$$

La multiplicación de cada término por 12 produce:

$$3v_1 - 3v_2 + 120 = 60 + 2v_2$$

o sea:

$$-3v_1 + 5v_2 = 60 \quad (3.2)$$

Se tiene un sistema de dos ecuaciones simultáneas, (3.1) y (3.2), las cuales se pueden resolver con cualquier método de solución, para obtener los valores de v_1 y v_2 .

- **MÉTODO 1** Si se aplica la técnica de eliminación, se suman las ecuaciones (3.1) y (3.2):

$$4v_2 = 80 \Rightarrow v_2 = 20\ V$$

La sustitución de $v_2 = 20$ en la ecuación (3.1) produce:

$$3v_1 - 20 = 20 \Rightarrow v_1 = \frac{40}{3} = 13.33\ V$$

- **MÉTODO 2** Si se aplica la regla de Cramer, se deben escribir las ecuaciones (3.1) y (3.2) en forma matricial, de esta manera:

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 60 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

El determinante de la matriz es:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{vmatrix} = 15 - 3 = 12$$

Ahora se obtienen v_1 y v_2 de la siguiente forma:

$$v_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 20 & -1 \\ 60 & 5 \end{vmatrix}}{12} = \frac{100 + 60}{12} = 13.33\ V$$

$$v_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 20 \\ -3 & 60 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{180 + 60}{12} = 20 \text{ V}$$

lo que da el mismo resultado que el obtenido con el método de eliminación.

Si se necesitan las corrientes, se pueden calcular fácilmente a partir de los valores de los voltajes de nodos.

$$i_1 = 5 \text{ A}, i_2 = \frac{v_1 - v_2}{4} = -1.6667 \text{ A}, i_3 = \frac{v_1}{2} = 6.666 \text{ A}, i_4 = 10 \text{ A}, i_5 = \frac{v_2}{6} = 3.333 \text{ A}$$

El hecho de que i_2 sea negativa indica que la corriente fluye en la dirección contraria a la supuesta.

Las instrucciones del Matlab para este ejercicio se encuentran en el anexo 1, el resultado de la simulación se muestra en la figura 3.2 donde se puede observar la equivalencia de los resultados con el método teórico utilizado para su resolución.

R Simulink:

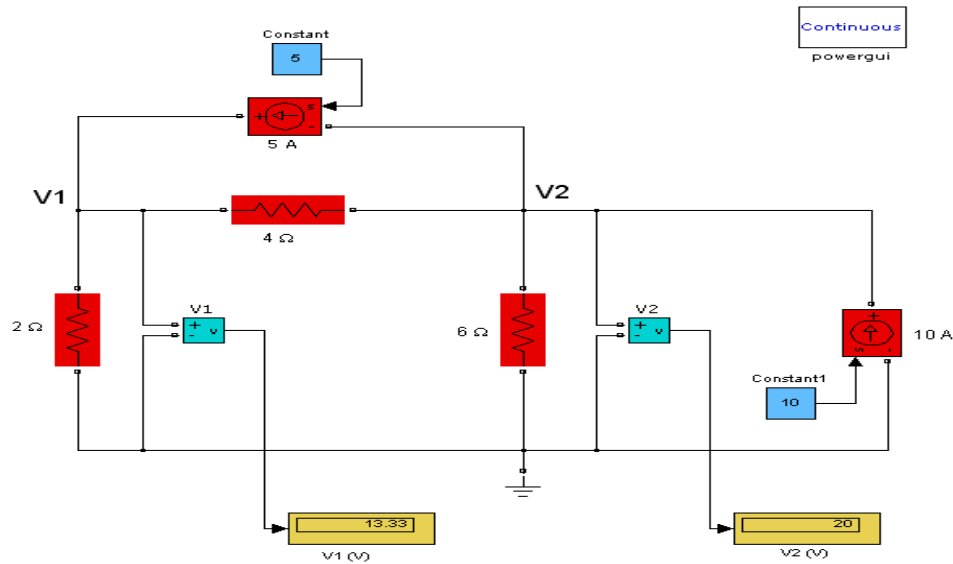


Figura 3.2 Archivo .mdl correspondiente al ejercicio resuelto 1

2. Ejercicio resuelto #2.

Dado el circuito de la figura 3.3, hallar el voltaje de salida (V_{sal}) y su ganancia (H_v).

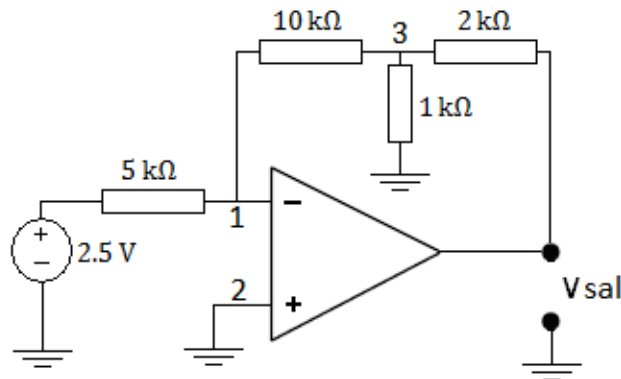


Figura 3.3 Amplificador operacional ideal en configuración inversora.

R:

(Nodo V1)

$$\frac{V1 - 2.5}{5 \cdot 10^3} + \frac{V1 - V3}{10 \cdot 10^3} = 0$$

$$\frac{-2.5}{5 \cdot 10^3} + \frac{-V3}{10 \cdot 10^3} = 0$$

(Por ser $V1 = V2 = 0$)

$$V3 = -\frac{2.5}{5 * 10^3} * 10 * 10^3$$

$$V3 = -5V$$

(Nodo V3)

$$\frac{V3}{10 * 10^3} + \frac{V3}{1 * 10^3} + \frac{(V3 - V_{sal})}{2 * 10^3} = 0$$

$$\frac{-5}{10 * 10^3} + \frac{-5}{1 * 10^3} + \frac{(-5 - V_{sal})}{2 * 10^3} = 0 \quad (\text{Sustituyendo } V3 = -5V)$$

$$V_{sal} = -16$$

$$H_v = -\frac{16}{2.5} = -6.4$$

Las instrucciones del Matlab para este ejercicio se encuentran en el anexo 2, la figura 3.4 muestra la simulación en Simulink con los resultados finales del ejercicio donde se puede apreciar la igualdad de los resultados por ambos métodos de solución.

R. SIMULINK:

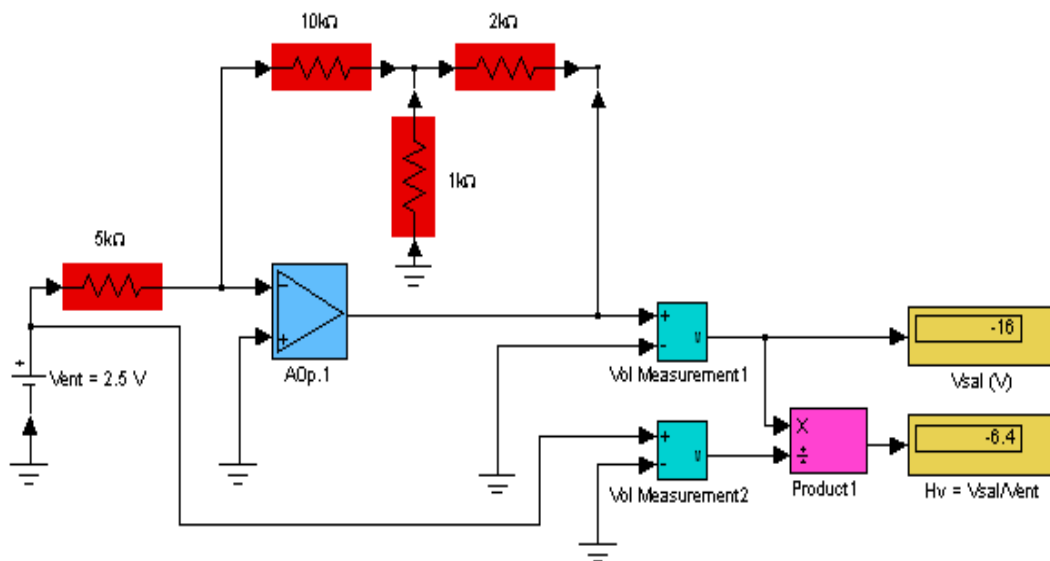


Figura 3.4 Archivo .mdl de un amplificador operacional ideal en configuración inversora.

La figura 3.5 muestra el circuito equivalente del amplificador operacional ideal, la misma puede ser guardada para usarla nuevamente o para la introducción de nuevos parámetros. Las figuras 3.6 y 3.7 muestran los parámetros para la ejecución de la simulación.

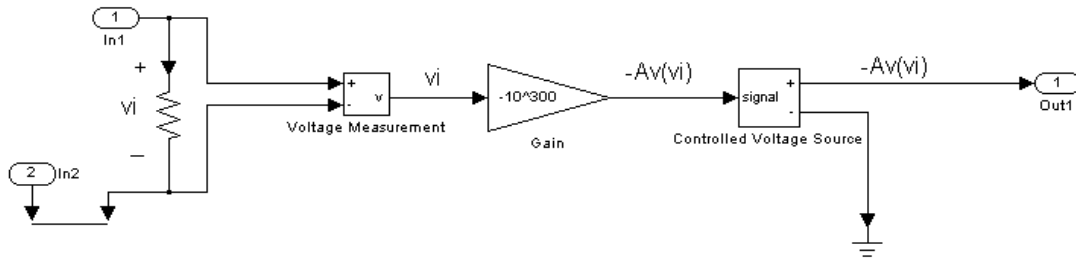


Figura 3.5 Circuito equivalente del amplificador operacional ideal.

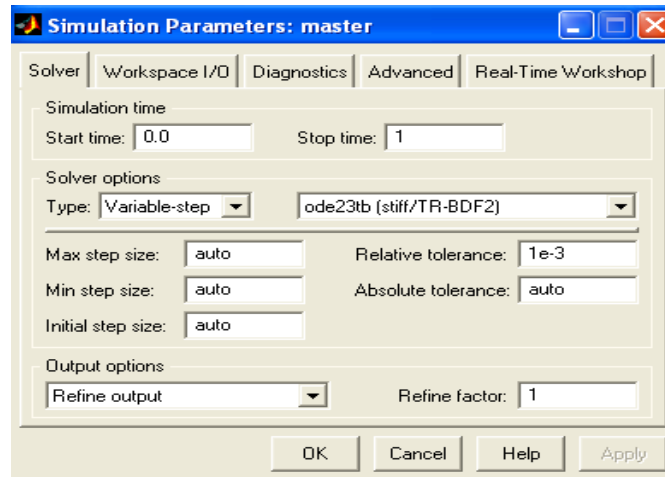


Figura 3.6 Parámetros generales para ejecutar la simulación.

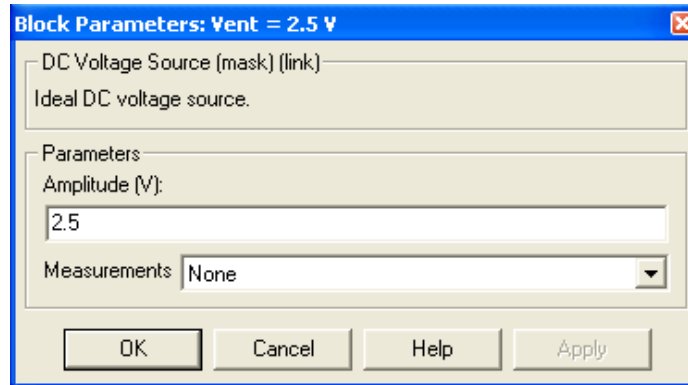


Figura 3.7 Parámetros generales de la fuente de voltaje.

3. Ejercicio resuelto #3

En el circuito de la figura 3.8 si $\beta = 100$, determine si el transistor está en saturación. Calcule corriente por la base y la corriente por el colector

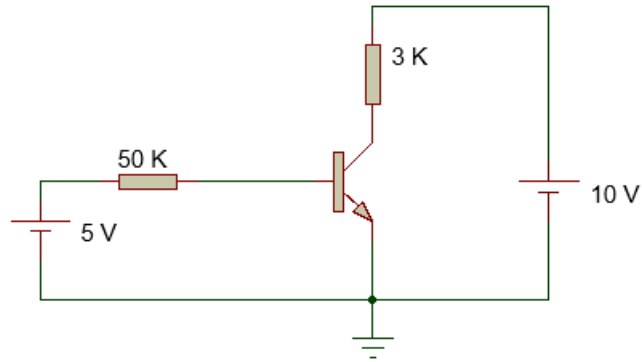


Figura 3.8: Circuito con transistor

Resolución:

Asumiendo que el transistor está en saturación se aplica LKV en la base:

$$-5 + 50 I_b + V_{be} = 0$$

$$I_b = (5 - 0.8)/50 = 0.0840 \text{ mA}$$

Se aplica ahora LKV al colector:

$$-10 + 3 I_c + V_{ce} = 0$$

$$I_c = (10 - 0.2)/3 = 3.267 \text{ mA}$$

El valor mínimo de corriente por la base, requerido para saturación es:

$$I_{b(\min)} = I_c / \beta = 3.267/100 = 0.0327 \text{ mA}$$

Como I_b es mayor que $I_{b(\min)}$ el transistor está en saturación

Resolución en Simulink

En la figura 3.9 se puede observar el circuito del ejercicio simulado en Matlab

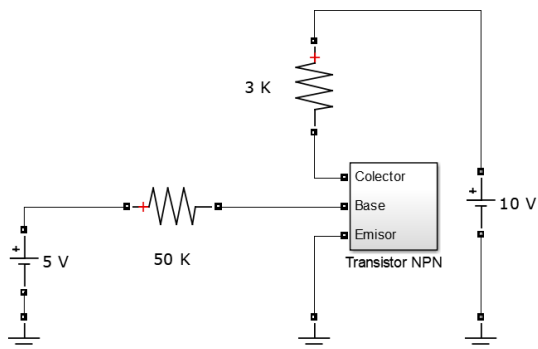


Figura 3.9: Circuito simulado en Matlab

Para que un transistor esté en la región de saturación las dos uniones (base-emisor y base-colector) deben estar polarizadas en directa, además debe cumplirse la relación $I_c/I_b = \beta$, por lo que para determinar en qué región se encuentra trabajando el transistor se pueden emplear bloques de medición de voltaje que permiten encontrar los voltajes base-emisor y base-colector. A su vez, para determinar las corrientes por la base y la corriente por colector basta con agregar bloques de medición de corriente en estas ramas, como se muestra en la figura 3.10.

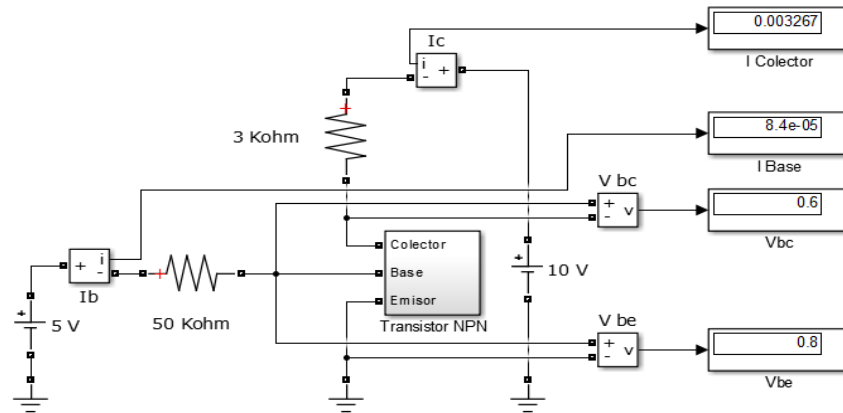


Figura 3.10: Resultados de la simulación en Matlab

4. Ejercicio resuelto #4

En el circuito, las componentes de secuencia del voltaje (rms) de la fase a del generador trifásico desbalanceado ($V_a = 100 + j0$ V, $V_b = -40 - j50$ V y $V_c = 0 + j50$ V), vienen dadas por:

$$V_{a0} = 20 + j0 = 20 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$V_{a1} = 68,8675 - j11,5470 = 69,8288 \angle -9,5182^\circ \text{ V}$$

$$V_{a2} = 11,1325 + j11,5470 = 16,0395 \angle 46,0471^\circ \text{ V}$$

Hallar las corrientes de línea y neutro con el método de las componentes simétricas.

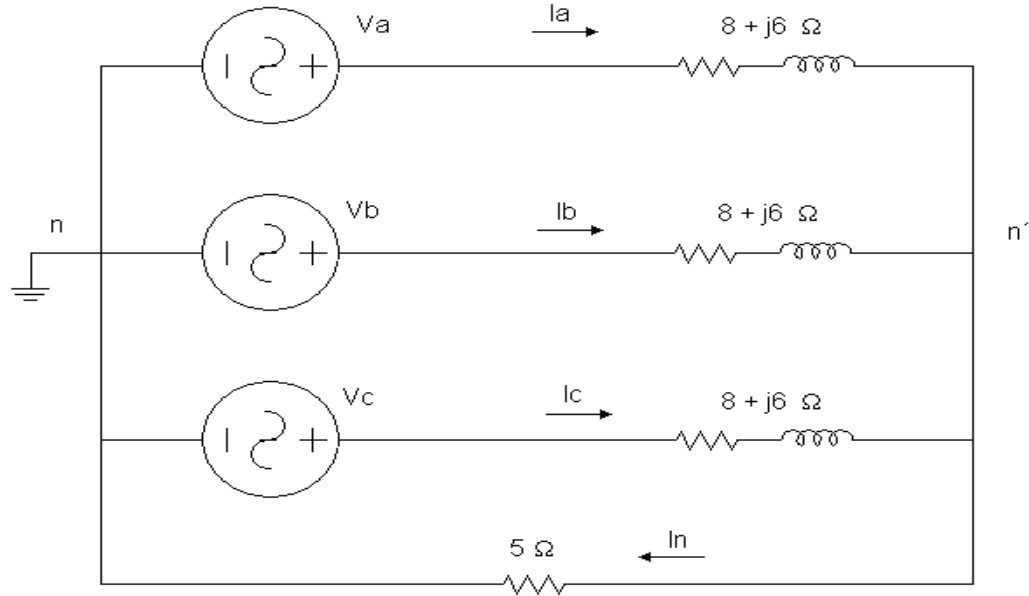


Figura 3.11: Generador trifásico desbalanceado con carga balanceada y conductor neutro con impedancia.

R:

$$I_{a0} = \frac{V_{a0}}{Z + 3Z_n} = \frac{20 + j0}{8 + j6 + 3(5)} = 0,8142 - j0,2124 = 0,8414 \angle -14,6209^\circ \text{ A}$$

$$I_{b0} = I_{a0} = 0,8142 - j0,2124 = 0,8414 \angle -14,6209^\circ \text{ A}$$

$$I_{c0} = I_{a0} = 0,8142 - j0,2124 = 0,8414 \angle -14,6209^\circ \text{ A}$$

$$I_{a1} = \frac{V_{a1}}{Z} = \frac{68,8675 - j11,5470}{8 + j6} = 4,8166 - j5,0558 = 6,9829 \angle -46,3881^\circ \text{ A}$$

$$I_{b1} = (1 \angle -120^\circ) I_{a1} = (1 \angle -120^\circ)(6,9829 \angle -46,3881^\circ) = -6,7867 - j1,6434 = 6,9829 \angle -166,3881^\circ \text{ A}$$

$$I_{c1} = (1 \angle 120^\circ) I_{a1} = (1 \angle 120^\circ)(6,9829 \angle -46,3881^\circ) = 1,9702 + j6,6992 = 6,9829 \angle 73,6119^\circ \text{ A}$$

$$I_{a2} = \frac{V_{a2}}{Z} = \frac{11,1325 + j11,5470}{8 + j6} = 1,5834 + j0,2558 = 1,6040 \angle 9,1771^\circ \text{ A}$$

$$I_{b2} = (1 \angle 120^\circ) I_{a2} = (1 \angle 120^\circ)(1,6040 \angle 9,1771^\circ) = -1,0132 + j1,2434 = 1,6040 \angle 129,1771^\circ \text{ A}$$

$$I_{c2} = (1 \angle -120^\circ) I_{a2} = (1 \angle -120^\circ)(1,6040 \angle 9,1771^\circ) = -0,5702 - j1,4992 = 1,6040 \angle -110,8229^\circ \text{ A}$$

$$I_a = I_{a0} + I_{a1} + I_{a2} = 0,8142 - j0,2124 + 4,8166 - j5,0558 + 1,5834 + j0,2558$$

$$I_a = 7,2142 - j5,0124 = 8,7845 \angle -34,7915^\circ \text{ A}$$

$$I_b = I_{b0} + I_{b1} + I_{b2} = 0,8142 - j0,2124 - 6,7867 - j1,6434 - 1,0132 + j1,2434$$

$$I_b = -6,9858 - j0,6124 = 7,0126 \angle -174,9902^\circ \text{ A}$$

$$I_c = I_{c0} + I_{c1} + I_{c2} = 0,8142 - j0,2124 + 1,9702 + j6,6992 - 0,5702 - j1,4992$$

$$I_c = 2,2142 + j4,9876 = 5,4570 \angle 66,0621^\circ \text{ A}$$

$$I_n = I_a + I_b + I_c = 3I_{a0} = 3(0,8142 - j0,2124) = 2,4425 - j0,6372 = 2,5242 \angle -14,6209^\circ \text{ A}$$

La figura 3.12 muestra la simulación en Simulink para el cálculo de las componentes de secuencia de la corriente de la fase a del generador trifásico desbalanceado. Desde la figura 3.13 a la 3.17 se muestran los parámetros necesarios para la simulación.

R. SIMULINK:

Cálculo de las corrientes de línea y neutro por el método de las componentes simétricas

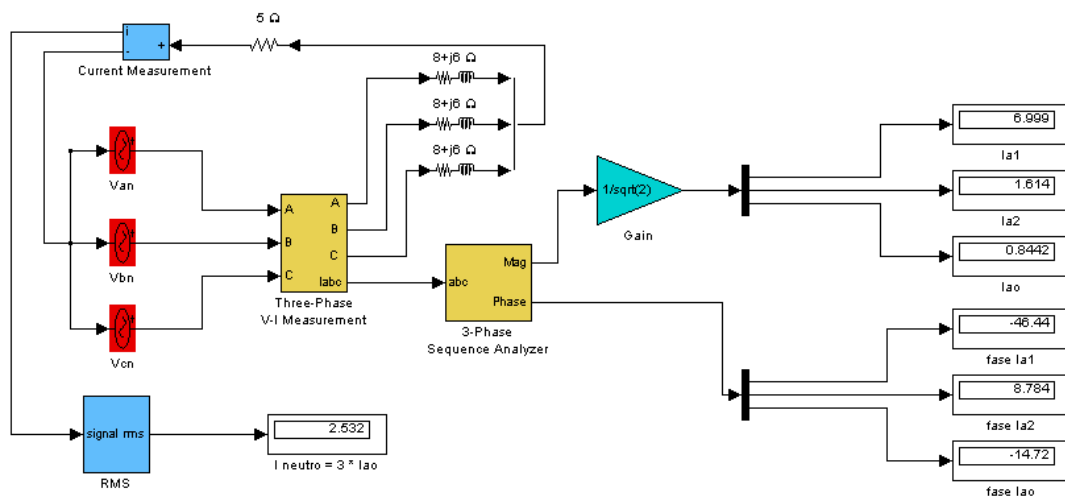


Figura 3.12: Archivo .mdl para el cálculo de las componentes de secuencia de la corriente de la fase a del generador trifásico desbalanceado.

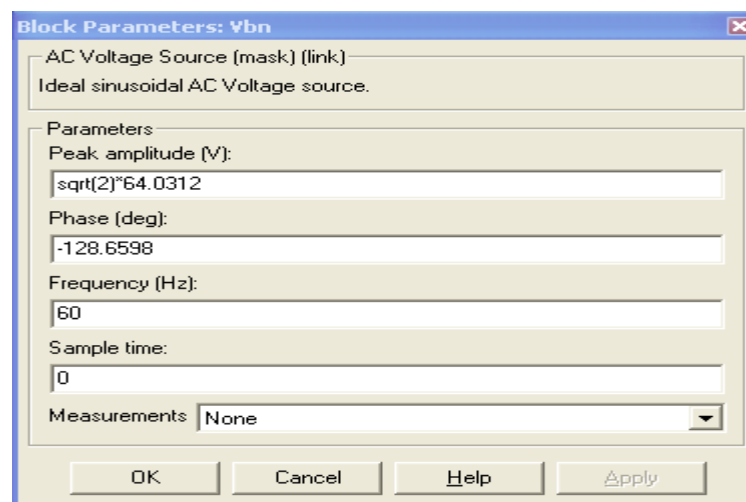


Figura 3.13: Parámetros de la fuente que representa la fase b del generador trifásico.

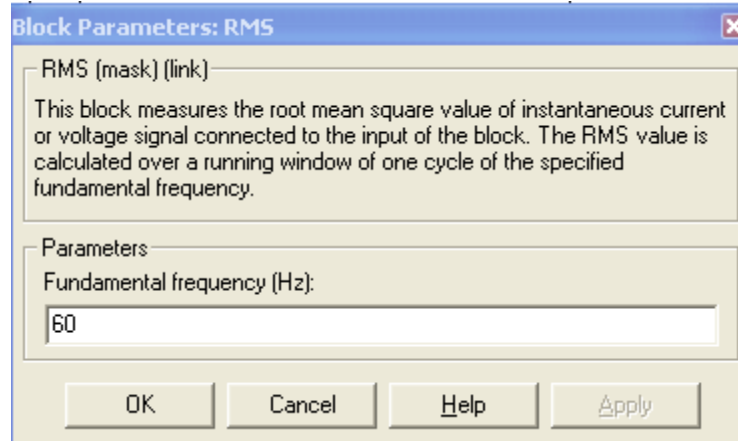


Figura 3.14: Parámetros del bloque de medición del valor eficaz de la corriente.

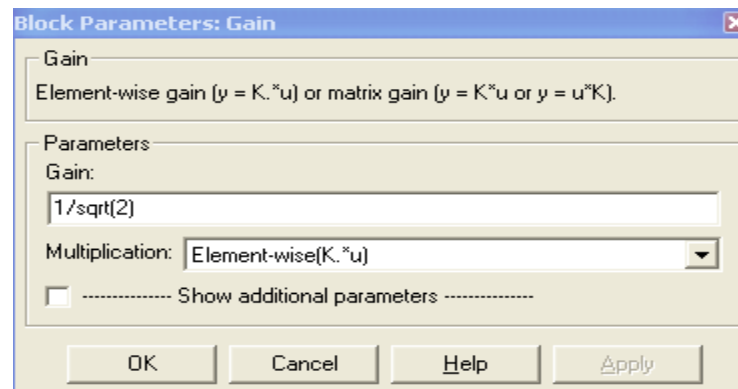


Figura 3.15: Parámetros del bloque que permite la conversión de valor máximo a valor eficaz, para cada una de las componentes de secuencia de la corriente de la fase a.

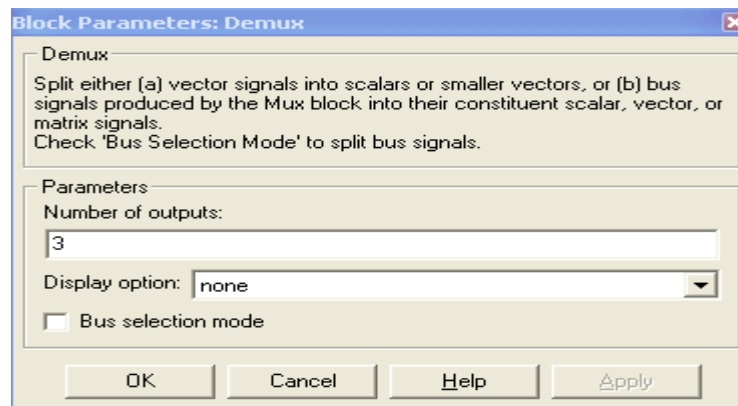


Figura 3.16: Parámetros del bloque que entrega la información de cada una de las componentes de secuencia de la corriente de la fase a, de forma separada, a los indicadores.

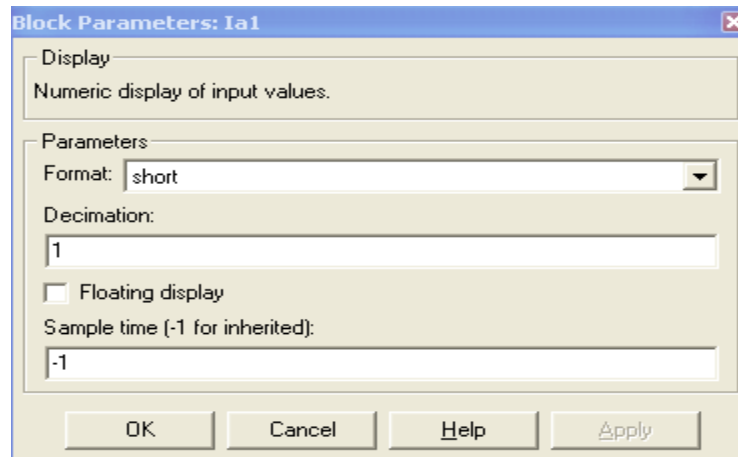


Figura 3.17: Parámetros del indicador del valor de la componente de secuencia de la corriente de la fase a.

5. Ejercicio resuelto #5

Calcular las corrientes de línea en los tres alambres del sistema Y-Y de la figura 3.18.

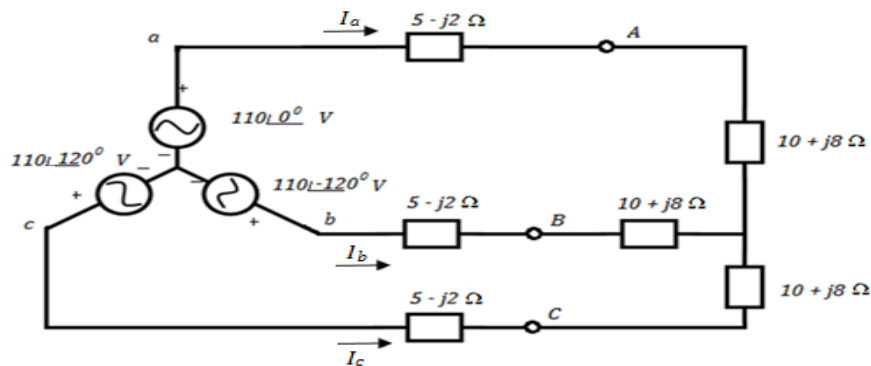


Figura 3.18 Sistema Y-Y con impedancia en las líneas.

R:

El circuito trifásico en la figura es balanceado. Las impedancias de las líneas pueden combinarse en serie con las impedancias de las fases de la carga.

$$Z_Y = (5 - j2) + (10 + j8) = 15 + j6 = 16,155 \angle 21,8^\circ \Omega$$

La corriente de la línea ***I_a***, se obtiene:

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z_Y} = \frac{110 \angle 0^\circ}{16,155 \angle 21,8^\circ} = 6,81 \angle -21,8^\circ A$$

Teniendo en cuenta que la secuencia de fase es positiva:

$$I_b = (1 \angle -120^\circ) I_a = 6,81 \angle -141,8^\circ A$$

$$I_c = (1 \angle 120^\circ) I_a = 6,81 \angle 98,2^\circ A$$

Las instrucciones del Matlab para este ejercicio se encuentran en el anexo 3. En la figura 3.19 se muestran los diagramas fasoriales de los voltajes de fase del generador y en la figura 3.20 la gráfica resultante de la simulación.

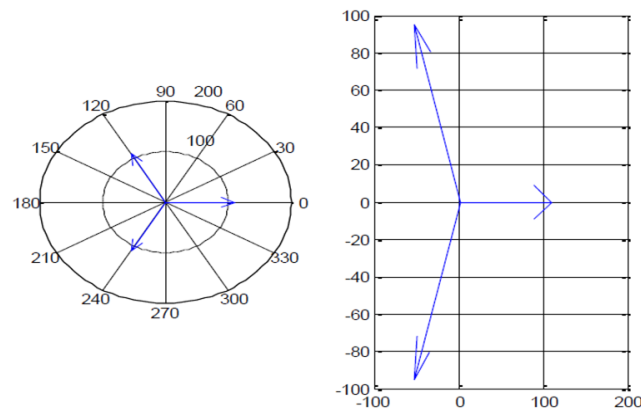


Figura 3.19 Diagramas fasoriales de los voltajes de fase del generador.

R Simulink:

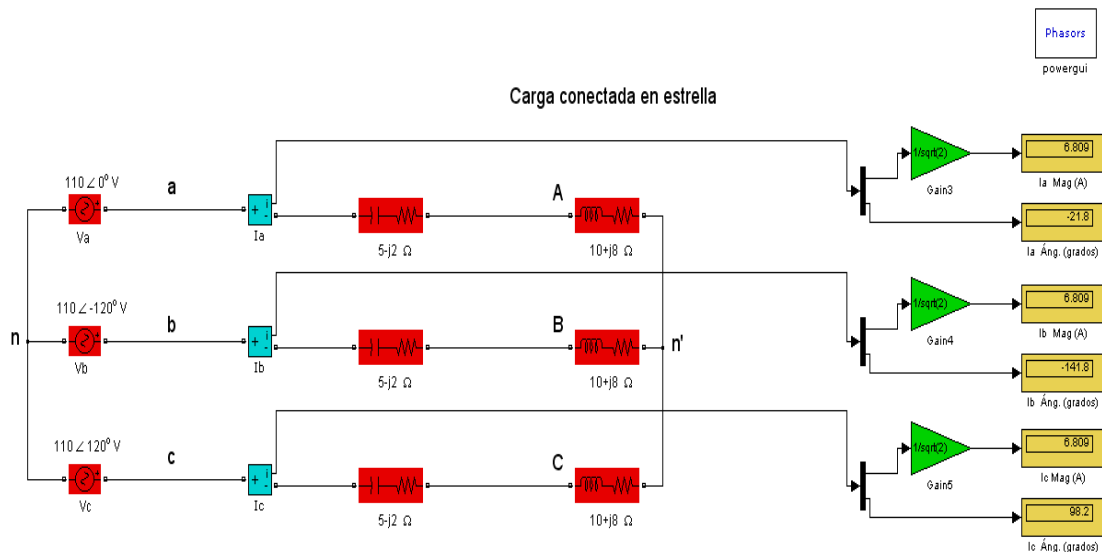


Figura 3.20 Sistema sistema Y-Y con impedancia en las líneas.

3.2 Descripción de los recursos digitales que formarán parte del aula virtual

Con la implementación de la asignatura optativa Simulación de Circuitos Eléctricos, en el nuevo curso se pretende proporcionar aprendizajes relevantes que propicien un desarrollo posterior, además de servir como formación de base, para las posteriores disciplinas de la carrera, siempre desarrollando las formas del pensamiento lógico y del razonamiento mediante la ejercitación de habilidades de análisis y aplicación de conceptos que contribuyan a la formación de hábitos necesarios para la actividad profesional futura.

Luego de la incorporación de la asignatura a la plataforma MOODLE, a continuación se muestra en las figuras la forma en que quedó diseñada el aula virtual, mostrando primeramente los temas en que se encuentra dividida y las actividades docentes propuestas para cada uno (figura 3.21), la estructura de uno de los temas en cuestión (figura 3.22) y la forma en que quedaron organizados los materiales complementarios para el fácil acceso por parte de los estudiantes en su estudio independiente (figura 3.23).

Moodle@UCLV | Español - México (es_mx) | Otros sitios | Facultades | Este curso | Marlen

Aulas Virtuales

[Página Principal \(home\)](#) | [Fa](#) | [Ca](#) | [OPT](#) | [Activar edición](#)

NAVEGACIÓN

- [Página Principal \(home\)](#)
- [Tablero](#)
- [Páginas del sitio](#)
- [Curso actual](#)
 - OPT**
 - [Participantes](#)
 - [Insignias](#)
 - [Simulación de circuitos eléctricos con MATLAB](#)
 - [Tema I: Introducción al Simulink](#)
 - [Tema II: Creación de Subsistemas y Subsistemas Enmascarados](#)
 - [Tema III: Simulación de Circuitos Eléctricos. Power...](#)
 - [Tema IV: Bloques PSB para la simulación de circuito...](#)
- [Mis cursos](#)

ADMINISTRACIÓN

- [Administración del curso](#)
 - [Activar edición](#)
 - [Editar ajustes](#)
 - [Usuarios](#)
 - [Filtros](#)
 - [Reportes](#)
 - [Calificaciones](#)
 - [Configuración del Libro de Calificaciones](#)
 - [Insignias](#)
 - [Copia de respaldo](#)
 - [Restaurar](#)
 - [Importar](#)
 - [Reiniciar](#)
 - [Banco de preguntas](#)
 - [Competencias](#)
- [Cambiar rol a...](#)

Optativas

Simulación de circuitos eléctricos con MATLAB

Simulación de circuitos eléctricos con MATLAB pertenece al grupo de las optativas y pretende establecer grandes vínculos con la disciplina Circuitos Eléctricos siendo esta la base fundamental de los programas de las carreras de perfil eléctrico, ya que es la primera materia específica donde los estudiantes identifican y emplean dispositivos eléctricos posibilitando crear un precedente para otras disciplinas de años superiores. La asignatura esta compuesta por 4 Conferencias divididas por temas y un grupo de prácticas de laboratorio simuladas que tienen como objetivo que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica; amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios necesarios. La determinación para el alumnado de la carrera Ingeniería Eléctrica fue utilizar el MatLab para la realización de las prácticas de laboratorios, por ser un programa con facilidades para el análisis y diseño de circuitos e instrumentos de medición.

- [Avisos](#)
- [Novedades](#)
- [Materiales complementarios](#)

Tema I: Introducción al Simulink

- [Conferencia](#)
- [Laboratorios](#)

Tema II: Creación de Subsistemas y Subsistemas Enmascarados

- [Conferencia](#)
- [Laboratorios](#)

Tema III: Simulación de Circuitos Eléctricos. Power System Blockset

- [Conferencia](#)
- [Laboratorios](#)

Tema IV: Bloques PSB para la simulación de circuitos de DC, AC y trifásica

- [Conferencia](#)
- [Laboratorios](#)

BUSCAR FOROS

 [Ir](#)

[Búsqueda avanzada](#)

AVISOS RECIENTES

[Añadir un nuevo tópico/tema...](#)

(Sin novedades aún)

EVENTOS PRÓXIMOS

No hay eventos próximos

[Ir al calendario...](#)

[Nuevo evento...](#)

ACTIVIDAD RECIENTE

Actividad desde Tuesday, 28 de May de 2019, 22:06

[Reporte completo de la actividad reciente...](#)

Sin actividad reciente

Figura 3.21 Curso de la asignatura diseñado en MOODLE

The screenshot displays a Moodle course interface. At the top, the header includes 'Moodle@UCLV', language settings ('Español - México (es_mx)'), and navigation links ('Otros sitios', 'Facultades', 'Este curso'). A user profile for 'Marlen' is visible. The course banner features the 'Aulas Virtuales' logo and a building image. The main content area is titled 'Tema I: Introducción al Simulink' and lists activities: 'Conferencia' and 'Laboratorios'. A sidebar on the left provides navigation options like 'Activar edición', 'Editar ajustes', 'Usuarios', 'Filtros', 'Reportes', and 'Calificaciones'. Below the sidebar, there are two 'Optativas' (Optional) sections. The first section, 'Conferencia', shows a document 'C-01-Introducción al Simulink.doc' with buttons for 'Descargar carpeta' (Download folder) and 'Editar' (Edit). The second section, 'Laboratorios', lists three lab documents: 'Lab 1 Ejecucion de Bloques sencillos de simulink.doc', 'Lab 2 Metodos generales de solución.docx', and 'Lab 3 Sistemas de ecuaciones lineales, no lineales, y diferenciales mediante Diagrama de Bloques en el Simulink.doc', also with 'Descargar carpeta' and 'Editar' buttons. A 'Regresar a: Tema I: Introduc...' button is present in each optional section.

Figura 3.22 Estructura que conforma uno de los temas de la asignatura en la plataforma.

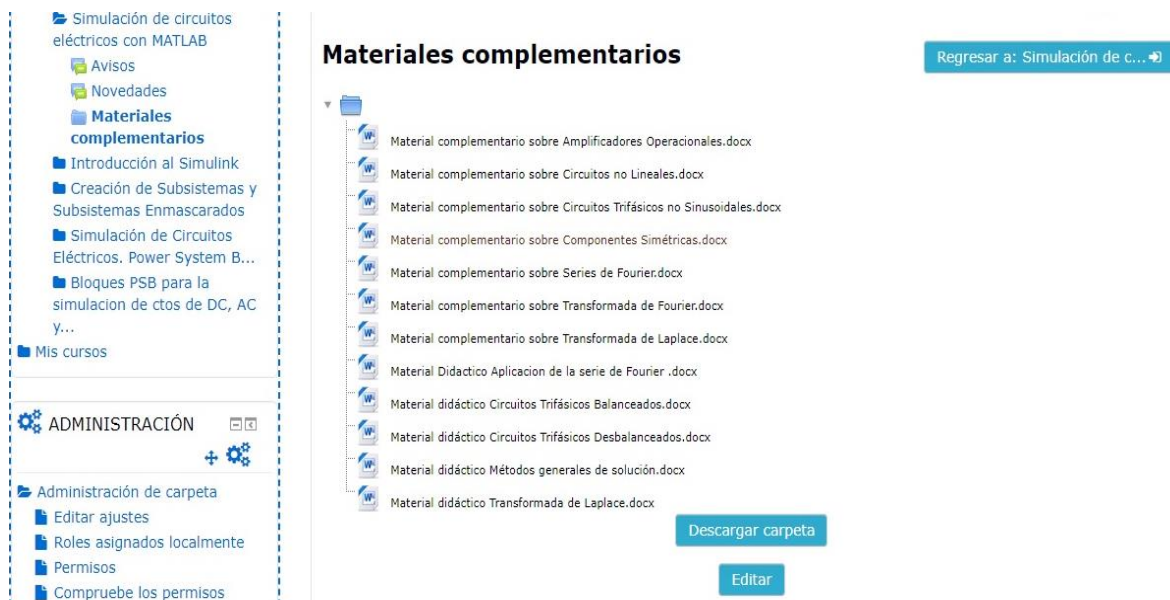


Figura 3.23 Disposición de los Materiales Complementarios.

3.3 Consideraciones del capítulo

Para la resolución de los ejercicios inicialmente se debe resolver de forma teórica, dando paso a su posterior implementación en Matlab y Simulink; para reafirmar los resultados de los mismos. El curso de la asignatura publicado en la plataforma MOODLE quedó dividido en temas con sus correspondientes actividades docentes y un grupo de materiales complementarios con el propósito de potenciar el estudio independiente por parte de los estudiantes.

CONCLUSIONES

1. Al establecer los fundamentos teóricos de esta investigación se justifica la necesidad de la incorporación de asignaturas fuera del currículo propio teniendo en cuenta las relaciones interdisciplinarias con el resto de las disciplinas de la carrera para apoyar el estudio independiente de los estudiantes, a partir de la disminución de horas clases de las asignaturas según la nueva concepción del Plan de estudio E.
2. En el proceso de búsqueda y selección de los contenidos y los recursos didácticos en formato digital, se determinó que la organización de los mismos fuera por temas, de acuerdo a las necesidades del resto de las disciplinas teniendo en cuenta los conocimientos esenciales y las habilidades que deben adquirir los estudiantes según el plan de estudio para facilitar el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje con mayor eficiencia.
3. Se estructuró el sistema de laboratorios propuesto para la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos, en dicho proceso se tuvieron en cuenta aspectos como: Objetivos de la asignatura, criterios de medida, sistema de habilidades y conocimientos, indicaciones metodológicas, sistema de evaluación y las tareas que cumplimentan las estrategias curriculares. En las prácticas de laboratorio simuladas se da solución de los ejercicios seleccionados de forma teórica y con el uso del Matlab, para su posterior simulación en el Simulink haciendo énfasis en la comprobación de los resultados por estas tres vías, lo cual facilitará el aprendizaje tanto en el ámbito docente como en la práctica, de ahí la importancia de este software profesional en las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.
4. Quedaron incorporados a la plataforma MOODLE la asignatura Simulación de Circuitos Eléctricos y una bibliografía general que consta de 13 materiales complementarios sobre los temas que serán impartidos en la asignatura optativa orientados al estudio independiente de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Las opciones para publicar contenido que brinda la plataforma interactiva MOODLE posibilitan un fácil trabajo con los elementos del curso a la hora de organizarlos. Los principales recursos que están disponibles en el aula virtual son: presentaciones de las conferencias y laboratorios.

RECOMENDACIONES

- ✓ Actualizar sistemáticamente el aula virtual de la asignatura de la disciplina.
- ✓ Trazar una estrategia para el uso eficiente del aula virtual de forma que se aprovechen todos los recursos que brinda Moodle para potenciar el aprendizaje colaborativo.
- ✓ Perfeccionar el sistema de evaluaciones de la asignatura de manera que se exploten más los recursos que ofrece el Moodle con este fin.
- ✓ Poseer copias de seguridad del curso para restablecerlo en caso de que sufra daños producto a problemas en la red.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. de Moya Martínez, J. Hernández Bravo, J. Hernández Bravo, and R. Cózar Gutiérrez, "Análisis de los estilos de aprendizaje y las TIC en la formación personal del alumnado universitario a través del cuestionario REATIC," *Revista de Investigación Educativa*, vol. 29, pp. 137-156, 2011.
- [2] MES, "Plan de Estudios E CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA " 2018.
- [3] J. G. Chanfón, M. R. G. Crespo, and G. B. Carmona, "Impacto de la introducción de los laboratorios virtuales en la educación superior," vol. 5, octubre 2016.
- [4] MES, "Documento Base para el diseño de los planes de estudio" E", ed: MES La Habana, 2016.
- [5] MES, "Documento base para la elaboración de los planes de estudio" D", ed: MES La Habana, 2003.
- [6] M. F. C. Guerrero, "Las asignaturas optativas de formación profesional en la planificación curricular de pregrado," *Universitas*, pp. 151-164, 2013.
- [7] B. Fainholc, "De cómo las TIC podrían colaborar en la innovación socio-tecnológico educativa en la formación superior y universitaria presencial," *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, vol. 11, pp. 53-79, 2008.
- [8] R. J. (2014, Aplicación de las TIC a la evaluación de alumnos universitarios. Available: <http://www.learningware.com/quizfactory/>
- [9] M. Rodríguez Conde, "Aplicación de las TIC a la evaluación de alumnos universitarios," *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. 6, 2005.
- [10] F. J. Tejedor and A. G. Muñoz Repiso, "Medida de actitudes del profesorado universitario hacia la integración de las TIC," *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, pp. 115-124, 2009.
- [11] I. González, "El recurso didáctico. Usos y recursos para el aprendizaje dentro del aula," *Revista Escritos en la Facultad*, vol. 109, pp. 15-18, 2015.
- [12] A. G.-V. M.-R. F. J. Tejedor Tejedor, and S. Prada San Segundo, "Medida de actitudes del profesorado universitario hacia la integración de las TIC," 2009.
- [13] E. C. López-Tarruella, "Moodle: Manual del profesor," 2004.
- [14] Moodle, "Manual general de Moodle, update 3.0," 2016.
- [15] S. M. a. F. S. Vicente, " «Evaluación de plataformas y experimentación en Moodle de objetos didácticos (nivel A1/A2) para el aprendizaje E/LE en e-learning," *Revista electrónica de didáctica/español lengua extranjera*, vol. 8, 2006.

- [16] R. Avello, "Moodle como plataforma de educación a distancia en la Escuela de Hotelería y Turismo Perla del Sur, de Cienfuegos," 2013.
- [17] MES, "Resolución No. 2/2018 (GOC-2018-460-O25) GACETA OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CUBA," p. 668, 21 de junio 2018.
- [18] F. M. Rodríguez Valdés, "Aplicación del Simulink a la solución de ejercicios de la asignatura CE II según plan de estudio E," Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería ..., 2016.
- [19] M. G. Rodríguez, *Introducción rápida a Matlab y Simulink para ciencia e ingeniería*: Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- [20] C. A. Caballero, "La relación interdisciplinaria de la Biología y la Geografía en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química para la formación integral de los alumnos de secundaria básica," Tesis de Maestría. UH. La Habana, 1999.
- [21] M. Fernández Pérez, "Las tareas de la profesión de enseñar. Práctica de la racionalidad curricular," *Didáctica aplicable. Madrid: Siglo XXI de España. Editores, SA*, 1994.
- [22] F. Addine, "Modelo para el diseño de las relaciones interdisciplinarias en la formación del profesor de perfil amplio," *ISP "Enrique José Varona". La Habana (Material impreso)*, 2002.
- [23] W. Zhan, A. Goulart, J. A. Morgan, and J. R. Porter, "Vertical and Horizontal Integration of Laboratory Curricula and Course Projects across the Electronic Engineering Technology Program," *American Journal of Engineering Education*, vol. 2, pp. 67-80, 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #1

R Matlab:

```
>> V=solve('3*V1-V2=20','-3*V1+5*V2=60','V1,V2')
```

```
V =
```

```
    V1: [1x1 sym]
```

```
    V2: [1x1 sym]
```

```
>> V1=V.V1
```

```
V1 =
```

```
40/3
```

```
>> V1=40/3
```

```
V1 =
```

```
13.3333
```

```
>> V2=V.V2
```

```
V2 =
```

```
20
```


Anexo 2: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #2

R Matlab:

```
>>M=solve('(V1-2.5)/(5*10^3)+(V1-V3)/(10*10^3)=0','V1=0','V3/(10*10^3)+V3/(1*10^3)+((V3-Vsal))/(2*10^3)=0','V1,V3,Vsal')
```

M =

V1: [1x1 sym]

V3: [1x1 sym]

Vsal: [1x1 sym]

```
>> Vsal=M.Vsal
```

Vsal =

-16.0

```
>> Vent=2.5
```

Vent =

2.5000

```
>> Hv=Vsal/Vent
```

Hv =

-6.4

Anexo 3: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #3

R Matlab:

Vf1 =

5

Vf2 =

10

Vbe =

0.8000

Vce =

0.2000

Rb =

50

Rc =

3

B =

100

>> Ib = (Vf1-Vbe)/Rb

Ib =

0.0840

>> Ic = (Vf2-Vce)/3

Ic =

3.2667

>> Ib1 = Ic/B

Ib1 =

0.0327

Anexo 4: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #4

R Matlab:

```
>> a=1*exp(j*120*pi/180) % Operador de giro
a =
-0.5000 + 0.8660i
>> Va0=20+0i;Va1=68.8675-11.5470i;Va2=11.1325+11.5470i;
>> Z=8+6i;Zn=5;
>> Ia0=Va0/(Z+3*Zn)
Ia0 =
0.8142 - 0.2124i
>> Ib0=Ia0
Ib0 =
0.8142 - 0.2124i
>> Ic0=Ia0
Ic0 =
0.8142 - 0.2124i
>> Ia1=Va1/Z
Ia1 =
4.8166 - 5.0558i
>> Ib1=a^2*Ia1
Ib1 =
-6.7867 - 1.6434i
>> Ic1=a*Ia1
Ic1 =
1.9702 + 6.6992i
>> Ia2=Va2/Z
Ia2 =
1.5834 + 0.2558i
>> Ib2=a*Ia2
Ib2 =
-1.0132 + 1.2434i
>> Ic2=a^2*Ia2
Ic2 =
```

```
-0.5702 - 1.4992i
>> la=la0+la1+la2
la =
7.2142 - 5.0124i
>> lb=lb0+lb1+lb2
lb =
-6.9858 - 0.6124i
>> lc=lc0+lc1+lc2
lc =
2.2142 + 4.9876i
>> ln=la+lb+lc
ln =
2.4425 - 0.6372i
```

Anexo 5: Instrucciones de Matlab para el ejercicio resuelto #5

R Matlab:

```
>> Va=110;Vb=110*exp(j*-120*pi/180);Vc=110*exp(j*120*pi/180);
```

```
>> Voltajes=[Va Vb Vc];
```

```
>> subplot(1,2,1)
```

```
>> compass(Voltajes)
```

```
>> subplot (1,2,2)
```

```
>> feather (Voltajes)
```

```
>> grid
```