



**UNIVERSIDAD DE MOA**  
**Dr. Antonio Núñez Jiménez**  
**Facultad Metalurgia-Electromecánica**  
**Departamento de Eléctrica**

# **Trabajo de diploma**

## **Para optar por el título de**

### **Ingeniero Eléctrico**

**Título: Perfeccionamiento metodológico de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II para el Plan de Estudio E**

**Autor: Héctor Manuel Cruz Carballosa**

**Tutor: M.Sc. Asist. Elieski Cruz Martínez**

**Moa 2019.**  
**Año del 61 Aniversario del Triunfo de la Revolución**



## Declaración de autores

Nosotros:

Diplomante: Héctor Manuel Cruz Carballosa

Tutor: MSc. Asist. Elieski Cruz Martínez.

Autores de este Trabajo de Diploma titulado: **Perfeccionamiento metodológico de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II para el Plan de Estudio E** certificamos su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez, el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

---

Diplomante: Héctor Manuel Cruz Carballosa

---

Tutor: MSc. Asist. Elieski Cruz Martínez



## Pensamiento



*“Nos corresponde ser más creativos en la difusión de nuestras verdades, emplear más y mejor las posibilidades de la tecnología para inundar de verdad los infinitos espacios del planeta internet...”*

*Miguel Mario Díaz-Canel Bermúdez*



## Dedicatoria

*Dedico este trabajo primeramente a mi familia y a mis profesores, que fueron los responsables de formarme como la persona que soy hoy.*

*Muy especialmente a mis padres, a quienes siempre estaré agradecido por todo el apoyo y la confianza que me brindaron, durante el transcurso de mi vida para lograr esta formación como profesional al servicio de la Revolución.*

*También a mis amigos y compañeros con los que he compartido estos grandiosos años de estudios.*



## Agradecimientos

*Agradecemos a todas las personas que de una forma u otra tuvieron  
que ver con la realización de este trabajo:*

*A mi tutor MSc. Asist. Elieski Cruz Martínez y a la querida amiga  
de la familia Merlinda Clarke Bloomfield que durante el periodo me  
han brindado todo el apoyo y la dedicación que requería.*

*A todos los profesores que participaron en mi formación como  
profesional.*

*A mis padres por enseñarme y darme toda la confianza y ayuda para  
concluir mis estudios.*

*A mi familia en general por ayudarme y brindarme todo su apoyo.  
En especial a esos amigos que estuvieron en las buenas, en las malas y  
en las peores, los que fueron más que una familia, esos que me  
aceptaron a pesar de todos mis defectos; Dennis Ferrer, Aniel Catalá  
y Osmany Peña... y a los muchos más que tantas buenas y malas  
compartimos, a ustedes...*

*Muchas gracias a todos.*



## Resumen

El perfeccionamiento de los Planes y Programas de estudio se ha convertido en las condiciones actuales en una necesidad teniendo en cuenta el contexto nacional e internacional en que se desenvuelve la sociedad y la economía cubana. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo estructurar el programa de la asignatura Circuitos Eléctricos I atendiendo a los requerimientos del Plan de Estudio E, que favorezca la formación del profesional de la Ingeniería Eléctrica a partir del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs, por sus siglas en español), la aplicación de métodos teóricos y empíricos permitió realizar el análisis de la asignatura Circuitos Eléctricos en el Plan de Estudio D lo que permitió ajustar los contenidos de la I y II en una sola asignatura mediante la fusión de contenidos y ajuste de algunos que se desarrollaban de manera repetitiva en ambas asignaturas, unido a ello se elaboraron un conjunto videos tutoriales por tema que se constituyen como base para el trabajo y estudio independiente de los estudiantes y para el logro de una mayor eficiencia en el trabajo del profesor a partir del uso de herramientas como las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs).



## **Abstract**

The improvement of the Plans and Programs of study has become in the present conditions a necessity taking into account the national and international context in which the society and de Cuban economy are developed. That is why the present work has the objective of structuring the program of Electrical Circuits I subject to the requirements of the Study Plan E, which favors the training of the Electrical Engineering professional from the use of information Technologies and Communications (TICs, for its acronym in Spanish), the application of theoretical and empirical methods allowed to perform the analysis of Electrical Circuits subjects in Study Plan which allowed to adjust the contents of I and II in a single subject mediate the fusion of contents and adjustments of some that were developed in a repetitive way in both subjects, together whit it, a set of tutorial videos per subject were created that constitute the basic for the work and independent study of the students and for the achievement of a greater efficiency in the work of the teacher from the use of tools such as Information Technology and Communications (TICs).



# Índice

Declaración de autores.....	I
Pensamiento.....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimientos.....	IV
Resumen .....	V
Abstract.....	VI
Introducción.....	1
Capítulo I. Programas de las asignaturas en el Plan D .....	5
1.1. El diseño curricular consideraciones generales .....	5
1.2. Caracterización de la asignatura de Circuito Eléctrico I.....	6
1.3. Caracterización de la asignatura de Circuito Eléctrico II .....	15
Capítulo II. Análisis y propuesta de las asignaturas para Plan E .....	28
2.1. Análisis de trabajos precedentes .....	28
2.2. Análisis crítico de las asignaturas en Plan Estudio D.....	29
2.3. Propuesta para las asignaturas en el Plan de estudios E .....	30
2.4. Consideraciones sobre el uso de las TICs en la asignatura.....	46
Conclusiones Generales.....	50
Recomendaciones .....	51
Bibliografía.....	52
Anexos .....	I





## Introducción

La institución social con mayor capacidad para preservar, desarrollar y difundir la cultura en su sentido más amplio es la universidad, por lo que de ella se espera que ponga el conocimiento más avanzado al servicio y salvaguarda de la humanidad, de la manera más integral e inclusiva posible, en Cuba la comunidad universitaria es consciente de ello y del papel decisivo que le corresponde desempeñar en la consolidación del proyecto social iniciado hace 60 años con el triunfo de la Revolución cubana.

La Reforma Universitaria de 1962 sentó las bases para las transformaciones de esencia que demandaba de inmediato la educación superior en el país, siendo uno de sus aportes la definición del concepto de perfeccionamiento continuo de los diseños y contenidos de los planes de estudio, con el fin de satisfacer las demandas del desarrollo socioeconómico que el país demanda en cada momento así como, para valorar sistemáticamente lo mejor de las tendencias internacionales que resultaran pertinente adaptar al contexto nacional en la formación de profesionales en las distintas ramas del saber.

El VI Congreso del Partido Comunista de Cuba aprobó en abril de 2011 en ellos se declara, entre otros aspectos, dar continuidad al perfeccionamiento de la educación (Lineamiento 143); elevar el rigor y efectividad del proceso docente educativo para incrementar la eficiencia del ciclo escolar (Lineamiento 151); y actualizar los programas de formación e investigación en las universidades en función del desarrollo económico y social del país y de las nuevas tecnologías (Lineamiento 152), este último aprobado en el VII Congreso celebrado en 2016 y ratificado en el III Pleno del Comité Central en mayo de 2017 ( Lineamiento 125) (MES, 2018b).

El contenido de estos Lineamientos planteó a la educación superior cubana la necesidad de una revisión profunda de los programas de formación y desarrollo de los profesionales cubanos, teniendo en cuenta los nuevos escenarios y condiciones complejas que se vislumbran para las próximas décadas del siglo XXI. Estos análisis trajeron como resultado que se plantearan un conjunto de políticas



para el perfeccionamiento del proceso de formación continua de los profesionales cubanos, una de las cuales expresa:

*“Perfeccionar la formación de pregrado en carreras de perfil amplio, reenfoicándolas hacia la solución de los problemas generales y frecuentes de la profesión en el eslabón de base<sup>1</sup>. Ello puede posibilitar la reducción de la duración de las carreras a cuatro años”.p.30*

Por ello la historia de la educación superior en Cuba, refleja el tránsito de la enseñanza por distintos planes de estudios con el objetivo fundamental de adecuar la formación de los profesionales a tono con las condiciones concretas que demanda el país en cada momento histórico y que permitiera lograr una formación integral del futuro profesional, este es el caso del Plan de Estudios E que entrará en vigor en el curso 2019 – 2020, proceso de perfeccionamiento al que no es ajena la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”; en la que como parte de este proceso se encuentra la Disciplina de Circuitos Eléctricos y Mediciones de la carrera de Ingeniería Eléctrica, dentro de la cual la asignatura Circuitos Eléctricos se constituye en un pilar fundamental para la formación de los futuros Ingenieros Eléctricos, con el Plan D perfeccionado; el mismo para la adquisición de conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes se realiza a través de conferencias, clases prácticas, seminarios y laboratorios con un total de 192 horas clases en las asignaturas Circuitos Eléctricos I, II y III.

El contexto socioeconómico nacional e internacional en que se aprobaron los planes de estudio D ha ido creciendo en complejidad, dado en lo fundamental por el impacto negativo de la crisis económica mundial sobre el país a lo que no es ajena la educación superior, a lo que se une el vertiginoso avance de la ciencia y la tecnología; destacándose entre los principales factores que caracterizan estos cambios y que guardan estrecha relación con la formación integral de los profesionales, los siguientes:

---

<sup>1</sup> Se entiende por **eslabón de base de la profesión** el puesto de trabajo en el que se manifiestan los problemas más generales y frecuentes inherentes al objeto de trabajo, y donde se debe ubicar al recién graduado. En el eslabón de base el egresado, dada su formación, tiene la posibilidad de desempeñar sus funciones y desarrollar un primer nivel de resolución de los problemas profesionales. *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la educación superior cubana. Carlos M Álvarez Zayas. Imprenta “Andrés Voisin” ENPSES. La Habana.1989.*



- Las transformaciones que tienen lugar en la economía y en la sociedad cubana, con base en la paulatina implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para la actualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista.
- El bloqueo económico a que el gobierno de los Estados Unidos tiene sometido al país por más de 60 años y su creciente actividad de subversión ideológica orientada con énfasis al sector académico, que alienta la deserción y estimula el robo de cerebros, con el fin de fomentar el desaliento y la ruptura de profesionales, claustros universitarios y estudiantes con la Revolución.
- La migración de profesionales dentro del país hacia labores no relacionadas con su perfil de graduación.
- El surgimiento y desarrollo de nuevas formas de propiedad en la producción y los servicios, que demanda de la formación de profesionales.
- El desarrollo de las tecnologías que siguen revolucionando las esferas de la información y las comunicaciones aceleradamente para la mayoría de los países, entre ellos Cuba, que requiere hacer grandes esfuerzos para mantener al menos un nivel que favorezca el progreso.

La problemática identificada permite plantear como

## **Problema**

¿Cómo ajustar los contenidos de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II del Plan de Estudios D que favorezca la concepción de la Disciplina Circuitos Eléctricos en el Plan Estudio E?

## **Objeto de estudio**

Proceso de conformación de la Disciplina Circuitos Eléctricos en el Plan E

## **Objetivo General**

Estructurar el programa de la asignatura Circuitos Eléctricos I atendiendo a los requerimientos del Plan de Estudio E, que favorezca la formación del profesional de la Ingeniería Eléctrica a partir del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs).



## **Campo de acción**

Proceso de implementación de las TICs en las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II

### **Objetivos Específicos**

1. Construir el marco teórico de la investigación a partir de la revisión de la literatura y trabajos precedentes relacionados con el perfeccionamiento metodológico de las asignaturas.
2. Caracterizar las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II en el Plan de estudio D.
3. Definir la estructura de la asignatura Circuitos Eléctricos I en el Plan de Estudio E.
4. Definir el uso y alcance de las TICs en la Disciplina Circuitos Eléctricos.

### **Hipótesis**

El uso de la Tecnología de la Información y las Comunicaciones puede contribuir a la estructuración de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II, ajustándola a los requerimientos del Plan de Estudio E que favorezca la comprensión del contenido y el trabajo y estudio independiente de los estudiantes en la asignatura Circuitos Eléctricos I.

### **Resultados Esperados**

Estructurar y perfeccionar metodológicamente el sistema de conocimientos de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II para el Plan de estudios E.

Incrementar el uso de las TICs en el proceso de trabajo y estudio independiente de los estudiantes que permita desarrollar habilidades en la construcción del conocimiento y una mejor comprensión de los contenidos por los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

El informe escrito está estructurado en introducción, dos capítulos: el primero dedicado al análisis del contenido de los programas de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II, en el Plan D y el análisis de estudios precedentes de la estructura del Plan D; el segundo aborda el reajuste del Plan de Estudio E con la propuesta de la nueva estructura con base en el uso de las TICs en la asignatura Circuitos Eléctricos I, aporta además un conjunto de conclusiones, recomendaciones y bibliografía.



## **Capítulo I. Programas de las asignaturas en el Plan D**

En este capítulo tiene como fin analizar la estructura de los Programas de las Asignaturas Circuitos Eléctricos I y II en el Plan de Estudios D (MES, 2007), para lo cual se elaboró a partir del plan actual su estructura para mostrar la composición de los contenidos por formas de enseñanza empleadas en la actualidad que sirva de base para el posterior análisis y perfeccionamiento del Plan de Estudios E.

### **1.1. El diseño curricular consideraciones generales**

En las condiciones actuales en que se desenvuelve la economía cubana, plantea la necesidad de la adecuación de los Planes de Estudios a la solución de los problemas a que el país se enfrenta, ello se sustenta en lo planteado en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobado por el III Pleno del Comité Central del Partido en el 2017 en el Lineamiento 125 donde se plantea la necesidad de "...Actualizar los programas de formación e investigación de las universidades en función de las necesidades del desarrollo, de las nuevas tecnologías y de la actualización del Modelo Económico y Social" (PCC, 2017); de ahí que el perfeccionamiento de los Planes de Estudio se convierte en una prioridad de las condiciones actuales, Lo cual se corrobora en la obra de (Carlos Álvarez de Zayas, 1999) quien cita la Declaración de Quito donde se plantea que "Mejorar la calidad de la educación significa impulsar el proceso de profesionalización docente y promover la transformación curricular a través de propuestas basadas en la satisfacción del individuo y la sociedad, que posibiliten el acceso a la formación, que permitirá pensar y expresarse con claridad y que se fortalezcan las capacidades para resolver problemas, analizar críticamente la realidad, vincularse activamente y solidariamente con los demás y proteger y mejorar el medio ambiente, el patrimonio cultural y las propias condiciones de vida" y agrega que "El curriculum es el plan de acción donde se precisa hasta el sistema de conocimientos y habilidades y es el punto de partida para la organización del proceso" (R. M. Á. d. Zayas, 1997) por tanto señala "El curriculum es el contenido que se debe asimilar en aras de alcanzar un objetivo, es además un programa, un plan de trabajo y estudio, necesario para aproximarse



al logro de los objetivos, que se da en un contexto social, (tanto en el tiempo como en el espacio) influido y determinado por las ideas sociales, filosóficas, políticas, pedagógicas, que comprenden los aspectos más esenciales, de la carrera, como los más próximos a lo cotidiano, como es el proceso docente educativo a nivel de disciplina, asignatura y tema (Carlos Álvarez de Zayas, 1998).

Por tanto "... debe promover saberes que tengan relevancia y significación en la solución de problemas críticos y cotidianos incidiendo en la formación crítica, humanista y social de los estudiantes" (Carlos Álvarez de Zayas, 1995).

De lo anterior se puede concluir al decir de Álvarez de Zaya, 1999 que el curriculum constituye el plan de acción para la formación del profesional, a partir del cual se organiza, dirige, ejecuta y controla el proceso de enseñanza-aprendizaje, para la formación de los recursos humanos que requiere la sociedad, teniendo en cuenta las necesidades del contexto social y los intereses y motivaciones de los actores principales del proceso. En el mismo se integran de manera sistémica la parte de la cultura que se enseña y que está influida por determinados enfoques pedagógicos, psicológicos y filosóficos, que se enmarca en un tiempo y espacio determinado"p.5 y "... sirve al profesor en la dinámica del trabajo para dirigir y ejecutar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera, la disciplina, la asignatura, el tema y la clase." (Carlos Álvarez de Zayas, 1989)

## **1.2. Caracterización de la asignatura de Circuito Eléctrico I**

En el curso 2008-2009 comienzan a impartirse las asignaturas de la Disciplina Circuitos Eléctricos y Mediciones en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Metalurgia-Electromecánica en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, integrada por 5 asignaturas, ellas son: Circuitos Eléctricos I, II, III y Mediciones Eléctricas I y II, que se imparten en el Curso Diurno, sentándose la caracterización en las asignaturas de Circuitos Eléctricos, las cuales están diseñadas en el actual plan de estudios D de la siguiente manera:

**Asignatura:** Circuitos Eléctricos I

**Carrera:** Ingeniería Eléctrica

**Total de horas:** 64

**Departamento:** Ingeniería Eléctrica



**Disciplina:** Circuitos Eléctricos y Mediciones Eléctricas

**Ubicación en el plan de estudio:** 2<sup>do</sup> año de Ingeniería Eléctrica, 1<sup>er</sup> semestre

**Examen Final:** Sí **Objetivos de la asignatura**

**Objetivo general**

- Analizar circuitos eléctricos de corriente directa mediante la aplicación de diferentes métodos de cálculo y con el empleo de la computación.

**Objetivos educativos**

1. Manifestar en sus actividades de estudio e investigación los más altos valores de nuestra sociedad: responsabilidad, incondicionalidad, honestidad, modestia, desinterés, patriotismo y el conjunto de valores compartidos del ISMMM.
2. Trabajar en forma organizada e independiente, o en colectivos autoinformándose y siendo capaces de orientarse y adaptarse a situaciones nuevas, sentir la necesidad de estudiar y superarse constantemente.
3. Poseer una formación integral, teórico-práctica, científico-técnica y estética de carácter profesional que le permita de forma independiente resolver las tareas que les plantee la sociedad, desarrollando además la capacidad de adquirir conocimientos por ellos mismos.
4. Utilizar el idioma español con eficiencia en su forma oral y escrita, a través del oficio adquirido por medio de las respuestas a preguntas, elaboración y defensa de informes bien estructurados.

**Objetivos instructivos**

1. Analizar circuitos resistivos lineales, pasivos y activos, en régimen de corriente directa.
2. Analizar circuitos dinámicos lineales de primer orden, con estímulos constantes, onda cuadrada o rampa.
3. Analizar circuitos dinámicos de segundo orden, serie y paralelo sencillos con estímulos de corriente directa.



## **Sistema de Conocimientos**

Conceptos básicos de circuito eléctrico, sus componentes, corriente, voltaje y potencia. El resistor. Fuentes de voltaje y de corrientes ideales y reales, dependientes e independientes. Leyes de Kirchhoff. El amplificador operacional ideal. Clasificación de los circuitos. Principales propiedades de los circuitos lineales. Ecuaciones de las redes resistivas. Concepto de funciones de entrada y de transferencia. Dualidad en circuitos resistivos. Transformaciones equivalentes en circuitos resistivos conectados en serie, paralelo. Divisores de voltaje y de corriente.

Transformaciones recíprocas delta-estrella. Transformaciones de fuentes reales. Método de los valores proporcionales. Nociones de Topología aplicada a los circuitos. Métodos de las corrientes de malla y de los voltajes de nodos. Teoremas de los circuitos lineales: superposición, Thevenin y Norton. Condición de máxima transferencia de potencia. Dualidad en redes lineales dinámicas. Propiedades de los elementos almacenadores ideales.

Método clásico para el cálculo de circuitos de primer orden y de segundo orden con elementos en serie o paralelo y estímulos de CD y otras formas de ondas relacionadas, frecuencias naturales, propiedades de la respuesta transitoria.

## **Sistema de habilidades**

1. Aplicar las leyes de Ohm y Kirchhoff, los divisores, las simplificaciones y transformaciones de las conexiones serie, paralelo, serie-paralelo, delta y estrella (incluyendo el retorno al circuito original, caso de ser necesario) al cálculo de voltajes, corrientes y potencias en circuitos resistivos lineales.
2. Aplicar los teoremas de Thevenin y de superposición, así como los métodos generales (mallas y nodos) al análisis de circuitos resistivos lineales.
3. Aplicar el método clásico al cálculo de circuitos de primer orden y de segundo orden (serie y paralelo) con diferentes estímulos.
4. Aplicar los programas de computación, existentes al análisis de circuitos resistivos o dinámicos de primer o segundo órdenes, incluyendo la interpretación de los resultados.
5. Medir voltajes, corrientes y otras magnitudes eléctricas.





## La distribución del contenido por temas según el programa de la asignatura es como se muestra en la Tabla 1

**Tabla 1.**

*Distribución del tiempo por formas de enseñanza*

No.	Temas	Horas por actividades				Total
		C	CP	L	S	
1	Conceptos básicos y elementos de circuitos eléctricos	6	6	2	-	14
2	Análisis de las redes resistivas lineales	6	16	4	-	26
3	Análisis de las redes dinámicas en el dominio del tiempo	10	8	6	-	24
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>64</b>

Como puede observarse el 34,4% del total de horas corresponde a conferencias y el 65,6% a actividades prácticas lo que permite contenido como aquel aspecto del objeto necesario e imprescindible que una vez que sean del dominio del estudiante, pueda alcanzar el objetivo formulado para el tema en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El programa se concibió de la siguiente manera:

### **Contenidos por temas**

#### **Tema 1. Conceptos básicos y elementos de circuitos eléctricos**

##### **Objetivos instructivos**

1. Familiarizarse con los conceptos básicos del análisis de circuitos eléctricos.
2. Conocer los fundamentos teóricos del análisis de circuitos de corriente directa, mediante la aplicación de las leyes de Ohm y de Kirchhoff.
3. Caracterizar el amplificador operacional como elemento activo de circuitos.
4. Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos simples de corriente directa.
5. Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos ramificados de corriente directa, mediante la aplicación de las leyes de Ohm y de Kirchhoff.
6. Realizar balances de potencia en circuitos de corriente directa.
7. Seleccionar instrumentos adecuados para la medición de magnitudes eléctricas en circuitos de corriente directa.
8. Instalar circuitos simples de corriente directa.



9. Medir corriente, tensión y potencia en circuitos de corriente directa.
10. Interpretar los resultados de las mediciones en circuitos de corriente directa.

### **Sistema de conocimientos**

Conceptos básicos de circuito eléctrico, sus componentes, corriente, voltaje y potencia. El resistor. Fuentes de voltaje y de corrientes ideales y reales, dependientes e independientes. Leyes de Kirchhoff. El amplificador operacional ideal. Clasificación de los circuitos. Principales propiedades de los circuitos lineales; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 1**

### **Tema 2. Análisis de las redes resistivas lineales**

#### **Objetivos instructivos**

- 1- Conocer los fundamentos teóricos del análisis de circuitos de corriente directa mediante transformaciones sucesivas.
- 2- Conocer los fundamentos teóricos de los métodos de las corrientes de mallas y potenciales de nodos
- 3- Conocer los fundamentos teóricos de los teoremas de Thevenin, Norton y superposición.
- 4- Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa mediante transformaciones equivalentes.
- 5- Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa mediante la aplicación del método de las corrientes de mallas.
- 6- Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa mediante la aplicación del método de los potenciales de nodos.
- 7- Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa mediante la aplicación del teorema de superposición.
- 8- Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa mediante la aplicación del teorema de Thevenin.
- 9- Calcular corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa mediante la aplicación del teorema de Norton.
- 10- Realizar balances de potencias en circuitos complejos de corriente directa.



- 11-Investigar experimentalmente el comportamiento de las redes resistivas lineales alimentadas con fuentes de corriente directa.
- 12-Instalar circuitos de corriente directa con más de una fuente de alimentación.
- 13-Medir corrientes, tensiones y potencias en circuitos de corriente directa con conexiones serie, paralela y mixta.
- 14-Comprobar experimentalmente métodos y teoremas en circuitos eléctricos lineales de corriente directa.
- 15-Interpretar los resultados de las mediciones realizadas en circuitos.
- 16-Simular en la computadora circuitos de corriente directa.

### **Sistema de conocimientos**

Ecuaciones de las redes resistivas. Concepto de funciones de entrada y de transferencia. Dualidad en circuitos resistivos. Transformaciones equivalentes en circuitos resistivos conectados en serie, paralelo.

Divisores de voltaje y de corriente. Transformaciones recíprocas delta-estrella. Transformaciones de fuentes reales. Método de los valores proporcionales. Nociones de Topología aplicada a los circuitos. Métodos de las corrientes de malla y de los voltajes de nodos. Teoremas de los circuitos lineales: superposición, Thevenin y Norton. Condición de máxima transferencia de potencia.

La distribución de actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 2**

### **Tema 3. Análisis de las redes dinámicas en el dominio del tiempo**

#### **Objetivos instructivos**

1. Conocer los fundamentos teóricos del análisis de circuitos de corriente directa de primer orden sencillos en régimen dinámico
2. Conocer los fundamentos teóricos del análisis de circuitos de corriente directa de primer orden ramificados en régimen dinámico
3. Conocer los fundamentos teóricos del análisis de circuitos de corriente directa de segundo orden sencillos en régimen dinámico
4. Caracterizar los distintos tipos de respuesta dinámica de los circuitos de corriente directa de segundo orden.
5. Conocer los fundamentos teóricos del análisis de circuitos de corriente directa de segundo orden ramificados en régimen dinámico



6. Calcular procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de primer orden, estimulados con fuentes de corriente directa.
7. Calcular procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de primer orden, estimulados con fuentes de onda cuadrada o rampa.
8. Calcular procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de segundo orden no ramificados, estimulados con fuentes de corriente directa.
9. Calcular procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de segundo orden ramificados, estimulados con fuentes de corriente directa.
10. Investigar experimentalmente el comportamiento de los circuitos de primer orden sencillos RL y RC en régimen transitorio.
11. Investigar experimentalmente el comportamiento de los circuitos de segundo orden no ramificados RLC en régimen transitorio.
12. Investigar experimentalmente el comportamiento de los circuitos de segundo orden ramificados RLC en régimen transitorio.
13. Simular el comportamiento de circuitos con elementos R, L, C en régimen transitorio.
14. Interpretar los gráficos de corriente y tensión como funciones del tiempo en los circuitos que operan en régimen transitorio, estimulados con fuentes de corriente directa.

### **Sistema de conocimientos**

Dualidad en redes lineales dinámicas. Propiedades de los elementos almacenadores ideales. Método clásico para el cálculo de circuitos de primer orden y de segundo orden con elementos en serie o paralelo y estímulos de CD y otras formas de ondas relacionadas, frecuencias naturales, propiedades de la respuesta transitoria.

La distribución de actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 3**

### **Sistema de valores**

Mediante las actividades instructivas, se trabajará de forma tal que se logre desarrollar y consolidar en los estudiantes el conjunto de valores éticos y morales que deben caracterizar a un joven universitario en nuestra sociedad. Dichos



valores incluirán los valores compartidos del ISMMANJ y serán desarrollados a partir de dos valores fundamentales:

1. Sentido de la responsabilidad
2. Sentido de pertenencia a la carrera.

El sistema de evaluación de la asignatura se muestra en el **anexo 4**.

La distribución de las actividades de la asignatura (P-0) se muestra en el **anexo 5**

### **Salidas a las Estrategias Curriculares en la asignatura**

#### **Estrategia Curricular de Formación Económica**

Interpretar las terminologías eléctricas (corriente, voltaje, potencia, balance de potencias, consumo, pérdidas, etc.) y su vinculación con aspectos económicos y de eficiencia de un determinado circuito eléctrico.

#### **Estrategia Curricular de idioma Inglés y Lengua Materna**

- Reconocer terminologías eléctricas fundamentales presentes en los circuitos eléctricos.
- Utilizar bibliografía especializada (Texto: Engineering Circuits Analysis).
- Escribir pequeños resúmenes en la tarea extraclase e informes de prácticas de laboratorios con una adecuada redacción y ortografía tanto en inglés como en español.

#### **Estrategia Curricular de computación**

- Utilizar softwares profesionales para la solución de sistemas de ecuaciones lineales en el trabajo de control extraclase.
- Aplicar softwares profesionales (priorizando MATLAB) en la simulación de circuitos eléctricos en el trabajo extraclase y las prácticas de laboratorio.

#### **Indicaciones metodológicas y de organización de la asignatura**

A través de la impartición de esta asignatura debe tenerse presente que el análisis de circuitos no se limita al aspecto matemático (métodos para calcular distintas variables) sino que incluye, como cuestión esencial, la interpretación física de los fenómenos y resultados que se obtienen. Por este motivo, el análisis físico debe estar siempre incluido, aunque explícitamente no se haya resaltado como parte de un objetivo o habilidad determinados.

Esta asignatura se apoya en las Matemáticas, así como en la Física; por lo cual



resulta imprescindible garantizar las coordinaciones horizontales y verticales necesarias. Es beneficioso que se incluyan en la mayor cantidad posible de ejercicios y problemas de aplicación directa en la carrera, con lo cual se le va enseñando al estudiante cómo se aplican en las disciplinas subsiguientes los conocimientos y habilidades circuitales y, por otro lado, se propicia la motivación interna por la profesión. Deben resolverse ejercicios que contengan fuentes tanto independientes como dependientes.

### **Sistema de evaluación**

Para garantizar la consolidación de habilidades se realizará dos tareas de control extraclase (TCE) que considere el cálculo de un circuito eléctrico de cierta complejidad mediante la aplicación de las leyes de Kirchhoff y de los métodos de las corrientes de malla y de las tensiones de nodos, incluyendo la realización del balance de potencias como forma integral de comprobación de los resultados. Con vistas a lograr la mayor independencia de los estudiantes se impondrá una variante (circuito) para cada uno. Este TCE, con contenido de los temas I y II, se dividirá en dos partes: el primero dirigido al cálculo aplicando las leyes de Kirchhoff y el balance de potencia y el segundo mediante la aplicación de los métodos de mallas y nodos.

Forma parte del sistema de evaluación de la asignatura dos pruebas parciales; la primera comprobará las habilidades adquiridas en la simplificación de circuitos mediante transformaciones sucesivas y la aplicación de los teoremas de superposición, Thevenin y Norton y la segunda abordará las habilidades de cálculo de procesos transitorios de circuitos ramificados de primer orden. Como parte de las evaluaciones frecuentes deben incluirse preguntas escritas, fundamentalmente en las clases prácticas, sobre los distintos tópicos que progresivamente se imparten.

Resulta provechoso estimular a los mejores estudiantes mediante la realización de exámenes de premio, cuya sistematización debe llevarse a cabo. Las prácticas de laboratorio de la asignatura estarán dirigidas a comprobar los elementos teóricos abordados en las conferencias y clases prácticas. Se aprovecharán al máximo las potencialidades del equipamiento existente, para lo cual se podrán programar



actividades optativas fuera del tiempo establecido por este programa. Es obligatoria la realización de las 6 prácticas previstas en el programa. En todas las prácticas de laboratorio los estudiantes simularán los circuitos objeto de estudio. (OLIVEIRA, 1988)

### **Bibliografía de la asignatura**

#### **Básica**

1. Engineering Circuit Analysis. Hayt and Kemmerly. Ediciones del MES, C. Habana, 1980. 2 tomos, 653 pág.

#### **Complementaria**

2. Fundamentos de la Teoría de Circuitos I. Américo Montó y otros. Pueblo y Educación. 1989. 286 pág.
3. "Electric Circuits". Mahmood Nahvi. Mc. Graw- Hill. Schaum's Outline Series. Edic. 2003.
4. Guía de prácticas de laboratorios. Fichero Cirlab en el sitio WEB de la disciplina de Circuitos Eléctricos y Mediciones.

En la estructura de la asignatura el objetivo se plantea para que el estudiante se apropie de las habilidades y conocimientos, capacidades, convicciones y sentimientos para actuar en un contexto social en una época determinada; por lo que se convierte en el encargo social ya que en el objetivo se concreta la necesidad que tiene la sociedad de preparar profesionales con alta calificación, instruidos y capaces de enfrentarse a los retos del desarrollo que el desarrollo impone; sin embargo como se puede apreciar en el diseño del programa de la asignatura la concepción de los objetivos no tienen un carácter formativo que es lo que se demanda por la sociedad en las condiciones actuales, nótese que en el tema 1 se formulan 10 objetivos, en el tema 2 tiene 16 y 14 en el tema 3, lo que hace que los contenidos del aprendizaje se dispersen y sea insuficiente el carácter formador de estos en el proceso docente-educativo.

### **1.3. Caracterización de la asignatura de Circuito Eléctrico II**

Esta al igual que Circuito Eléctrico I pertenece a la disciplina Circuitos Eléctricos y Mediciones Eléctricas de la Facultad de Metalurgia-Electromecánica en el departamento de Eléctrica, cuenta con un fondo de tiempo de 64 horas,



distribuidas en las diferentes formas de enseñanza y se imparte en el curso diurno en el II Semestre del segundo año de la carrera y su evaluación final se realiza mediante examen final escrito.

El programa que se imparte en la actualidad se estructura como sigue:

**Asignatura:** Circuitos Eléctricos II

**Carrera:** Ingeniería Eléctrica

**Tiempo total:** 64 h.

### **Objetivos de la asignatura**

#### **Objetivo general**

- Analizar circuitos eléctricos de corriente alterna mediante la aplicación de diferentes métodos de cálculo y con el empleo de la computación.

#### **Objetivos educativos**

1. Manifestar en sus actividades de estudio e investigación los más altos valores de nuestra sociedad: responsabilidad, incondicionalidad, honestidad, modestia, desinterés, patriotismo y el conjunto de valores compartidos del ISMMANJ.
2. Trabajar en forma organizada e independiente, o en colectivos autoinformándose y siendo capaces de orientarse y adaptarse a situaciones nuevas, sentir la necesidad de estudiar y superarse constantemente.
3. Poseer una formación integral, teórico-práctica, científico-técnica y estética de carácter profesional que le permita de forma independiente resolver las tareas que les plantee la sociedad, desarrollando además la capacidad de adquirir conocimientos por ellos mismos.
4. Utilizar el idioma español con eficiencia en su forma oral y escrita, a través del oficio adquirido por medio de las respuestas a preguntas, elaboración y defensa de informes bien estructurados.

#### **Objetivos instructivos**

1. Analizar circuitos eléctricos lineales, en estado estable, en régimen de corriente alterna, monofásicos (que pueden incluir inductancia mutua) y trifásicos.
2. Analizar circuitos en estado transitorio, con estímulo de corriente alterna.
3. Analizar circuitos resonantes serie, paralelo y serie - paralelo.





4. Analizar circuitos magnéticos en régimen de corriente directa.
5. Analizar cuadripolos lineales sencillos.

### **Sistema de conocimientos**

Definiciones básicas del método fasorial. Leyes de Kirchhoff en régimen de CA. Ley de Ohm en forma compleja para elementos R, L y C, impedancia, admitancia, reactancia, susceptancia, dependencia con la frecuencia. Circuitos serie, paralelo y serie-paralelo en régimen de CA, diagramas fasoriales. Ley de Ohm para un dipolo pasivo arbitrario, circuitos equivalentes serie y paralelo, dependencia con la frecuencia. Métodos generales y teoremas en CA. Potencia en un dipolo en régimen sinusoidal. Potencia activa, reactiva, aparente y aparente compleja. Factor de potencia. Mejoramiento del factor de potencia.

Máxima transferencia de potencia. Definiciones básicas sobre los circuitos trifásicos. Circuitos trifásicos conectadas en delta y en estrella, balanceados y desbalanceados. Cargas trifásicas en paralelo, balanceadas y desbalanceadas. Potencias en circuitos trifásicos. Concepto de frecuencia compleja Resonancia en circuitos eléctricos, propiedades de los circuitos resonantes serie, paralelo y serie-paralelo. Circuitos con inducción mutua. Análisis fasorial de los circuitos con inductancia mutua.

El transformador y sus aplicaciones (transformadores ideal y lineal). Circuitos magnéticos en estado estable. Leyes de Ohm y de Kirchhoff de los circuitos magnéticos. Cálculos de flujo magnético y de fuerza magnetomotriz. Concepto de cuadripolo. Simetría y reciprocidad. Clasificación de los cuadripolos. Ecuaciones básicas de los cuadripolos y relaciones de transferencia.

### **Sistema de habilidades**

1. Aplicar el método fasorial al análisis de circuitos de corriente alterna lo cual conlleva: Cálculos de impedancias y admitancia, trazado de diagramas fasoriales, simplificaciones y transformaciones, así como la aplicación de los teoremas de Thevenin y superposición y los métodos generales de análisis fasorialmente.



2. Aplicar el método fasorial al análisis de circuitos trifásicos, balanceados y desbalanceados, en delta y en estrella, incluyendo el caso de cargas trifásicas en paralelo.
3. Calcular e interpretar los procesos de transferencia de potencia en circuitos de corriente alterna monofásicos y trifásicos.
4. Aplicar el método clásico al análisis de procesos transitorios en circuitos de primer orden, estimulados sinusoidalmente.
5. Aplicar el concepto y las propiedades de los circuitos resonantes al análisis de redes RLC serie, paralelo y serie - paralelo.
6. Aplicar las leyes de Ohm Kirchhoff fasorialmente al análisis de circuitos con inductancia mutua.
7. Aplicar las leyes de Ohm y Kirchhoff d los circuitos magnéticos al análisis de los mismos teniendo en cuenta su carácter no lineal.
8. Aplicar fasorialmente los métodos de análisis de circuitos al cálculo de parámetros y otras características de cuadripolos lineales sencillos.

**La distribución del contenido por formas de enseñanza se muestra en la Tabla 2**

El tema es la unidad organizativa del proceso docente-educativo y asegura, en su desarrollo, un objetivo concreto. Esto implica la formación de una habilidad en los alumnos.

**Tabla 2.**

*Distribución por formas de enseñanza*

No.	Temas	Horas por actividades				Total
		C	CP	L	S	
1	Régimen sinusoidal en los circuitos eléctricos lineales.	8	8	6	0	22
2	Fenómenos de resonancia.	2	2	2	0	6
3	Circuitos trifásicos.	4	6	2	0	12
4	Circuitos con inductancia mutua y circuitos magnéticos.	6	4	2	2	14
5	Cuadripolos.	4	4	2	0	10
<b>Total</b>		24	24	14	2	64

El tipo de clase a desarrollar en cada tema se deberá desarrollar en correspondencia con el objetivo del mismo, la habilidad a formar y los conocimientos a asimilar por parte de los estudiantes. El tiempo para el desarrollo



de un tema debe garantizar la formación de la habilidad y el logro del objetivo; de lo que se infiere que tanto la tipología de clases será la que se corresponda con la formación de la habilidad por lo que deben primar aquellas formas que posibilitan que sea el alumno el que esté la mayor parte del tiempo laborando y garantice la formación de dicha habilidad, de ahí que en la concepción de la asignatura como se puede apreciar el 37,5 % del fondo de tiempo corresponde a conferencias que permiten orientar la actividad independiente de los estudiantes hacia el logro de la habilidad declarada en el programa, por lo que el 62,5 % corresponde a actividades prácticas.

### **Contenidos por temas**

#### **Tema 1. Régimen sinusoidal en los circuitos eléctricos lineales**

##### **Objetivos instructivos**

1. Conocer las definiciones básicas de las funciones sinusoidales
2. Familiarizarse con el álgebra de números complejos.
3. Conocer el concepto y significado de fasor como una magnitud asociada a una función sinusoidal.
4. Familiarizarse con la metodología de construcción de los diagramas fasoriales.
5. Conocer las características volt-ampere y de potencia de cada uno de los elementos R, L y C ante la presencia de un estímulo cosinusoidal.
6. Familiarizarse con la ley de Ohm en forma compleja.
7. Reconocer las peculiaridades de la aplicación de las leyes de Kirchhoff y los métodos generales y teoremas en forma fasorial.
8. Identificar las diferentes formas de la potencia en el régimen sinusoidal.
9. Conocer el concepto de factor de potencia y su gran importancia desde el punto de vista del ahorro de energía en el sector residencial e industrial.
10. Familiarizarse con las peculiaridades del análisis de los procesos transitorios en régimen sinusoidal.
11. Determinar magnitudes básicas de las funciones cosinusoidales.
12. Calcular circuitos simples de corriente alterna aplicando las leyes de Ohm.
13. Trazar diagramas vectoriales de tensión y corriente.
14. Calcular potencia en circuitos RLC ramificados.



15. Calcular factor de potencia en circuitos eléctricos.
16. Mejorar factor de potencia de circuitos eléctricos.
17. Calcular circuitos de corriente alterna ramificados aplicando las leyes de Kirchhoff.
18. Calcular circuitos de corriente alterna ramificados aplicando los teoremas y métodos generales.
19. Calcular procesos transitorios en circuitos de corriente alterna.
20. Investigar experimentalmente a través de la medición de tensión, corriente, factor de potencia y desfasaje las propiedades de los elementos R, L y C de un circuito estimulado con corriente alterna y directa.
21. Investigar experimentalmente a través de la medición de tensión, corriente, factor de potencia y desfasaje las propiedades de circuitos RL y RC serie y paralelo de corriente alterna.
22. Investigar experimentalmente a través de la medición de tensión, corriente y factor de potencia y desfasaje las propiedades de un circuito RLC serie y paralelo de corriente alterna.

### **Sistema de conocimientos**

Definiciones básicas del método fasorial. Leyes de Kirchhoff en régimen de CA. Ley de Ohm en forma compleja para elementos R, L y C, impedancia, admitancia, reactancia, susceptancia, dependencia con la frecuencia. Circuitos serie, paralelo y serie-paralelo en régimen de CA, diagramas fasoriales. Ley de Ohm para un dipolo pasivo arbitrario, circuitos equivalentes serie y paralelo, dependencia con la frecuencia. Métodos generales y teoremas en CA. Potencia en un dipolo en régimen sinusoidal. Potencia activa, reactiva, aparente y aparente compleja. Factor de potencia. Mejoramiento del factor de potencia. Máxima transferencia de potencia; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 6**.

### **Tema 2. Fenómenos de resonancia**

#### **Objetivos instructivos**

1. Familiarizarse con los conceptos básicos de la resonancia.
2. Calcular circuitos eléctricos en resonancia.



3. Investigar experimentalmente el circuito resonante RLC serie.

### **Sistema de conocimientos**

Resonancia en circuitos eléctricos, propiedades de los circuitos resonantes serie, paralelo y serie-paralelo; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 7**.

### **Tema 3. Circuitos trifásicos**

#### **Objetivos instructivos**

1. Identificar las conexiones delta y estrella de fuentes y cargas en circuitos trifásicos.
2. Familiarizarse con las relaciones principales entre tensión y corriente en las conexiones delta y estrella de circuitos trifásicos.
3. Conocer las peculiaridades del análisis de la potencia en circuitos trifásicos y los métodos usados para su medición.
4. Calcular tensión, corriente y potencia en circuitos trifásicos conectados en estrella y en delta
5. Calcular tensión, corriente y potencia en circuitos trifásicos conectados en estrella y en delta, incluyendo casos de cargas paralelas.
6. Determinar el factor de potencia en circuitos trifásicos.
7. Calcular banco de capacitores para el mejoramiento del factor de potencia en circuitos trifásicos.
8. Investigar experimentalmente mediante la medición de tensión, corriente y potencia, las propiedades de un circuito trifásico conectado en delta y en estrella, balanceado y desbalanceado, y en el caso de la estrella con neutro y sin neutro.

### **Sistema de conocimientos**

Definiciones básicas sobre los circuitos trifásicos. Circuitos trifásicos conectadas en delta y en estrella, balanceados y desbalanceados. Cargas trifásicas en paralelo, balanceadas y desbalanceadas. Potencias en circuitos trifásicos; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 8**.



## Tema 4. Circuitos con inductancia mutua y circuitos magnéticos

### Objetivos instructivos

1. Conocer las definiciones básicas de los circuitos con acoplamientos magnéticos.
2. Familiarizarse con las peculiaridades de la aplicación de las leyes de Kirchhoff y del método de las corrientes de mallas a circuitos con inductancia mutua.
3. Familiarizarse con las peculiaridades del análisis de circuitos magnéticos.
4. Identificar las leyes de Ohm y de Kirchhoff para los circuitos magnéticos.
5. Determinar en circuitos simples acoplados magnéticamente tensión, corriente, marcas de polaridad y diagramas fasoriales.
6. Calcular circuitos con inductancia mutua ramificados a través del método de las corrientes de mallas.
7. Analizar circuitos magnéticos sencillos (partiendo de  $\phi$  calcular NI).
8. Investigar experimentalmente mediante la medición de tensión, corriente y desfase las propiedades de un circuito con inductancia mutua conectado en serie y paralelo, concordante y en oposición.
9. Interpretar el comportamiento de dos inductancias conectadas en serie y paralelo, concordante y en oposición
10. Exponer los resultados de la investigación bibliográfica sobre las características del transformador (ideal y lineal) y sus aplicaciones.

### Sistema de conocimientos

Circuitos con inducción mutua. Análisis fasorial de los circuitos con inductancia mutua. El transformador y sus aplicaciones (transformadores ideal y lineal).

Circuitos magnéticos en estado estable. Leyes de Ohm y de Kirchhoff de los circuitos magnéticos. Cálculos de flujo magnético y de fuerza magnetomotriz; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo**

**9.**



## Tema 5. Cuadripolo

### Objetivos instructivos

1. Familiarizarse con el concepto de cuadripolo, así como con sus parámetros fundamentales.
2. Identificar las ecuaciones básicas que caracterizan al cuadripolo.
3. Conocer las propiedades de los cuadripolos recíprocos y simétricos.
4. Identificar la influencia de las condiciones de carga sobre las características de entrada, salida y de transferencia de un cuadripolo.
5. Calcular distintos tipos de matrices (parámetros) de cuadripolos.
6. Determinar el comportamiento externo del cuadripolo para condiciones de cargas distintas.
7. Investigar experimentalmente, a través de la medición de tensión, corriente y desfase, algunos de los parámetros fundamentales de un cuadripolo tipo T y tipo  $\Pi$ .

### Sistema de conocimientos

Concepto de cuadripolo. Simetría y reciprocidad. Clasificación de los cuadripolos. Ecuaciones básicas de los cuadripolos y relaciones de transferencia; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestran en el **Anexo 10**.

La distribución de las actividades de la asignatura (P-0) se muestra en el **anexo 11**.

### Sistema de valores

Mediante las actividades instructivas, se trabajará de forma tal que se logre desarrollar y consolidar en los estudiantes el conjunto de valores éticos y morales que deben caracterizar a un joven universitario en nuestra sociedad. Dichos valores incluirán los valores compartidos del ISMMANJ y serán desarrollados a partir de dos valores fundamentales:

- Sentido de la responsabilidad.
- Sentido de pertenencia a la carrera.

El sistema de evaluación de la asignatura se muestra en el **anexo 12**.



## **Derivación de las estrategias curriculares a la asignatura**

### **Estrategia curricular de Formación Económica**

Interpretar las terminologías eléctricas (corriente, voltaje, potencia, balance de potencias, consumo, pérdidas, etc.) y su vinculación con aspectos económicos y de eficiencia de un determinado circuito eléctrico.

### **Estrategia curricular de idioma inglés y lengua materna**

- Reconocer terminologías eléctricas fundamentales presentes en los circuitos eléctricos.
- Utilizar bibliografía especializada (Texto: Engineering Circuits Analysis).
- Escribir pequeños resúmenes en la tarea extraclase e informes de prácticas de laboratorios.

### **Estrategia curricular de computación**

- Utilizar softwares profesionales para la solución de sistemas de ecuaciones lineales en el trabajo de control extraclase.
- Aplicar softwares profesionales (priorizando MATLAB) en la simulación de circuitos eléctricos en el trabajo extraclase y las prácticas de laboratorio.
- Está dirigido hacia la explotación de paquetes de softwares (fundamentalmente Workbench y Matlab), para el cálculo y simulación de circuitos eléctricos de cierto nivel de complejidad.

## **Indicaciones metodológicas y de organización de la asignatura**

### **Análisis de la asignatura dentro del sistema y carrera**

Esta asignatura proporciona métodos de cálculos y contenidos necesarios para otras asignaturas básico-específicas y de la especialidad: su contenido permite la introducción de importantes teorías básicas para las disciplinas de:

Electrónica, Máquinas Eléctricas, Automatización, Mediciones Eléctricas y Sistemas Eléctricos. Se integra horizontalmente con Máquinas Eléctricas I, Mediciones Eléctricas I y II, Electrónica I y II, Electrónica Digital e Ingeniería Eléctrica. Se integra en el plano vertical con las asignaturas Física II (Electricidad y magnetismo), Matemática I y IV (Integrales y derivadas, ecuaciones diferenciales, matrices, transformada de Laplace y variables complejas), Métodos Numéricos (Interpolación y ajuste de curvas), Inglés (Con el contenido que le permita utilizar





bibliografía especializada en idioma inglés), Simulación (Paquetes de software Workbench y Matlab), Circuitos Eléctricos I (Con todo su contenido), e Ingeniería Eléctrica I y II (Habilidades en el manejo de instrumentación eléctrica).

Es beneficioso que se incluyan en la mayor cantidad posible de ejercicios y problemas de aplicación directa en la carrera, con lo cual se le va enseñando al estudiante cómo se aplican en las disciplinas subsiguientes los conocimientos y habilidades circuitales y, por otro lado, se propicia la motivación interna por la profesión.

El sistema de evaluaciones dos pruebas parciales. La primera comprobará las habilidades adquiridas en la simplificación de circuitos mediante transformaciones sucesivas y la aplicación de los teoremas de superposición, Thevenin y Norton. El segundo abordará las habilidades de cálculo de procesos transitorios de circuitos ramificados primer orden.

Como parte de las evaluaciones frecuentes deben incluirse preguntas escritas, fundamentalmente en las clases prácticas, sobre los distintos tópicos que progresivamente se imparten. Resulta provechoso estimular a los mejores estudiantes mediante la realización de exámenes de premio, cuya sistematización debe llevarse a cabo. Las prácticas de laboratorio de la asignatura estarán dirigidas a comprobar los elementos teóricos abordados en las conferencias y clases prácticas.

Se aprovecharán al máximo las potencialidades del equipamiento existente, para lo cual se podrán programar actividades optativas fuera del tiempo establecido por este programa. Es obligatoria la realización de las 7 prácticas previstas en el programa. En todas las prácticas de laboratorio los estudiantes simularán los circuitos objeto de estudio.

### **Bibliografía de la asignatura.**

#### **Básica**

- 1- "Análisis de Circuitos en Ingeniería" Hayt and Kemmerly. McGraw- Hill/ Interamericana de México. Edición 1993. Traducido de la quinta edición de "Engineering Circuits Analysis" Hayt and Kemmerly.



## Complementaria

- 2- Engineering Circuit Analysis. Hayt and Kemmerly. Ediciones del MES, C. Habana, 1980. 2 tomos, 653 pág.
- 3- Fundamentos de la Teoría de Circuitos I. Américo Montó y otros. Pueblo y Educación. 1989. 286 pág.
- 4- Fundamentos de la Teoría de Circuitos II. Esperanza Ayllón y otros. Ediciones del MES, 1984, 620 págs.
- 5- "Electric Circuits". Mahmood Nahvi. Mc. Graw- Hill. Schaum's Outline Series. Edic. 2003.
- 6- Guía de prácticas de laboratorios. Fichero Cirlab en el sitio WEB de la disciplina de Circuitos Eléctricos y Mediciones.

En la estructura de la asignatura el objetivo se plantea para que el estudiante se apropie de las habilidades y conocimientos, capacidades, convicciones y sentimientos para actuar en un contexto social en una época determinada; por lo que se convierte en el encargo social ya que en el objetivo se concreta la necesidad que tiene la sociedad de preparar profesionales con alta calificación, instruidos y capaces de enfrentarse a los retos del desarrollo que el desarrollo impone; sin embargo como se puede apreciar en el diseño del programa de la asignatura la concepción de los objetivos no tienen un carácter formativo que es lo que se demanda por la sociedad en las condiciones actuales, nótese que en el tema 1 se formulan 22 objetivos, en el tema 2 tiene 3, en el tema 3 con 8 en el tema 4 tiene 10 y 7 en el tema 5, lo que hace que los contenidos del aprendizaje se dispersen y sea insuficiente el carácter formador de estos en el proceso docente-educativo.

Del análisis anterior se puede concluir al decir de (Álvarez de Zaya, 1999) que el curriculum constituye el plan de acción para la formación del profesional, a partir del cual se organiza, dirige, ejecuta y controla el proceso de enseñanza-aprendizaje, para la formación de los recursos humanos que requiere la sociedad, teniendo en cuenta las necesidades del contexto social y los intereses y motivaciones de los actores principales del proceso" p.5.



De lo que se desprende que el programa, como plan integrado, considera los elementos necesarios para el proceso de enseñanza-aprendizaje estos son: los objetivos, contenidos, habilidades y la evaluación, sin embargo, los actuales programas no consideran la formulación de los objetivos en correspondencia con las nuevas tendencias en la enseñanza de aprender-haciendo sobre la base de la formulación de objetivos formativos que considere como elemento esencial la orientación y control del trabajo independiente de los estudiantes, de ahí la necesidad de considerar en el nuevo plan de estudios la manera de formulación de los objetivos a partir de la habilidad que se quiera crear en el estudiante de manera que considere los siguientes aspectos: habilidad-el medio o método para lograrlo y el fin que se persigue en la solución de un problema práctico.

### **Conclusiones del capítulo**

Como se ha podido apreciar en el presente capítulo se realizó el análisis de las asignaturas que integran la Disciplina Circuitos Eléctricos y Mediciones, centrada en las asignaturas de Circuitos lo que permitió identificar algunas insuficiencias presentes en estas en lo fundamental lo referido a la concepción de objetivos formativos que viabilicen el proceso de enseñanza instructivo y desarrollador en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.



## Capítulo II. Análisis y propuesta de las asignaturas para Plan E

En este capítulo se muestra un análisis de los trabajos precedentes, los cuales sientan las bases para el perfeccionamiento de las asignaturas. Se analiza la estructura del Plan D y de esta forma realizar una propuesta para definir la estructura de las asignaturas en el Plan E. También se incluye el uso de las TICs para lograr un mejor índice de aprendizaje en los estudiantes y facilitar su estudio en las asignaturas adaptadas al nuevo plan de estudios.

### 2.1. Análisis de trabajos precedentes

- En la tesis “Actualización y perfeccionamiento de las prácticas de laboratorio de la disciplina de Circuitos Eléctricos”. Autores: Manuel Alejandro Soler Sánchez y Yosvanis George Hernández Rojas, Moa, junio de 2009, se realizó un diseño metodológico de las asignaturas Circuitos Eléctricos I, II y III pertenecientes a la disciplina de Circuitos Eléctricos, se hizo la distribución por temáticas de estas asignaturas, y su división en conferencias, clases prácticas, seminarios y laboratorios para una mejor adquisición de conocimientos y habilidades; se perfeccionó y actualizó las guías de laboratorios existentes ajustándolas al plan D. También se analizó las potencialidades del nuevo equipamiento de laboratorio y se llevó a cabo su implementación. Sin embargo, no aplica métodos ni herramientas como las TICs para el desarrollo del conocimiento y aprendizaje del estudiante. (Rojas, 2009)
- En la tesina “Aportes de las guías didácticas al sistema de educación superior”. Autor: Yumisleidys Sánchez Sánchez, Moa, junio de 2011, se elaboró la implementación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), como nueva herramienta educativa en nuestras universidades, donde refleja el avance de la denominada, sociedad de la información, junto a las nuevas habilidades que deben adquirir los educandos, de innovación y creatividad. De manera que se crean impactos que derivan en asumir nuevas competencias tecnológicas, formándose a su vez una escuela paralela necesitada de información continua, lo que requiere de nuevos entornos de aprendizaje virtual. No explica la manera



del estudiante interactuar con el material didáctico en formato web. (Sánchez, 2011)

- En la tesina “Aportes de las guías Didácticas a la asignatura Circuitos Eléctricos III”. Autor: Elieski Cruz Martínez, Moa, junio 2012, se muestra la confección de la guía didáctica de estudio de la asignatura Circuitos Eléctricos III para la carrera de Ingeniería Eléctrica, apoyado en el uso adecuado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para que los estudiantes adquieran el conocimiento y las habilidades necesarias para vencer el curso satisfactoriamente y graduarse como profesionales eficientes. No expone un ejemplo práctico para que el estudiante se familiarice con el contenido de la guía. (E. C. Martínez, 2012)
- En la tesis “Propuesta de un software para desarrollar laboratorios virtuales en tercer año de la carrera”. Autor: Yordanis García Martínez, junio del 2014, se desarrolla un software para realizar con mayor eficiencia los Laboratorios Virtuales, con el propósito de resolver tareas de las diferentes asignaturas y facilitar el aprendizaje de los estudiantes, donde se elabora una herramienta compatible con la plataforma de MATLAB. No se llegó a completar el software para todas las asignaturas seleccionadas. (Y. G. Martínez, 2014)

## **2.2. Análisis crítico de las asignaturas en Plan Estudio D**

En la estructura del Plan D es excesivo el fondo de tiempo utilizado en las diferentes formas de enseñanza (C, S, CP, L), lo que trae consigo que en muchas ocasiones se repitan contenidos en las asignaturas; por ejemplo, en la asignatura Circuito Eléctrico I, en el Tema 1 se dedican seis conferencias, seis clases prácticas y dos laboratorios al estudio de los conceptos básicos, las leyes de Kirchhoff, transformaciones elementales así como divisores de tensión y corriente; y en el Tema 2, seis conferencias, dieciséis clases prácticas y cuatro laboratorios al estudio de los métodos de análisis de circuitos como, corriente de malla, tensiones de nodos, Superposición, Thevenin y Norton. Para luego ser retomados en los Circuitos Eléctricos II en el Tema 1 esta vez aplicándolos en corriente alterna utilizándolo ocho conferencias, ocho clases prácticas y seis laboratorios.



Solo añadiéndole la dificultad de los números complejos, lo que trae consigo que se emplee mayor tiempo en el desarrollo de las conferencias, lo que provoca que se reduzca el destinado para el desarrollo de actividades prácticas que son las que inciden en la adquisición por lo estudiantes de las habilidades declaradas en el programa; lo cual es factible impartir en una asignatura que posibilite emplear mayor tiempo en actividades prácticas (Navarro, 2012).

Como se aprecia anteriormente en el análisis de trabajos precedentes se identificaron carencias en el Plan de Estudio D en consonancia con el avance en el uso de las tecnologías que se evidencia en el país, tal es el caso de la escasa aplicación de métodos y herramientas como las TICs para el desarrollo del conocimiento y aprendizaje del estudiante, lo cual puede favorecer esta reducción de tiempo, que puede sustentarse en su uso como herramienta para el logro de una mayor facilidad en la comprensión de los contenidos impartidos en clases, el desarrollo de habilidades profesionales y la apropiación de los contenidos en el estudio y el trabajo independiente de los estudiantes (Lombardía, S/A).

Por lo que a partir del análisis realizado se diseñó una propuesta de Programa de las asignaturas sustentado en la utilización de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TICs) como vía para facilitar el trabajo y estudio independiente de los estudiantes (Vittadini, 1995).

### **2.3. Propuesta para las asignaturas en el Plan de estudios E**

#### **Fundamentación de las asignaturas de Circuito Eléctrico I y II para el Plan E**

Las investigaciones realizadas en la Educación Superior cubana, la nueva realidad educacional y social, los factores del entorno internacional y los adelantos en la ciencia y la técnica que han hecho cada vez más masiva el uso de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones, imponen un cambio en los planes de estudio, por lo que la carrera de Ingeniería Eléctrica transitará en el curso 2019-2020 del Plan D al Plan E (MES, 2018) el que "responde a las demandas del nivel internacional para un egresado de esta carrera y lo establecido en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en los 6to y 7mo Congresos del Partido Comunista de Cuba y refrendados en la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP),



asociados al desarrollo energético y científico en Cuba, donde se establece el carácter estratégico de este sector” p.8 por lo que sustentado en ello se realiza la propuesta para las asignaturas de Circuitos Eléctricos para el Plan E (MES, 2018a).

En la Resolución No. 2/2018 del Ministerio de Educación Superior se aprueba el Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior, (MES, 2018b) publicado en la Gaceta Oficial de la República de Cuba No. 25 Ordinaria de 21 de junio de 2018, este en el Capítulo I en las Generalidades en el plantea en su “ARTÍCULO 1: La formación de los profesionales de nivel superior es el proceso que, de modo consciente y sobre bases científicas, se desarrolla en las instituciones de educación superior para garantizar la preparación integral de los estudiantes universitarios, que se concreta en una sólida formación científico-técnica, humanística y de altos valores ideológicos, políticos, éticos y estéticos, con el fin de lograr profesionales revolucionarios, cultos, competentes, independientes y creadores, para que puedan desempeñarse exitosamente en los diversos sectores de la economía y de la sociedad en general” p.648; en la Sección segunda artículo 13 establece la modalidad presencial para el curso diurno y en la Sección Tercera hace referencia al Plan de estudios, abordando en el Capítulo II lo referido al trabajo metodológico en la carrera, disciplinas, asignaturas y años, aspectos en los que se sustenta la propuesta para las asignaturas Circuitos Eléctricos I y II, en lo fundamental los artículos 31, 128, 130, 132, 135, y 168 de la evaluación del aprendizaje (MES, 2018b).

Para el desarrollo de estas asignaturas se proponen un total de 66 para Circuitos Eléctricos I y 64 para la II, centrándose la propuesta en Circuitos I ya que los contenidos de Circuitos Eléctricos III se mantienen en la II; del total de horas de la disciplina restan 46 horas para la asignatura Mediciones, la cual tampoco es objeto práctico en el presente trabajo.

### **Propuesta del Programa Analítico de la asignatura Circuitos Eléctricos I**

En el Plan de Estudio E comenzará a impartirse las asignaturas de la Disciplina Circuitos Eléctricos y Mediciones en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Metalurgia-Electromecánica en el Instituto Superior Minero



Metalúrgico de Moa, integrada por 3 asignaturas, ellas son: Circuitos Eléctricos I, II y Mediciones Eléctricas, que se imparten en el Curso Diurno, centrándose la caracterización en las asignaturas de Circuitos Eléctricos, las cuales están diseñadas en esta propuesta de la siguiente manera:

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**UNIVERSIDAD DE MOA**  
**FACULTAD DE METALURGIA Y ELECTROMECAÁNICA**  
**CURSO 2019-2020**

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**PLAN DE ESTUDIO "E"**

**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DISCIPLINA: CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

**MODALIDAD: PRESENCIAL**

**ASIGNATURA: CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**

**TIEMPO TOTAL: 66 h**

**AÑO: 2DO**

**SEMESTRE: PRIMERO**

**Problema**

Necesidad de garantizar la generación, acumulación, el transporte, la distribución y el consumo de la energía eléctrica de manera eficiente, confiable y con calidad, en correspondencia con las demandas de la sociedad y protegiendo el medio ambiente

**Objeto**

Conjunto de los medios técnicos (equipos, instalaciones y sistemas) empleados en la generación, acumulación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

<b>Asignatura</b>	<b>Año</b>	<b>Semestre</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Horas</b>
Circuitos Eléctricos I	2do	1	Propia	66





## **Fundamentación de la asignatura**

La formación de los profesionales de la ingeniería eléctrica, necesita de un enfoque práctico que integre los conocimientos y habilidades necesarias para que el estudiante se apropie de los principales métodos de análisis de circuitos eléctricos, utilizando la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff se presentan un conjunto de herramientas analíticas que acompañaran el desempeño del estudiante durante toda su vida profesional; por ello no solo aborda el análisis de circuitos eléctricos sino además el diseño de configuraciones eléctricas con determinadas prestaciones garantizando el cumplimiento de requerimientos funcionales, por lo que la convierte en uno de los principales pilares de la carrera y lo define en argumento para la organización de la asignatura.

### **Objetivos generales**

1. Analizar circuitos eléctricos lineales, pasivos y activos, en estado transitorio, particularizando en circuitos de primer orden para distintos tipos de estímulos apoyado en el uso de medios de cómputo.
2. Analizar circuitos eléctricos lineales, pasivos y activos en estado estable en los regímenes de corriente directa, alterna, periódico no sinusoidal y aperiódico, apoyado en el uso de medios de cómputo.

### **Objetivos educativos**

1. Manifestar en sus actividades de estudio e investigación los más altos valores de nuestra sociedad: responsabilidad, incondicionalidad, honestidad, modestia, desinterés, patriotismo y el conjunto de valores compartidos del ISMMM.
2. Trabajar en forma organizada e independiente, o en colectivos autoinformándose y siendo capaces de orientarse y adaptarse a situaciones nuevas, sentir la necesidad de estudiar y superarse constantemente.
3. Poseer una formación integral, teórico-práctica, científico-técnica y estética de carácter profesional que le permita de forma independiente resolver las tareas que les plantee la sociedad, desarrollando además la capacidad de adquirir conocimientos por ellos mismos.



4. Utilizar el idioma español con eficiencia en su forma oral y escrita, a través del oficio adquirido por medio de las respuestas a preguntas, elaboración y defensa de informes bien estructurados.

### **Objetivos instructivos**

1. Analizar circuitos resistivos lineales, pasivos y activos, en régimen de corriente directa.
2. Analizar circuitos dinámicos lineales de primer orden, con estímulos constantes, onda cuadrada o rampa.
3. Analizar circuitos eléctricos lineales, en estado estable, en régimen de corriente alterna, monofásicos (que pueden incluir inductancia mutua) y trifásicos.
4. Analizar circuitos resonantes serie, paralelo y serie - paralelo.
5. Analizar circuitos magnéticos en régimen de corriente directa y alterna.
6. Analizar circuitos en estado transitorio, con estímulo de corriente alterna.

### **Sistema de conocimientos**

**Tema 1.** Fundamentación y métodos de análisis en los circuitos eléctricos

**Total de horas:** 34 de ellas    6 C            24CP            4L

### **Objetivos**

1. Analizar circuitos resistivos lineales, pasivos y activos, en régimen de corriente directa.
2. Analizar circuitos dinámicos lineales de primer orden, con estímulos constantes, onda cuadrada o rampa.
3. Analizar circuitos eléctricos lineales, en estado estable, en régimen de corriente alterna, monofásicos (que pueden incluir inductancia mutua) y trifásicos.

### **Sistema de Conocimientos**

Conceptos básicos de circuito eléctrico, sus componentes, corriente, voltaje y potencia. El resistor. Fuentes de voltaje y de corrientes ideales y reales, dependientes e independientes. Leyes de Kirchhoff. Clasificación de los circuitos. Principales propiedades de los circuitos lineales. Ecuaciones de las redes resistivas. Concepto de funciones de entrada y de transferencia. Dualidad en



circuitos resistivos. Transformaciones equivalentes en circuitos resistivos conectados en serie, paralelo. Divisores de voltaje y de corriente.

Transformaciones recíprocas delta-estrella. Transformaciones de fuentes reales. Método de los valores proporcionales. Nociones de Topología aplicada a los circuitos. Métodos de las corrientes de malla y de los voltajes de nodos. Teoremas de los circuitos lineales: Superposición, Thevenin y Norton. Dualidad en redes lineales dinámicas. Propiedades de los elementos almacenadores ideales.

Método clásico para el cálculo de circuitos de primer orden con elementos en serie o paralelo y estímulos de CD y otras formas de ondas relacionadas, frecuencias naturales, propiedades de la respuesta transitoria (Ramirez, 2018). La distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 13**.

### **Temáticas**

1. Aspectos generales y conceptos básicos de los circuitos eléctricos.
2. Fundamentos teóricos del análisis de circuitos mediante la aplicación de las leyes de Ohm y de Kirchhoff.
3. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos simples.
4. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos ramificados, mediante la aplicación de las leyes de Ohm y de Kirchhoff.
5. Realización de balances de potencia en circuitos eléctricos.
6. Selección de instrumentos adecuados para la medición de magnitudes eléctricas.
7. Instalación de circuitos simples de corriente directa y alterna.
8. Interpretación de los resultados de las mediciones en circuitos eléctricos.
9. Fundamentos teóricos del análisis de circuitos eléctricos mediante transformaciones sucesivas.
10. Fundamentos teóricos de los métodos de las corrientes de mallas y potenciales de nodos
11. Fundamentos teóricos de los teoremas de Thevenin, Norton y superposición.
12. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos mediante transformaciones equivalentes.



13. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos mediante la aplicación del método de las corrientes de mallas.
14. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos mediante la aplicación del método de los potenciales de nodos.
15. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos mediante la aplicación del teorema de superposición.
16. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos mediante la aplicación del teorema de Thevenin.
17. Cálculo de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos mediante la aplicación del teorema de Norton.
18. Investigación experimental del comportamiento de las redes resistivas lineales alimentadas con fuentes de corriente directa y alterna.
19. Instalación de circuitos eléctricos con más de una fuente de alimentación.
20. Medición de corrientes, tensiones y potencias en circuitos eléctricos con conexiones serie, paralela y mixta.
21. Comprobación experimental métodos y teoremas en circuitos eléctricos lineales.
22. Interpretación de los resultados de las mediciones realizadas en circuitos eléctricos.
23. Simulación en la computadora circuitos eléctricos.

#### **Sistema de Habilidades:**

1. Aplicar leyes de Ohm y Kirchhoff, los divisores de tensión y de corriente, las simplificaciones y transformaciones de las conexiones serie, paralelo, serie-paralelo, delta y estrella; incluido el retorno al circuito original cuando sea necesario; así como las transformaciones de fuentes al cálculo de tensión, corrientes y potencia en circuitos lineales.
2. Aplicar los métodos generales, así como los teoremas de Thevenin, Norton y de superposición, al análisis de circuitos lineales.
3. Describir el comportamiento de los filtros sencillos (activos y pasivos).  
Aplicaciones prácticas.



4. Aplicar el desarrollo en series de Fourier y el teorema de la Superposición al cálculo de circuitos monofásicos en régimen periódico no sinusoidal.

### **Sistema de valores:**

Dignidad, honestidad, responsabilidad, humanismo, laboriosidad y honradez

### **Sistema de Evaluación del Tema**

Las evaluaciones se realizarán mediante evaluaciones frecuentes en conferencias, clase prácticas y Laboratorios; parciales prueba parcial escrita.

### **Tema 2. Circuitos trifásicos**

**Total de horas:** 10 de ellas    2 C            6CP            2L

### **Objetivo**

Analizar circuitos eléctricos lineales, en estado estable, en régimen de corriente alterna, monofásicos (que pueden incluir inductancia mutua) y trifásicos.

### **Sistema de conocimientos**

Definiciones básicas sobre los circuitos trifásicos. Circuitos trifásicos conectadas en delta y en estrella, balanceados y desbalanceados. Cargas trifásicas en paralelo, balanceadas y desbalanceadas. Potencias en circuitos trifásicos (Ramirez, 2018). La distribución de las actividades por forma de enseñanza se muestra en el **Anexo 14**.

### **Temáticas**

1. Familiarización con las relaciones principales entre tensión y corriente en las conexiones delta y estrella de circuitos trifásicos.
2. Peculiaridades del análisis de la potencia en circuitos trifásicos y los métodos usados para su medición.
3. Identificación de las conexiones delta y estrella de fuentes y cargas en circuitos trifásicos.
4. Cálculo de tensión, corriente y potencia en circuitos trifásicos conectados en estrella y en delta
5. Cálculo de corriente y potencia en circuitos trifásicos conectados en estrella y en delta, incluyendo casos de cargas paralelas.
6. Determinación del factor de potencia en circuitos trifásicos.



7. Cálculo del banco de capacitores para el mejoramiento del factor de potencia en circuitos trifásicos.
8. Investigación experimentalmente mediante la medición de tensión, corriente y potencia, las propiedades de un circuito trifásico conectado en delta y en estrella, balanceado y desbalanceado, y en el caso de la estrella con neutro y sin neutro.

#### **Sistema de Habilidades:**

1. Identificar las conexiones delta y estrella de fuentes y cargas en circuitos trifásicos.
2. Conocer las peculiaridades del análisis de la potencia en circuitos trifásicos y los métodos usados para su medición.
3. Calcular tensión, corriente y potencia en circuitos trifásicos conectados en estrella y en delta
4. Determinar el factor de potencia en circuitos trifásicos.

#### **Sistema de valores:**

Dignidad, honestidad, responsabilidad, humanismo, laboriosidad y honradez

#### **Sistema de evaluación**

Se realizarán mediante evaluaciones frecuentes en conferencia, clases prácticas y Laboratorio y prueba parcial escrita.

#### **Tema 3. Circuitos magnéticos**

**Total de horas:** 12 de ellas    2 C            8CP            2L

#### **Objetivos**

1. Analizar circuitos resonantes serie, paralelo y serie - paralelo.
2. Analizar circuitos magnéticos en régimen de corriente directa y alterna.

#### **Sistema de conocimientos**

Circuitos con inducción mutua. Análisis fasorial de los circuitos con inductancia mutua. Circuitos magnéticos en estado estable. Leyes de Ohm y de Kirchhoff de los circuitos magnéticos. Cálculos de flujo magnético y de fuerza magnetomotriz. Resonancia en circuitos eléctricos, propiedades de los circuitos resonantes serie, paralelo y serie-paralelo; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 15**.



## Temáticas

1. Conceptos básicos de la resonancia.
2. Peculiaridades de la aplicación de las leyes de Kirchhoff en circuitos con inductancia mutua.
3. Definiciones básicas de los circuitos con acoplamientos magnéticos.
4. Peculiaridades del análisis de circuitos magnéticos.
5. Identificación de las leyes de Ohm y de Kirchhoff para los circuitos magnéticos.
6. Determinación en circuitos simples acoplados magnéticamente tensión, corriente, marcas de polaridad y diagramas fasoriales.
7. Análisis de circuitos magnéticos sencillos (partiendo de  $\phi$  calcular NI).
8. Cálculo de circuitos eléctricos en resonancia.
9. Investigación experimental mediante la medición de tensión, corriente y desfase las propiedades de un circuito con inductancia mutua conectado en serie y paralelo, concordante y en oposición.
10. Interpretación del comportamiento de dos inductancias conectadas en serie y paralelo, concordante y en oposición.
11. Investigación bibliográfica sobre las características del transformador (ideal y lineal) y sus aplicaciones.

## Sistema de Habilidades:

1. Aplicar el método fasorial al análisis de circuitos de corriente alterna monofásicos para calcular impedancias y admitancias, trazar diagramas fasoriales aplicarlos métodos generales análisis y los Teorema de Thevenin, Norton y de Superposición.
2. Utilizar los métodos básicos de análisis de circuitos lineales en el cálculo de circuitos con inductancia mutua y aplicar las relaciones del transformador ideal y del transformador lineal.
3. Utilizar los métodos básicos de análisis de circuitos magnéticos.

## Sistema de valores:

Dignidad, honestidad, responsabilidad, humanismo, laboriosidad y honradez



## **Sistema de evaluación**

Se realizarán mediante evaluaciones frecuentes en conferencia, clases prácticas y Laboratorio y prueba parcial escrita.

### **Tema 4. Procesos Transitorios**

**Total de horas:** 10 de ellas    2 C            6CP            2L

### **Objetivo**

Analizar circuitos en estado transitorio, con estímulo de corriente alterna.

### **Sistema de conocimientos**

Procesos transitorios en circuitos de primer orden. (En Corriente Directa y Corriente Alterna). Cálculo de corriente y tensión en circuitos en presencia de procesos transitorios de primer orden en corriente directa y alterna. Investigación experimental de procesos transitorios de primer orden; la distribución de las actividades por formas de enseñanza se muestra en el **Anexo 16**.

### **Temáticas**

1. Peculiaridades del análisis de los procesos transitorios en régimen sinusoidal.
2. Fundamentos teóricos del análisis de circuitos eléctricos de primer orden sencillos en régimen dinámico
3. Fundamentos teóricos del análisis de circuitos eléctricos de primer orden ramificados en régimen dinámico
4. Cálculo de los procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de primer orden estimulados con fuentes de corriente directa.
5. Aplicación del método clásico al análisis de procesos transitorios en circuitos de primer orden, estimulados sinusoidalmente.
6. Investigación experimental del comportamiento de los circuitos de primer orden sencillos RL y RC en régimen transitorio.
7. Simulación del comportamiento de circuitos con elementos R, L, C en régimen transitorio.
8. Interpretación de los gráficos de corriente y tensión como funciones del tiempo en los circuitos que operan en régimen transitorio.





### Sistema de Habilidades:

1. Calcular en el dominio del tiempo mediante el método clásico, e interpretar físicamente procesos transitorios en circuitos lineales simples de primer orden con elementos en serie o paralelo n, a estímulos de corriente directa y ondas rectangulares.

### Sistema de valores:

Dignidad, honestidad, responsabilidad, humanismo, laboriosidad y honradez

### Sistema de evaluación

Se realizarán mediante evaluaciones frecuentes en conferencia, clases prácticas y Laboratorio.

**Tabla 3**

*Distribución de horas por formas de enseñanza*

Tema	Conferencias	Clases Pract	Lab	Total de horas
I	6	24	4	34
II	2	6	2	10
III	2	8	2	12
IV	2	6	2	10
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>66</b>

Como puede observarse la distribución del fondo de tiempo por formas de enseñanza con respecto al Plan D, tiende en mayor medida a la formación de habilidades en los estudiantes a partir del incremento de las actividades prácticas, por lo que el 18.18% del total de horas corresponde a conferencias y el 81.82% clases prácticas, y laboratorios, lo que permite que se apropien de los elementos esenciales declarados en el objeto de la profesión.

En el **Anexo 17** se muestra la distribución de las actividades de la asignatura (P-0)

### Indicaciones metodológica y de organización

El profesor debe propiciar el recordatorio de los aspectos que han sido tratados en asignaturas precedente en lo fundamental Matemática, Física, Ingeniería Eléctrica y Computación, ello ha esto ha de constituir la base para profundizar en el



Conjunto de elementos que caracterizan el desarrollo de la asignatura. Se deben abordar los problemas de análisis y diseño de circuitos eléctricos con soluciones donde se tengan en cuenta aspectos económicos, ambientales, políticos, jurídicos, de beneficio social y los relacionados con la preparación del país para la defensa de su soberanía nacional.

Como parte de las evaluaciones frecuentes deben incluirse preguntas escritas, fundamentalmente en las clases prácticas sobre los distintos tópicos que progresivamente se imparten. La extensión y duración de las mismas deben adecuarse a la materia en particular de que se trate y a los criterios del profesor al respecto.

En las prácticas de laboratorio se debe asegurar el trabajo independiente de los estudiantes y la posibilidad de ejercitar suficientemente las habilidades para el manejo de los instrumentos y el análisis de los resultados. Estas se impartirán de acuerdo a la disponibilidad de medios de medición.

La orientación del estudio independiente debe estar acorde con los objetivos de la asignatura y propiciar la participación activa y el trabajo independiente y su debido control.

Como parte del proceso se deberá estimular a los estudiantes a la realización de exámenes de premio.

Como apoyo al proceso se utilizarán los videos tutoriales de la siguiente manera:

❖ **Tema 1**

• **Conferencia 1. Conceptos básicos de Circuitos Eléctricos**

**Video:** Conceptos básicos

**Video:** Corriente alterna

**Video:** Elementos pasivos (Resistencia, Inductor y Capacitor)

**Video:** Elementos activos (Fuentes)

**Video:** Impedancia (Elementos pasivos)

**Video:** Potencia activa, reactiva, aparente y factor de potencia

• **Conferencia 2. Transformaciones elementales y divisor de corriente y tensión**

**Video:** Nociones topológicas



**Video:** Transformación de fuentes

**Video:** Divisor de corriente y de tensión

- **Conferencia 3. Métodos de análisis de circuitos eléctricos**

**Video:** Leyes de Kirchhoff

**Video:** Tensiones de Nodos y Corrientes de Malla

**Video:** Teoremas de Superposición, Thevenin y Norton.

❖ **Tema 2**

- **Conferencia 4. Circuitos Trifásicos**

**Video:** Circuitos Trifásicos

❖ **Tema 3**

- **Conferencia 5: Circuitos magnéticos**

**Video:** Inductancia mutua

**Video:** Resonancia

❖ **Tema 4**

- **Conferencia 6: Procesos transitorios**

**Video:** Procesos Transitorios

Siendo esta la distribución de los videos tutoriales en la propuesta para el Plan de Estudio E. Y dejando saber que para futuras modificaciones facilita el proceso gracias a la forma en la que están conformado los videos.

### **Sistema de valores**

Mediante las actividades instructivas, se trabajará de forma tal que se logre desarrollar y consolidar en los estudiantes el conjunto de valores éticos y morales que deben caracterizar a un joven universitario en nuestra sociedad. Dichos valores incluirán los valores compartidos del ISMMANJ y serán desarrollados a partir de dos valores fundamentales:

1. Sentido de la responsabilidad
2. Sentido de pertenencia a la carrera.

### **Sistema de evaluación.**

La asignatura se evaluará a través de la asistencia y participación de los estudiantes en las actividades de evaluación sistemática en las conferencias, clases prácticas y Laboratorios como evaluaciones frecuentes que se constituirán



unido a la PP en cortes parciales de la situación docente de los estudiantes y base para el desarrollo de la clase-consulta para la evaluación parcial de los objetivos de la asignatura.

Se realizará evaluación final escrita, la cual estará condicionada al cumplimiento de los requisitos de asistencia y consecución de los objetivos generales y específicos de la asignatura, de las habilidades declaradas en el programa y sus capacidades para integrar contenidos de otros años y disciplinas y de las estrategias curriculares.

### **Bibliografía de la asignatura**

#### **Básica**

1. Engineering Circuit Analysis. Hayt and Kemmerly. Ediciones del MES, C. Habana, 1980. 2 tomos, 653 pág.
2. "Análisis de Circuitos en Ingeniería" Hayt and Kemmerly. McGraw- Hill/ Interamericana de México. Edición 1993. Traducido de la quinta edición de "Engineering Circuits Analysis" Hayt and Kemmerly.

#### **Complementaria**

1. Fundamentos de la Teoría de Circuitos I. Américo Montó y otros. Pueblo y Educación. 1989. 286 pág.
2. "Electric Circuits". Mahmood Nahvi. Mc. Graw- Hill. Schaum's Outline Series. Edic. 2003.
3. Guía de prácticas de laboratorios. Fichero Cirlab en el sitio WEB de la disciplina de Circuitos Eléctricos y Mediciones.
4. Fundamentos de la Teoría de Circuitos I. Américo Montó y otros. Pueblo y Educación. 1989. 286 pág.
5. Fundamentos de la Teoría de Circuitos II. Esperanza Ayllón y otros. Ediciones del MES, 1984, 620 págs.

#### **Contribución a la disciplina PPD**

En el desarrollo de la asignatura se debe valorar aquellos contenidos que dan salida a la Preparación para la Defensa como herramienta en el desarrollo del trabajo político ideológico y en la educación patriótica, militar e internacionalista de los estudiantes, dotándolos a partir del contenido de conocimientos que los



habiliten para cumplir sus obligaciones en la defensa del país, ya sea durante agresiones armadas del enemigo o ante situaciones de desastres naturales u otros tipo de catástrofes ante lo cual los profesionales de la carrera juegan un papel primordial.

## **Contribución a las salidas de las estrategias curriculares**

### **Historia de Cuba**

Se dará salida a esta estrategia a partir de abordar en los fundamentos teóricos los elementos históricos del contenido que les permita complementar su formación como ingenieros eléctricos y a partir de enfatizar en los valores a formar y en el pensamiento y obra de Fidel relacionado con el ejercicio de la profesión.

### **Inglés y Lengua Materna**

Se debe garantizar el uso de inglés como instrumento que garantice la formación, autosuperación y actualización académica, profesional y como vía de comunicación entre profesionales, por ello se trabajará en la orientación a los estudiantes de textos en idioma inglés, su traducción que los prepare para el cumplimiento de la estrategia del MES en torno al conocimiento del idioma inglés.

En Lengua Materna se debe materializar su carácter como medio de información, comunicación y expresión, como vía fundamental para el aprendizaje y como elemento de la identidad nacional. Se debe enfatizar en el desarrollo de habilidades comunicativas en la lengua materna en las actividades curriculares y extracurriculares en que participan los estudiantes que le permitan establecer una interacción efectiva en los diferentes escenarios donde se desenvuelvan como base para el futuro desempeño como futuros profesionales. En las evaluaciones se Aplicación de la Instrucción 9 del 2009 sobre errores ortográficos y redacción.

### **Uso de la computación y las TICs**

Para la salida a las TICs el estudiante realizará a lo largo del semestre trabajos evaluativos en los que podrá no sólo hacer uso de las posibilidades que brinda el acceso a Internet y la intranet universitaria demostrando sus habilidades en la búsqueda y uso de información, sino que, demostrará el dominio de determinados programas informáticos que podrá utilizar como el software MATLAB para la realización de cálculos y la simulación de circuitos en situaciones reales, amplía



las competencias de los estudiantes mediante la explotación de recursos informáticos necesarios para el desarrollo en los estudiantes del pensamiento algorítmico, el uso de la computación con un medio para lograr los objetivos de la asimilación de las tecnologías tanto desde el punto de vista del hardware como del software, aspectos que deben llevar a la utilización de los medios de computación como un elemento más dentro de la electrónica, por ello se utilizará la Plataforma Interactiva MOODLE para la orientación de las Guías para las clases prácticas y laboratorios como evaluaciones frecuentes, y videos que se constituyen en herramienta para el trabajo y estudio independiente de los estudiantes (Area, 2001).

### **Formación Humanística**

Desde lo curricular y en correspondencia con el contenido se deberá lograr una formación en su cultura integral de los estudiantes en lo fundamental relacionado con el ejercicio de la profesión que instruya su pensamiento y eduque sus sentimientos que les permita participar activa y responsablemente en la construcción del socialismo próspero y sostenible a que se aspira.

### **Medio ambiente**

En esta durante la impartición de los contenidos se deberá hacer énfasis en tratar aspectos relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible con base a los establecido por los organismos que atienden estos asuntos en el país y lograr mediante relaciones de trabajo el apoyo de los mismos, tal es el caso del CITMA, así como, siempre que el contenido lo permita abordar los elementos de la Tarea Vida.

## **2.4. Consideraciones sobre el uso de las TICs en la asignatura**

La época actual se caracteriza por un gran desarrollo científico-técnico determinado por un desarrollo acelerado de los descubrimientos y su rápida aplicación práctica, por un extraordinario aumento del volumen de conocimientos en cualquier rama de la ciencia, exigen a la educación Superior cubana que el desarrollo de la independencia en la construcción del conocimiento por los estudiantes se convierta en uno de los problemas medulares del proceso enseñanza - aprendizaje; por lo que si se tiene en cuenta la brevedad con que la



humanidad duplica sus conocimientos, es comprensible la magnitud del problema a que se enfrenta hoy la enseñanza, con base en la contradicción entre sus posibilidades de información y la necesidad de mantener actualizada la docencia, contradicción que puede ser resuelta en parte mediante el trabajo independiente de los estudiantes por lo que es responsabilidad de los profesores su correcta motivación, orientación y control efectivo (Fernández, 2019).

Sin embargo el trabajo independiente por sí solo no puede resolver esta contradicción tiene, sino que además, tiene la responsabilidad de educar al estudiante en capacidades de la independencia cognoscitiva y práctica que lo preparan para enfrentarse de manera activa y creadora a la realidad en que le ha tocado vivir tanto en su vida de estudiante como en su ejercicio profesional esto es posible únicamente con el trabajo científico y sistemático del profesor y de los propios estudiantes (Tapscott, 1997).

Por ello la incorporación de las TICs en la sociedad y en especial en el ámbito de la educación ha ido adquiriendo una creciente importancia y evolucionando a lo largo de los últimos años, tanto, que la utilización de estas tecnologías en el aula pasará de ser una posibilidad a erigirse como una necesidad y como una herramienta de trabajo básica para el profesorado y el alumnado, por ello en las condiciones actuales el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones se convierten en una herramienta necesaria en la formación de los profesionales de cualquier rama del saber (Ganuza, 1997); ello contribuye al uso eficiente del tiempo de impartición de la docencia y a que el estudiante aprenda haciendo, dándoles el papel protagónico en el proceso de enseñanza-aprendizaje y permite al docente buscar métodos de trabajo que les ayude a formar a un profesional altamente calificado, activo y consciente de su valor social, por ello en la asignatura Circuitos Eléctricos el colectivo de profesores se dio a la tarea de insertar en el Plan de Estudios E métodos que motiven a los estudiantes para un adecuado estudio y trabajo independiente mediante el uso de videos tutoriales diseñados para esta asignatura.

Para su desarrollo se analizó el contenido de la asignatura Circuitos Eléctricos I y II del Plan D, en la que por ejemplo en el Tema 1. Conceptos básicos y elementos



de circuitos eléctricos, se desarrolla el contenido referido a: las Leyes de Kirchhoff, tensiones de nodo y corrientes de malla y los teoremas de Superposición, Thevenin y Norton se desarrollaban en cuatro conferencias (8 horas), mientras que en la propuesta para el Plan de Estudios E el Tema 1. Fundamentos y métodos de análisis en los circuitos eléctricos lineales se desarrolla el mismo contenido en una conferencia (2 horas); además el Tema 1 en el que se abordan contenidos referidos a nociones topológicas, transformación de fuente y divisor de corriente y de tensión en 3 conferencias (6 horas) en Plan D y en la propuesta para el Plan E se propone se aborde en una conferencia (2 horas); en el Plan D se abordan contenidos referidos a procesos transitorios en 4 conferencias (8 horas), y en el Plan E se abordan en una conferencia(2 horas) .

En el ejemplo anterior se puede apreciar una sustancial disminución del tiempo en conferencias el cual es apoyado mediante el uso de videos instructivos con una duración aproximada de entre 4 y 5 minutos es por ello que la propuesta permite impartir todo ese contenido en solamente una conferencia, dejándole incluso tiempo al profesor para aclarar dudas y permitiéndole al estudiante un estudio posterior con una secuencia que permita entender con más facilidad los contenidos que la lectura de un texto plano, unido a ello la visualización de determinados procesos a partir de la eficiencia en el uso de tiempo de horas/clases permite que el mismo contenido quede más claro dado a partir de que el estudiante puede visualizar y no solamente escuchar o imaginar lo que el profesor le está dando en las conferencias, unido a que como se planteó anteriormente da al profesor tiempo para aclaraciones que considere pertinentes en las conferencias.

A lo anterior se une que por una parte el estudiante puede estudiar el contenido de manera independiente, dado a que en la forma en que están estructurados los videos le permite al profesor reestructurar la asignatura de la manera más conveniente incluso teniendo en cuenta las peculiaridades del grupo al que le esté impartiendo la docencia y le permite por otra orientar al estudiante el estudio de temas con antelación, sí como, el estudio de objetivos específicos. Esta reducción en las conferencias permite utilizar más tiempo en las actividades prácticas que es





donde el estudiante adquiere las habilidades, unidas a las conferencias de (Navarro, 2012), quien se apoya para la impartición de las conferencias en el Power Point como herramienta de apoyo a la docencia.

El uso de las TICs ofrecen varias ventajas a los estudiantes en la adquisición de conocimientos, algunas como motivación, interés, interactividad, cooperación, iniciativa y creatividad, comunicación, autonomía, continua actividad intelectual, alfabetización digital y audiovisual, entre otras. Por ello es interés de la Educación Superior cubana integrar las TICs en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en la gestión de los centros y en las relaciones de participación de la comunidad educativa, para mejorar la calidad de la enseñanza. (Fernández, 2019), Refiere que en la actualidad, muchos maestros y maestras solicitan y quieren contar con recursos informáticos y con Internet para su docencia, dando respuesta a los retos que les plantean estos nuevos canales de información. Sin embargo, la incorporación de las TICs a la enseñanza no sólo supone la dotación de ordenadores e infraestructuras de acceso a Internet, sino que su objetivo fundamental es, además de la disponibilidad estas en la escuela, una valiosa herramienta y constituye un componente esencial para evitar que los grupos económicamente desfavorecidos y/o minorías se encuentren cada vez más aislados y alineados con respecto a las familias que tienen acceso a las TIC en sus hogares. Un acceso restringido a las nuevas tecnologías supondría un riesgo de exclusión social. (Duart, 2000)

### **Conclusiones del capítulo**

En este capítulo a partir del análisis de las asignaturas de la Disciplina de Circuitos Eléctricos y Mediciones, la cual en el Plan de Estudios D estaba estructurada en tres asignaturas quedando en dos asignaturas en el Plan de Estudios E, a partir de ello se realizó la propuesta para este de la asignatura Circuitos Eléctricos utilizando como herramienta de apoyo los videos tutoriales en cada tema de la asignatura lo que permitió la reducción del total de horas de conferencias como base para el trabajo y estudio independiente de los estudiantes, así como, servir de base a la preparación de los profesores en correspondencia con las características del año.



## Conclusiones Generales

El análisis de las fuentes así como la aplicación de los métodos teóricos y empíricos de investigación permitió arribar a las siguientes conclusiones:

1. El análisis y síntesis de la literatura nacional e internacional sobre el diseño curricular y el uso de las TICs permitió confeccionar el marco teórico-referencial de la investigación en las que se reconoce que la situación actual nacional e internacional requiere de cambios en los Planes de Estudios como vía para crear elevar la motivación de los estudiantes por la profesión y dar cumplimiento al Lineamiento 125 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.
2. El estudio y análisis de trabajos precedentes relacionados con perfeccionamientos metodológicos para el conocimiento del estado del arte lo que permitió el análisis de las asignaturas Circuitos Eléctricos I, II y III en el Plan de estudios D lo que permitió la definición de una nueva estructuración de los contenidos de la asignatura Circuitos Eléctricos I del Plan de Estudio E.
3. A partir de la elaboración del Programa de la asignatura se demostró la posibilidad de la reducción del número de horas de conferencia dedicando el mayor porcentaje a las actividades prácticas de los estudiantes lo que sirve de base a la apropiación de las habilidades declaradas en cada tema por parte de los estudiantes, así como
4. Se demostró además la necesidad del uso y alcance de las TICs en la asignatura Circuitos Eléctrico I como vía para elevar el trabajo y estudio independiente de los estudiantes y su motivación por la profesión a partir de la posibilidad que da de introducir la semipresencialidad, al proveerlos de los documentos y materiales necesarios digitalizados y en soporte magnético.
5. El programa propuesto es susceptible de ser perfeccionado a partir de la experiencia práctica de implementación de la misma, no obstante, la investigación realizada permitió dar solución al problema científico declarado al favorecer el programa propuesto la concepción de la Disciplina Circuitos Eléctricos en el Plan Estudio E, al cumplimiento del objetivo general y específicos, así como la validación de la hipótesis planteada.



## Recomendaciones

Las conclusiones a las que se arribó en la presente investigación permitieron proponer un conjunto de recomendaciones que si bien no son absolutas, pueden favorecer la impartición de la asignatura Circuitos Eléctricos, por ello se recomienda a:

### **Colectivo de Disciplina Circuitos Eléctricos**

1. Analizar en el colectivo de la disciplina el programa propuesto para la asignatura Circuitos Eléctricos I del Plan de Estudios E.

### **Al colectivo de profesores de la Asignatura Circuitos Eléctricos I**

1. Analizar la estructura del programa propuesto e implementar en el P-0 la inclusión de los videos realizados.
2. Diseñar en próximos trabajos videos y materiales de apoyo a la docencia con ayuda de las TICs en la asignatura Circuitos Eléctricos II como medio para elevar el aprendizaje de los estudiantes.
3. A partir de los resultados del presente informe continuar el perfeccionamiento del programa de las asignaturas.



## Bibliografía

- Area, M. (2001). *Educación en la virtualidad*. Gedisa, Barcelona.
- Duart, J. (2000). *Aprender en la virtualidad*. McGraw Hill, Madrid.
- Fernández, I. F. (2019). Las TICS en el ámbito educativo. from <https://educrea.cl/las-tics-en-el-ambito-educativo/>
- Ganuzá, J. (1997). *Internet en la educación*. Desclée, Bilbao.
- Lombardía, C. Á. d. Z. V. M. S. (S/A). *La Universidad de Excelencia* La Habana, Cuba.
- MARTÍNEZ, A. B. C. (1986). Fundamentos de la Teoría de Circuitos III. *ISPJAE*.
- Martínez, E. C. (2012). *Aportes de las guías Didácticas a la asignatura Circuitos Eléctricos III*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Martínez, Y. G. (2014). *Propuesta de un software para desarrollar laboratorios virtuales en tercer año de la carrera*. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- MES. (2007). *Plan de Estudio D, Ingeniería Eléctrica*.
- MES. (2018a). *Plan de Estudio E, Ingeniería Eléctrica*.
- MES. (2018b). Resolución 2 de 2018 Reglamento de trabajo docente y metodológico de la educación superior. *Gaceta Oficial de la República de Cuba 2017-460-025*.
- Navarro, D. C. A. O. C. (2012). *Presentaciones para Conferencias de Circuitos Eléctricos I. Bibliografía de Circuitos Eléctricos I*.
- OLIVEIRA, M. (1988). Fundamentos de la Teoría de Circuitos Eléctricos I. *Pueblo y Educación*.
- PCC. (2017). *Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo del 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio del 2017 (I)*.



- Ramirez, E. C. (2018). *Programa Analítico Modelo de Circuitos Eléctricos I Plan de Estudio E.*
- Rojas, M. A. S. S. y. Y. G. H. (2009). *Actualización y perfeccionamiento de las prácticas de laboratorio de la disciplina de Circuitos Eléctricos.*, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Sánchez, Y. S. (2011). *Aportes de las guías didácticas al sistema de educación superior.* Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Tapscott, D. (1997). *Creciendo en un entorno digital.* McGraw Hill, Bogotá.
- Vittadini, N. (1995). *Las nuevas tecnologías de comunicación.* Paidós, Barcelona.
- Zayas, C. Á. d. (1989). *La Pedagogía como Ciencia (Epistemología de la Educación).*
- Zayas, C. Á. d. (1995). *Una escuela para la excelencia* (U. d. O. Centro de Estudios de Educación Superior Ed.). Santiago de Cuba.
- Zayas, C. Á. d. (1998). *La escuela en la vida (Didáctica).*
- Zayas, C. Á. d. (1999). *EL DISEÑO CURRICULAR.* 117.
- Zayas, R. M. Á. d. (1997). *Hacia un curriculum integral y contextualizado. Capítulo I. Fundamentos didácticos y curriculares* (E. U. UNAH Ed.). La Habana, Cuba.



## Anexos

### Anexo 1

#### *Distribución de actividades.*

Conferencia 1	<b>Introducción. Nociones básicas sobre corriente, voltaje y potencia. Circuitos eléctricos y sus elementos. Resistor, inductor y capacitor. Fuentes de voltaje y de corriente, ideales y reales, dependientes e independientes.</b>
Conferencia 2	El amplificador operacional ideal. Dualidad en redes lineales dinámicas (autoestudio).
Conferencia 3	Leyes de Kirchhoff. Nociones de topología. Dualidad en circuitos resistivos, clasificación y principales propiedades (autoestudio).
Clase práctica 1	Cálculo de tensión, corriente y potencia en circuitos simples.
Clase práctica 2	Aplicación de las leyes de Kirchhoff en forma general.
Clase práctica 3	Aplicación de las leyes de Kirchhoff en forma general.
Laboratorio 1	Medición de las principales magnitudes eléctricas.

### Anexo 2.

#### *Distribución de actividades*

Conferencia 4	<b>Ecuación de las redes resistivas. Concepto de función de entrada y de transferencia. Transformaciones equivalentes en circuitos resistivos conectados en serie, paralelo, y mixto. Divisores de tensión y de corriente. Transformaciones recíprocas delta – estrella. Transformaciones de fuentes.</b>
Conferencia 5	Método de las corrientes de mallas. Método de las tensiones de nodos.
Conferencia 6	Teoremas de los circuitos lineales: superposición, Thevenin y Norton. Condiciones de máxima transferencia de potencia. Método de los valores proporcionales (autoestudio).
Clase práctica 4	Cálculo de circuitos de corriente directa, mediante transformaciones sucesivas en conexiones serie, paralela y mixta. Divisores de tensión y de corriente.
Clase práctica 5	Cálculo de circuitos de corriente directa mediante transformaciones sucesivas y transformaciones recíprocas delta-estrella. Divisores de corriente y de tensión.



Clase práctica 6	Cálculo de circuitos de corriente directa, aplicando transformaciones de fuentes de corriente y de tensión.
Clase práctica 7	Cálculo de circuitos a través del método de las corrientes de mallas.
Clase práctica 8	Cálculo de circuitos a través del método de los potenciales de nodos.
Clase práctica 9	Cálculo de circuitos a través del teorema de superposición.
Clase práctica 10	Cálculo de circuitos a través del teorema de Thevenin.
Clase práctica 11	Cálculo de circuitos a través del teorema de Norton.
Laboratorio 2	Investigación de circuitos estimulados con fuentes de corriente directa, en conexiones serie, paralela y mixta.
Laboratorio 3	Investigación de los teoremas de cálculo de los circuitos lineales estimulados con fuentes de corriente directa.

### Anexo 3

#### *Distribución de actividades*

Conferencia 7	<b>Método clásico para analizar redes sencillas con estímulo constante. Procesos transitorios en circuitos de primer orden.</b>
Conferencia 8	Análisis de las redes ramificadas de primer orden. Análisis de circuitos de primer orden estimulados con una fuente cuadrada o rampa.
Conferencia 9	Procesos transitorios en circuitos de segundo orden. Respuesta libre de la red sin pérdidas. Respuesta sobreamortiguada, respuesta críticamente amortiguada, respuesta subamortiguada en un circuito RLC paralelo.
Conferencia 10	Análisis del circuito RLC serie. Respuesta completa del circuito RLC.
Conferencia 11	Análisis de procesos transitorios en redes ramificadas de segundo orden.
Clase práctica 12	Cálculo de procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de primer orden ramificados.
Clase práctica 13	Cálculo de procesos transitorios en circuitos de primer orden estimulados con una fuente de onda cuadrada o rampa.



Clase práctica 14	Cálculo de procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de segundo orden no ramificados.
Clase práctica 15	Cálculo de procesos transitorios en circuitos eléctricos lineales de segundo orden ramificados.
Laboratorio 4	Investigación de los procesos transitorios en los circuitos RL y RC.
Laboratorio 5	Investigación de los procesos transitorios en los circuitos RLC serie.
Laboratorio 6	Investigación de los procesos transitorios en los circuitos RLC ramificados.

#### Anexo 4

##### *Sistema de evaluación de la asignatura*

Tema	Forma de evaluación	Contenido esencial a evaluar
I	Trabajo extraclase 1	Leyes de Kirchhoff.
II	Trabajo extraclase 2	Métodos generales (mallas, nodos)
	Prueba parcial 1	Transformaciones sucesivas y Teoremas.
III	Prueba parcial 2	Procesos transitorios en redes ramificadas de primer orden.
	Examen final escrito	Contenido esencial de la asignatura

#### Anexo 5

##### *Distribución de las actividades de la asignatura (P - 0)*

No. Actividad	Tipo de actividad	Objetivos específicos	Tema
1	C <sub>1</sub>	1	1
2	CP <sub>1</sub>	4	
3	C <sub>2</sub>	2	
4	C <sub>3</sub>	3	
5	CP <sub>2</sub>	5,6	
6	CP <sub>3</sub>	5,6	
7	L <sub>1</sub>	7, 8, 9, 10	
8	C <sub>4</sub>	1	2
9	CP <sub>4</sub>	4, 10	
10	CP <sub>5</sub>	4, 10	
11	CP <sub>6</sub>	4, 10	
12	C <sub>5</sub>	2	
13	CP <sub>7</sub>	5, 10	





14	CP <sub>8</sub>	6, 10	
15	C <sub>6</sub>	3	
16	CP <sub>9</sub>	7	
17	CP <sub>10</sub>	8	
18	CP <sub>11</sub>	9	
19	L <sub>2</sub>	11, 12, 13, 15, 16	
20	L <sub>3</sub>	14, 15, 16	
21	C <sub>7</sub>	1	3
22	C <sub>8</sub>	2	
23	CP <sub>12</sub>	6	
24	CP <sub>13</sub>	7	
25	C <sub>9</sub>	3	
26	C <sub>10</sub>	4	
27	CP <sub>14</sub>	8	
28	C <sub>11</sub>	5	
29	CP <sub>15</sub>	9	
30	L <sub>4</sub>	10, 13, 14	
31	L <sub>5</sub>	10, 13, 14	
32	L <sub>6</sub>	10, 13, 14	

## Anexo 6

### *Distribución de actividades*

Conferencia 1	<b>Introducción. Nociones básicas sobre funciones sinusoidales. Concepto de valor eficaz. Valor eficaz de una función sinusoidal. Álgebra de los números complejos. Concepto de fasor. Diagramas fasoriales.</b>
Conferencia 2	Ley de Ohm en forma compleja. Características volt-ampere y de potencia de los elementos R, L y C de un circuito. Ley de Ohm fasorialmente para dipolos pasivos. Análisis fasorial de circuitos. Leyes de Kirchhoff fasorialmente. Métodos generales y teoremas.
Conferencia 3	Potencia en un dipolo en régimen sinusoidal. Potencia activa, reactiva, aparente y aparente compleja. Factor de potencia. (Máxima transferencia de potencia: autoestudio).
Conferencia 4	Procesos transitorios en circuitos sencillos de primer orden estimulados sinusoidalmente. Concepto de frecuencia compleja.
Clase práctica 1	Cálculo de circuitos simples de corriente alterna aplicando la ley de Ohm para los resistores, inductores y capacitores. Diagramas vectoriales.
Clase práctica 2	Cálculo de circuitos de corriente alterna RLC ramificados (Diagramas vectoriales).
Clase práctica 3	Cálculo de circuitos de corriente alterna RLC ramificados (Cálculo de potencia, factor de potencia y mejoramiento del mismo).
Clase práctica 4	Cálculo de procesos transitorios en circuitos de corriente alterna.



---

Prueba Parcial #1	Cálculo de circuitos de corriente alterna.
Laboratorio 1	Investigación experimental de las propiedades de los elementos R, L y C en circuitos de corriente alterna.
Laboratorio 2	Investigación experimental de circuitos simples de corriente alterna.
Laboratorio 3	Circuitos desfasadores.

---

## Anexo 7

### *Distribución de actividades*

---

Conferencia 5	<b>Concepto de resonancia en circuitos eléctricos. Propiedades fundamentales de los circuitos eléctricos resonantes serie, paralelo y serie-paralelo.</b>
Clase práctica 5	Cálculo de resonancia en circuitos ramificados y no ramificados.
Laboratorio 4	Investigación de la resonancia en circuitos RLC serie.

---

## Anexo 8

### *Distribución de actividades*

---

Conferencia 6	<b>Conceptos y definiciones básicas sobre los circuitos trifásicos. Circuitos trifásicos conectados en delta y en estrella, balanceados y desbalanceados.</b>
Conferencia 7	Potencia en circuitos trifásicos. Medición de potencia.
Clase práctica 6	Cálculo de circuitos trifásicos balanceados en delta y estrella. Cálculo de potencia.
Clase práctica 7	Cálculo de circuitos trifásicos desbalanceados en delta y estrella. Cálculo de potencia.
Clase práctica 8	Cálculo de circuitos trifásicos en delta y estrella, incluyendo cargas paralelas. Cálculo de potencia.
Laboratorio 5	Investigación experimental de las conexiones delta y estrella en circuitos trifásicos.

---

## Anexo 9

### *Distribución de actividades*

---

Conferencia 8	<b>Definiciones básicas. Flujo magnético. Marcas de polaridad. Análisis de circuitos con inductancia mutua en</b>
---------------	---

---



	<b>régimen sinusoidal. Conexiones simples serie y paralelo.</b>
Conferencia 9	Análisis de los circuitos con inductancia mutua ramificados por las leyes de Kirchhoff y el método de las corrientes de mallas.
Conferencia 10	Circuitos magnéticos en estado estable. Leyes de Ohm y de Kirchhoff para los circuitos magnéticos. Determinación de flujo magnético y fuerza magnetomotriz.
Clase práctica 9	Cálculo de circuitos ramificados con inductancia mutua.
Clase práctica 10	Cálculo de circuitos magnéticos.
Seminario 1	El transformador y sus aplicaciones. Transformador ideal y lineal.
Laboratorio 6	Investigación de un circuito con inductancia mutua. (Cálculo de circuitos con inductancia mutua en serie y paralelo en conexiones concordante y en oposición. Marcas de polaridad. Diagrama fasorial)

## Anexo 10

### *Distribución de actividades*

Conferencia 11	<b>Concepto de Cuadripolo. Teorema de la reciprocidad. Clasificación de los cuadripolos. Ecuaciones básicas de los cuadripolos. Propiedades de los cuadripolos recíprocos y simétricos.</b>
Conferencia 12	Características de entrada, salida y transferencia para distintas condiciones de carga. (Asociación de cuadripolos: Autoestudio)
Clase práctica 11	Cálculo de parámetros de cuadripolos.
Clase práctica 12	Cálculo del comportamiento externo a partir de los parámetros del cuadripolo
Prueba Parcial #2	Cálculo de parámetros de cuadripolos.
Laboratorio 7	Investigación experimental de los parámetros de un cuadripolo.

## Anexo 11

### *Distribución de las actividades de la asignatura (P- 0)*

No. Actividad	Tipo de actividad	Objetivos específicos	Tema	Computación
1	C <sub>1</sub>	1, 2, 3, 4	1	



2	C <sub>2</sub>	5,6, 6, 7		
3	CP <sub>1</sub>	11, 12, 13		
4	CP <sub>2</sub>	11, 13, 14		x
5	C <sub>3</sub>	8, 9		
6	CP <sub>3</sub>	14,15,16		
7	C <sub>4</sub>	10		
8	CP <sub>4</sub>	19		
9	L <sub>1</sub>	20		
10	L <sub>2</sub>	21		
11	L <sub>3</sub>	22		
12	C <sub>5</sub>	1	2	x
13	CP <sub>5</sub>	2		x
14	L <sub>4</sub>	3		
15	C <sub>6</sub>	1, 2	3	
16	C <sub>7</sub>	3		
17	CP <sub>6</sub>	4, 6		
18	CP <sub>7</sub>	4, 6		
19	CP <sub>8</sub>	5, 6		x
20	L <sub>5</sub>	8		x
21	C <sub>8</sub>	1	4	
22	C <sub>9</sub>	2		
23	CP <sub>9</sub>	6		
24	C <sub>10</sub>	3, 4		
25	CP <sub>10</sub>	7		
26	L <sub>6</sub>	5,9		
27	S <sub>1</sub>	10		
28	C <sub>11</sub>	1, 2, 3	5	
29	C <sub>12</sub>	4		
30	CP <sub>11</sub>	5		
31	CP <sub>12</sub>	6		
32	L <sub>7</sub>	7		

## Anexo 12

### Sistema de evaluación de la asignatura

Tema	Forma de evaluación	Contenido esencial a evaluar
I	Prueba Parcial #1	Cálculo de circuitos de corriente alterna.
	Trabajo extraclase 1	Cálculo de circuitos de corriente alterna-2 ejercicios: cálculo a partir de una potencia y métodos generales y teoremas
III	Trabajo extraclase 2	Cálculo de circuitos trifásicos con cargas paralelas.
IV	Trabajo extraclase 3	Método de las corrientes de mallas en circuitos con inductancia mutua. Cálculo de Circuitos magnéticos.



<b>V</b>	Prueba parcial #2	Cálculo de parámetros de cuadripolos. Cálculo del comportamiento externo a partir de los parámetros del cuadripolo.
	Examen final escrito	Todo el contenido de la asignatura.

### **Anexo 13**

#### *Distribución de actividades*

Conferencia 1	<b>Conceptos básicos de Circuitos Eléctricos.</b>
Conferencia 2	Transformaciones elementales y divisor de corriente y tensión.
Clase práctica 1	Análisis y transformaciones de circuitos con conexiones serie y paralelo y delta-estrella.
Clase práctica 2	Cálculos de corrientes y tensiones por medio de transformaciones de fuentes y divisor de corriente y tensión.
Clase práctica 3	Cálculos de corrientes, tensiones, potencias y factor de potencia por medio de divisor de corriente y tensión
Conferencia 3	Métodos de análisis de circuitos eléctricos.
Clase práctica 4	Cálculo de corrientes y tensiones aplicando primera y segunda ley de Kirchhoff y rectificación por medio de balances de potencias.
Clase práctica 5	Cálculo de corrientes y tensiones aplicando el método de Tensiones de Nodos en circuitos sencillos.
Clase práctica 6	Cálculo de corrientes, tensiones y potencias aplicando en método de Tensiones de Nodos en circuitos con fuentes controladas.
Clase práctica 7	Cálculo de corrientes y tensiones aplicando el método de Corrientes de Mallas en circuitos sencillos.
Clase práctica 8	Cálculo de corrientes, tensiones y potencias aplicando el método de Corrientes de Mallas en circuitos con fuentes controladas.
Clase práctica 9	Cálculo de corrientes, tensiones y potencias aplicando el teorema de Superposición.
Clase práctica 10	Cálculo de corrientes, tensiones y potencias aplicando el



---

	teorema de Thevenin.
Clase práctica 11	Cálculo de corrientes, tensiones y potencias aplicando el teorema de Norton.
Clase práctica 12	Cálculo de corrientes, tensiones y potencias aplicando los distintos métodos de análisis de circuitos estudiados.
Laboratorio 1	Investigación experimental de circuitos de corriente alterna y directa. (Ley de Ohm y Kirchhoff, igualdad de corriente en serie y tensión en paralelo)
Laboratorio 2	Investigación experimental demostrativa de los Teoremas de Superposición, Thevenin y Norton

---

#### **Anexo 14**

##### *Distribución de las actividades*

---

Conferencia 4	<b>Análisis de circuitos trifásicos.</b>
Clase práctica 13	Cálculos de corrientes, tensiones y potencias en circuitos trifásicos con conexión delta.
Clase práctica 14	Cálculos de corrientes, tensiones y potencias en circuitos trifásicos con conexión estrella.
Clase práctica 15	Cálculos de corrientes, tensiones y potencias en circuitos trifásicos con conexión delta y estrella.
Laboratorio 3	Investigación experimental de las conexiones delta y estrella en circuitos trifásicos.

---

#### **Anexo 15**

##### *Distribución de actividades*

---

Conferencia 5	<b>Análisis de circuitos en resonancia e inductancia mutua.</b>
Clase práctica 16	Cálculos de corrientes y tensiones en circuitos sencillos con inductancia mutua.
Clase práctica 17	Cálculos de corrientes y tensiones en circuitos ramificados con inductancia mutua.
Clase práctica 18	Cálculos de frecuencias de resonancia y factor de calidad, en circuitos sencillos serie y paralelo.
Clase práctica 19	Cálculos de frecuencias de resonancia y factor de calidad, en circuitos ramificados (serie – paralelo).
Laboratorio 4	Investigación experimental en circuitos con inductancia mutua y resonancia serie, paralelo y ramificado

---



## Anexo 16

### *Distribución de actividades*

Conferencia 6	<b>Análisis de circuitos en procesos transitorios.</b>
Clase práctica 20	Cálculos de corrientes y tensiones en procesos transitorios con estímulos de corriente directa.
Clase práctica 21	Cálculos de corrientes y tensiones en procesos transitorios con estímulos de corriente alterna.
Clase práctica 22	Cálculos de corrientes y tensiones en procesos transitorios con estímulos de corriente directa y alterna.
Laboratorio 5	Investigación experimental de procesos transitorios de primer y segundo orden.

## Anexo 17

### *Distribución de las actividades de la asignatura (P - 0)*

No. Actividad	Tipo de actividad	Objetivos específicos	Tema
1	C1	1	1
2	C2	1, 9	
3	Cp1	1, 9, 12	
4	Cp2	1, 3, 9, 12	
5	Cp3	1, 3, 9, 12	
6	C3	2, 10, 11	
7	Cp4	3, 4, 5	
8	Cp5	3, 10, 14	
9	Cp6	3, 10, 14	
10	Cp7	3, 10, 13	
11	Cp8	3, 10, 13	
12	Cp9	3, 11, 15	
13	Cp10	3, 11, 16	
14	Cp11	3, 11, 17	
15	Cp12	1, 2, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	
16	L1	6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23	
17	L2	6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23	
18	C4	1, 2	2
19	Cp13	3, 4, 5, 6, 7	
20	Cp14	3, 4, 5, 6, 7	
21	Cp15	3, 4, 5, 6, 7	
22	L3	8 y (6, 7, 8 del Tema 1)	
23	C5	1, 2, 3, 4	3
24	Cp16	5, 6, 7	



<b>25</b>	Cp17	5, 6, 7	
<b>26</b>	Cp18	8	
<b>27</b>	Cp19	8	
<b>28</b>	L4	9, 10, 11, 12 y (6,7, 8 del Tema 1)	
<b>29</b>	C6	1, 2, 3	4
<b>30</b>	Cp20	4	
<b>31</b>	Cp21	5	
<b>32</b>	Cp22	4, 5	
<b>33</b>	L5	6, 7, 8 y (6,7, 8 del Tema 1)	