

UNIVERSIDAD DISTRITAL “Francisco José de Caldas”



Facultad Tecnológica
Tecnología en Sistemas
Eléctricos de medias y baja
tensión articulados por ciclos
propedéuticos con
Ingeniería Eléctrica por Ciclos

1. Información General

| | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------|------------|---------------------|
| Espacio Académico | Circuitos II | | | |
| Pensum al que pertenece | Nuevo | | | |
| Código - Grupo | Período 2015 –III | | | |
| Tipo | Espacio teórico-práctico | | | |
| Área | Básicas de Ingeniería | | | |
| Créditos académicos | HTD | HTC | HTA | Horas/semana |
| | 4 | 2 | 3 | 9 |
| | 3 Créditos | | | |

2. Justificación

Para los futuros profesionales en Tecnología en Electricidad e Ingeniería Eléctrica, es de vital importancia conocer y analizar el comportamiento de circuitos eléctricos que utilizan señales de excitación sinusoidales en estado estable, de características monofásicas y polifásicas, ya que estos circuitos permiten modelar muchos sistemas eléctricos cuando estos operan en condiciones normales, temática ésta, objeto de trabajo del futuro profesional. También en este espacio académico se capacita al estudiante para describir el comportamiento de los circuitos en el dominio de la frecuencia, con el fin de identificar variables como: intensidad de corriente, tensión, potencia instantánea, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, impedancias, para lo cual utilizará las técnicas de solución de circuitos introducidas en el espacio académico Circuitos I.

También es un objeto de este espacio académico, enfrentar a el estudiante a situaciones reales donde se pretende encontrar soluciones a problemas prácticos a partir del conocimiento y apropiación de las leyes fundamentales de circuitos eléctricos en el dominio de la frecuencia y aplicación de éstos principios al análisis de los mismos seleccionando e implementado aplicaciones de software adecuadas para resolver problemas de Ingeniería.

3. Objetivos

- Describir el comportamiento de los elementos de circuito (R,L,C) ante señales sinusoidales y señales periódicas continuas no sinusoidales, en estado estable,

desarrollando el análisis para fase (circuitos monofásicos) y tres fases (circuitos trifásicos).

- Diferenciar los resultados en un circuito eléctrico cuando es energizado con fuentes sinusoidales puras a cuando su red pasiva se energiza con fuentes periódicas no sinusoidales, o lo que es su equivalente, señales sinusoidales puras con componentes armónicas.
- Cuantificar potencia y energía en circuitos R-L-C monofásicos y trifásicos excitados con señales sinusoidales y periódicas continuas no sinusoidales.
- Analizar el comportamiento de los circuitos trifásicos presentes en toda instalación industrial y en los sistemas de potencia.
- Utilizar herramientas como corrección de factor de potencia, con el fin de mejorar el comportamiento de circuitos eléctricos.

4. Requerimientos

La posibilidad de entender el discurso y la práctica objeto de trabajo en el espacio académico de Análisis de circuitos A.C. (mejor llamado Análisis de circuitos II), constitutivo del cuarto semestre, radica en la articulación que el estudiante realice con los contenidos contemplados en los espacios académicos que coadyuvan a comprender mejor el comportamiento de los circuitos que se analizan en este curso, de esta manera, se consideran como requerimientos los espacios:

- Calculo Diferencial (Primer Semestre)
- Elementos de Algebra Lineal (Primer Semestre)
- Calculo Integral (Segundo Semestre)
- Física Mecánica (Segundo Semestre)
- Ecuaciones Diferenciales (Tercer Semestre)
- Física Electromagnética (Tercer Semestre)
- Circuitos I. (Segundo semestre)
- Poseer interés por la utilización de herramientas de software para el análisis de circuitos (Simulink, Proteus, ORCAD) y programación (MATLAB).

5. Aspectos pedagógicos

La propuesta desarrollada por el grupo de docentes del proyecto curricular de Tecnología en Electricidad e Ingeniería Eléctrica, partió del análisis de las características generales que debe poseer todo tecnólogo, como profesional en el sector eléctrico, además de los conocimientos específicos propios de la aplicación de su carrera que debe poseer todo ingeniero, y se encuentran detallados en el perfil profesional que hace parte de la propuesta para el tránsito a créditos académicos.

Tales características, fusionadas al interior de los espacios académicos del plan de estudios son:

- Alto nivel de desarrollo de sus capacidades comunicativas.
- Habilidades para definir problemas, recoger y evaluar información, y desarrollar soluciones reales y eficientes.
- Capacidades para trabajar en equipo, habilidad para trabajar con otros.
- Habilidad para utilizar todo lo anterior a fin de encarar problemas en el complejo mundo real.

Todos los espacios académicos del plan de estudios, al igual que éste, se consideran teórico-prácticos, sustentando esta dinámica en un problema o pregunta que el estudiante debe solucionar a lo largo de las 16 semanas de duración del semestre, a modo de un proyecto o trabajo final.

6. Descripción de créditos

| Distribución de las actividades | | Horas semanales | Horas semestre | Número de créditos |
|---|---|-----------------|----------------|--------------------|
| Clase presencial (trabajo directo) | <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de conocimientos • Introducción de concepto • Ejemplificación del contenido • Preguntas en clase • Realización de ejercicios y problemas por parte del profesor y de los alumnos • Formulación de Talleres de ejercicios. • Evaluación teórica oral y escrita | 4 | 64 | 3 |
| Acompañamiento (trabajo cooperativo) | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de prácticas de Laboratorio • Desarrollo de talleres utilizando software para análisis de circuitos • Asesoría de talleres de ejercicios • Evaluación práctica oral y escrita | 2 | 32 | |
| Actividades extractase (trabajo autónomo) | <ul style="list-style-type: none"> • Lecturas de preparación y/o complemento a las unidades temáticas. • Preparación de prácticas de laboratorio. • Desarrollo de prácticas libres de laboratorio • Utilización de herramientas de software para el análisis de circuitos eléctricos. • Desarrollo de talleres de ejercicios | 3 | 48 | |
| TOTAL | | 9 | 144 | |

7. Competencias e indicadores

| Nombre de la unidad temática | Competencias | Indicadores de idoneidad |
|--|---|---|
| Capítulo 1: Respuesta de los circuitos en estado estable | Interpretativa, Argumentativa y Propositiva | <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los parámetros que definen una función sinusoidal tanto en forma matemática como gráfica. • Utiliza las diferentes formas de expresión de un número complejo y realiza operaciones elementales entre ellos. • Descompone una señal periódica continua no sinusoidal como la suma de “n” señales periódicas de diferente amplitud y frecuencia. |

| Nombre de la unidad temática | Competencias | Indicadores de idoneidad |
|--|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Implementa la solución de circuitos de corriente alterna, utilizando la función de excitación compleja y su representación fasorial. Aplica el concepto de impedancia y admitancia y sus equivalentes en el análisis de circuitos. Aplica las técnicas de análisis de circuitos de corriente directa, a circuitos de corriente alterna. Interpreta las respuestas obtenidas de circuitos en corriente alterna |
| Capítulo 2: Potencia monofásica en estado estable | Interpretativa, Argumentativa y Propositiva | <ul style="list-style-type: none"> Determina el comportamiento de la potencia en el tiempo, para los elementos de un circuito. Identifica a partir del comportamiento de la potencia en función del tiempo, la potencia que se convierte en trabajo (potencia promedio) y la que no se convierte en trabajo. Determina la magnitud equivalente de tensión o corriente (valor eficaz) de señales periódicas que transfieran la misma potencia promedio respecto a una señal DC. Identifica el Factor de Potencia como la relación existente entre la potencia promedio y el producto de los valores eficaces de tensión y corriente. Establece la relación entre Factor de potencia y las impedancias o admitancias que modelan elementos de un circuito. Determina la ubicación y el elemento necesario para modificar el factor de potencia de un circuito. Aplica las definiciones de potencia compleja, aparente y reactiva en la solución de circuitos de corriente alterna. |
| Capítulo 3: Circuitos trifásicos | Interpretativa, Argumentativa y Propositiva | <ul style="list-style-type: none"> Identifica las ventajas en cuanto a potencia de los circuitos alimentados con dos o más fases. Determina la carga trifásica equivalente según el tipo conexión. Determina las relaciones entre las variables eléctricas, tensión, corriente y potencia, como consecuencia del tipo de conexión de las fuentes y/o las cargas. Identifica los elementos causantes de pérdidas de potencia en las líneas y su efecto en las cargas. Determina la relación entre la potencia trifásica y la potencia monofásica en un sistema trifásico balanceado. |

8. Contenido programático

| Unidad temática | Semana Sesión | Lineamientos | HSP | HSA | THS |
|--|------------------|---|-----|-----|-----|
| Capítulo 1: Respuesta de los circuitos en estado estable | $\frac{1}{1}$ | 0.1. Presentación general del curso “Circuitos II” 0.1.1. Objetivos de la asignatura 0.1.2. Contenido programático 0.1.3. Forma de evaluación | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{1}{2}$ | 1.1. Características de las ondas sinusoidales 1.1.1. Amplitud 1.1.2. Función 1.1.3. Nivel DC (Offset) 1.1.4. Velocidad angular (período, frecuencia) 1.1.5. Angulo de fase (comparación: adelanto y atraso) | 2 | 2 | 4 |

| Unidad temática | Semana Sesión | Lineamientos | HSP | HSA | THS |
|-----------------|----------------|---|-----|-----|-----|
| | $\frac{1}{3}$ | 1.2. Números Complejos 1.2.1. Forma Rectangular, Polar y Exponencial 1.2.2. Operaciones fundamentales 1.2.3. Identidad de Euler Ejemplo: Fuente de excitación compleja | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{2}{4}$ | 1.2.4. Taller de ejercicios de características de las ondas sinusoidales y Números Complejos | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{2}{5}$ | 1.3. La bobina ideal 1.3.1. Tensión v_L 1.3.1.1. Inductancia L 1.3.2. Deducción de las variables eléctricas: i_L, p_L y E_L . 1.3.2.1. Análisis sinusoidal en el tiempo (relación entre v_L e i_L) 1.4. Inductancia equivalente (serie y paralelo) | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{2}{6}$ | 1.5. El condensador ideal 1.5.1. Corriente i_C 1.5.1.1. Capacidad C 1.5.2. Deducción de las variables eléctricas: v_C, p_C y E_C . 1.5.2.1. Análisis sinusoidal en el tiempo (relación entre v_C e i_C) 1.6. Inductancia equivalente (serie y paralelo) | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{3}{7}$ | 1.7. Vector giratorio y generación de funciones sinusoidales 1.7.1. Algoritmo para pasar del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia 1.7.1.1. Concepto de fasor 1.7.1.2. Algoritmo para pasar del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{3}{8}$ | 1.8. Relaciones fasoriales en elementos de circuitos (R, L y C) 1.8.1. Impedancia 1.8.1.1. Impedancia equivalente (serie y paralelo) | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{3}{9}$ | 1.8.2. Admitancia 1.8.2.1. Admitancia equivalente (serie y paralelo) | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{4}{10}$ | 1.9. Leyes de Kirchhoff en el dominio de la frecuencia Diagramas fasoriales | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{4}{11}$ | 1.10. Taller de circuitos de relaciones fasoriales en elementos de circuitos y leyes de Kirchhoff en el dominio de la frecuencia. | | | |
| | $\frac{4}{12}$ | Práctica 1 de laboratorio: Impedancia y diagramas fasoriales | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{5}{13}$ | 1.11. Aplicación de los técnicas de solución de circuitos eléctricos en estado sinusoidal permanente 1.11.1. Análisis por tensiones de nodo 1.11.2. Análisis por corrientes de malla | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{5}{14}$ | 1.11.3. Teorema de superposición 1.11.4. Teoremas de Thévenin y Norton | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{5}{15}$ | 1.11.5. Taller de ejercicios aplicación de los técnicas de solución de circuitos eléctricos | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{6}{16}$ | PRIMER EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 1 | 2 | 2 | 4 |

| Unidad temática | Semana Sesión | Lineamientos | HSP | HSA | THS |
|---|-----------------|--|-----|-----|-----|
| Capítulo 2: Potencia monofásica en estado estable | $\frac{6}{17}$ | 2.1. Potencia instantánea $p(t)$ 2.1.1. Redes puramente y ligeramente capacitiva 2.1.2. Redes puramente resistiva 2.1.3. Redes ligeramente y puramente inductiva | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{6}{18}$ | 2.2. Potencia media P 2.2.1. Redes puramente inductivas o capacitivas, puramente resistivas y ligeramente inductivas o capacitivas 2.2.2. Balance de potencias medias en un circuito 2.2.3. Máxima transferencia de potencia media | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{7}{19}$ | 2.3. Valores eficaces 2.3.1. Definición 2.3.2. Cálculo para varios tipos de señales periódicas | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{7}{20}$ | 2.4. Potencia aparente y factor de potencia 2.4.1. Potencia aparente S 2.4.1.1. Potencia aparente de señales periódicas no sinusoidales 2.4.2. Factor de potencia | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{7}{21}$ | 2.5. Potencia compleja y triángulo de potencias (Norma IEEE 1459-2010) 2.5.1. Potencia compleja S 2.5.2. Potencia reactiva Q 2.5.3. Triángulo de potencias para cargas de tipo inductivo y capacitivo Balance de potencia compleja | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{8}{22}$ | Práctica 2 de laboratorio: Determinación de P y Q a partir de la potencia instantánea $p(t)$ y Balance de potencia compleja ($p(t)$ discreta obtenida del osciloscopio). | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{8}{23}$ | 2.5.4. Taller de ejercicios obtención de variables eléctricas en circuitos monofásicos alimentados por una señal sinusoidal en estado estable. | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{8}{24}$ | 2.6. Voltaje, corriente y potencia en circuitos alimentados con señales periódicas continuas no sinusoidales | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{9}{25}$ | 2.6.1. Valor eficaz de tensión V_e y Valor eficaz de tensión corriente I_e | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{9}{26}$ | 2.6.2. Potencia, Factor de Potencia FP y $\cos \phi$ | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{9}{27}$ | Práctica 3 de laboratorio: Obtención de Valor eficaz de tensión V_e y corriente I_e , FP y $\cos \phi$ mediante el uso de equipo analizador de calidad | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{10}{28}$ | 2.6.3. Taller de ejercicios obtención de variables eléctricas en circuitos monofásicos alimentados por señales periódicas continuas no sinusoidales. | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{10}{29}$ | 2.7. Corrección del factor de potencia. | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{10}{30}$ | Práctica 4 de laboratorio: Corrección de factor de potencia. | 2 | 2 | 4 |

| Unidad temática | Semana Sesión | Lineamientos | HSP | HSA | THS |
|----------------------------------|-----------------|--|-----|-----|-----|
| | $\frac{11}{31}$ | Clase práctica manejo de programas de simulación de circuitos eléctricos monofásicos | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{11}{32}$ | SEGUNDO EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 2 | 2 | 2 | 4 |
| Unidad temática | Semana Sesión | Lineamientos | HSP | HSA | THS |
| Capítulo 3: Circuitos trifásicos | $\frac{11}{33}$ | 3.1. Transformaciones de fuentes de tensión y cargas trifásicas Transformaciones $Y \rightarrow \Delta$ y $\Delta \rightarrow Y$ | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{12}{34}$ | 3.2. Conexiones trifásicas de cargas (balanceadas y desbalanceadas) conectadas a fuentes sin pérdidas en las líneas de transmisión 3.2.1. Conexiones $Y - Y$ (con neutro y sin neutro) 3.2.2. Conexión $\Delta - \Delta$ | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{12}{35}$ | 3.2.3. Conexión $Y - \Delta$ 3.2.4. Conexión $\Delta - Y$ 3.2.5. Equivalente monofásico para circuitos balanceados | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{12}{36}$ | 3.3. Conexiones trifásicas de cargas (balanceadas y desbalanceadas) conectadas a fuentes con pérdidas en las líneas de transmisión 3.3.1. Carga en Y 3.3.2. Carga en Δ | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{13}{37}$ | 3.3.3. Conexión $Y - \Delta$ 3.3.4. Conexión $\Delta - Y$ | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{13}{38}$ | Práctica 5 de laboratorio: Secuencia de fases, Transformación de fuentes $Y \leftrightarrow \Delta$ y Relación de tensiones y corrientes de línea y fase (magnitud y ángulo). | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{13}{39}$ | 3.3.5. Taller de ejercicios de transformación de fuentes y conexiones trifásicas de cargas (balanceadas y desbalanceadas) | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{14}{40}$ | 3.4. Potencia compleja trifásica (cargas balanceadas y desbalanceadas) 3.4.1. Balance de potencia compleja trifásica. | 2 | 2 | 4 |
| | $\frac{14}{41}$ | 3.4.2. Corrección del factor de potencia (circuitos balanceados) | 2 | 2 | 4 |

| Unidad temática | Semana Sesión | Lineamientos | HSP | HSA | THS |
|-----------------|-----------------|---|-----|-----|-----|
| | <u>14</u> 42 | Práctica 6 de laboratorio: Balance de potencia compleja en circuitos balanceados. | 2 | 2 | 4 |
| | <u>15</u> 43 | 3.4.5. Taller de ejercicios Potencia compleja trifásica y corrección del factor de potencia (circuitos balanceados) | 2 | 2 | 4 |
| | <u>15</u> 43 | Clase práctica manejo de programas de simulación de circuitos eléctricos trifásicos | 2 | 2 | 4 |
| | <u>15</u> 45 | TERCER EXAMEN PARCIAL – CAPÍTULO 3 | 2 | 2 | 4 |

Durante el desarrollo de los capítulos 1 y 2, el docente a cargo programará y coordinará con el director de laboratorios sesiones de trabajo con programas de simulación de circuitos eléctricos, una en el análisis de circuitos con fuentes en estado permanente de tensión y corriente sinusoidales (AC) y otra en el análisis de potencia instantánea, activa y reactiva, con funciones variables en el tiempo. Las sesiones serán dirigidas por los docentes de la asignatura o en su defecto funcionarios de la sala de software que asigne el director de laboratorios.

9. Estrategias de evaluación

| | | | | | |
|------------|---|---------------|---|-------------------|---|
| Parciales: | X | Laboratorios: | X | Trabajo autónomo: | X |
|------------|---|---------------|---|-------------------|---|

10. Valoración de las estrategias de evaluación

| | Estrategia | Porcentaje | Temas a evaluar | Fecha |
|-----------------------|------------------|------------|-----------------|------------------------------------|
| 1 ^{ra} Nota | Parcial | 20% | Capítulo 1 | Lunes 16 de Septiembre en la tarde |
| 2 ^{da} Nota | Parcial | 20% | Capítulo 2 | Lunes 14 de Octubre en la tarde |
| 3 ^{ra} Nota | Parcial | 20% | Capítulo 3 | Jueves 7 de Noviembre en la tarde |
| 4 ^{ta} Nota* | Laboratorios | 20% | Todos | Durante el semestre |
| 5 ^{ta} Nota* | Trabajo Autónomo | 20% | Todos | Durante el semestre |

* Si el docente desea evaluar, como parte de las estrategias del trabajo cooperativo y autónomo, talleres, tareas, quices, etc.; entonces podrá tomar del porcentaje de la 5^{ta} nota hasta un 10% de la nota final para éste propósito. Las prácticas de laboratorio no se deberán valorar en menos del 20% de la nota final.

11. Bibliografía y demás fuentes de documentación

- Norma IEEE 1459-2010 “Standard definition of the measurement of electric power quantities under sinusoidal, nonsinusoidal, balanced or unbalanced conditions”.
- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001601/index.html>

- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
- <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1021>
- Dorf, Richard y Svobova, James A. Circuitos eléctricos: introducción al análisis y diseño. 5 Edición. Alfa Omega grupo editor, Mexico D.F. 2005.
- Hayt, William H. y Kemmerly, Jack E. Análisis de circuitos en ingeniería. Mc Graw Hill. 6 Edición.
- Scott, Donald. Introducción al análisis de circuitos. Un enfoque sistémico. Editorial Mac Graw Hill.
- Rairan, Danilo. Análisis de Circuitos Resistivos. Universidad Distrital. Primera Edición 2003
- Cortés Luis Alejandro, Análisis de Circuitos Trifásicos, Notas de Clase. Universidad Nacional de Colombia. 1998
- Johnson, Johnny R. y Scott, Peter D. Electric Circuit Analysis. Wiley. Third Edition 1997.
- Scott, Donald. Introducción al análisis de circuitos. Mc Graw Hill
- Boylestad, Robert L. Análisis Introductorio de circuitos. Pearson Education
- Bobrow, Leonard. Análisis de circuitos eléctricos.
- Alexander, Charles y Sadiku, Matthew. Fundamentals of Electric Circuits. Second edition. Mc Graw-Hill. 2004
- Nilsson, James W. y Riedel, Susan. Electric Circuits. 8th Edition. Prentice Hall. 2007