

Asignatura: **Teoría de Circuitos**

Código: 10-09703

RTF

8

Semestre: Quinto

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Básicas

Horas de Práctica

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Análisis Matemático 3
- Física 2

Contenido Sintético:

- Modelos Fundamentales, Convenciones y Cálculo de Variables de Circuitos.
- Circuitos con Fuentes de Excitación Sinusoidal.
- Circuitos con Fuentes de Excitación Arbitraria y Respuesta Transitoria.
- Funciones y Teoremas de Redes.
- Respuesta en Frecuencia.
- Circuitos de Dos Puertos.
- Filtros Analógicos.
- Síntesis de Redes Pasivas.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD: 993-HCD-2023

RES: Fecha: 12/11/2023

Competencias Específicas:

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización, análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.5: Sintetizar, diseñar y analizar redes pasivas, circuitos elementales y filtros.

CE1.3.6: Analizar circuitos y sistemas en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

CE1.7.4: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos amplificadores, osciladores y circuitos lineales.

Presentación

La asignatura se dicta en el quinto semestre (tercer año) de Ingeniería Electrónica. En ella se aborda el análisis de circuitos eléctricos y electrónicos lineales, el objetivo es concentrarse en herramientas que sistemáticamente permiten caracterizar circuitos. La caracterización abarca perspectivas tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Típicamente se pretende anticipar valores de corriente, tensión, potencia e impedancia, los cuales se determinan analíticamente partiendo de un circuito conocido y apoyados por modelos físicos y recursos de cálculo eficientes. Se aprovechan técnicas relativamente sofisticadas y altamente eficientes para justificar conclusiones de ingeniería en casos de aplicación reales y sumamente frecuentes, por ejemplo: identificar y corregir el estado de aprovechamiento de la potencia de cargas operando en alterna, o determinar la respuesta en frecuencia de un determinado filtro o circuito particular. Sobre esta base, se aborda también el diseño de circuitos que responden a una especificación en particular, lo cual supone un sentido de interpretación complementario respecto del anterior, ya que en este caso no se tiene un circuito de partida sino que este debe ser determinado partiendo de especificaciones de funcionamiento. En este contexto se analiza en particular la adaptación de impedancia y la síntesis de circuitos con una respuesta en frecuencia específica.

En la perspectiva de diseño se considera un planteo introductorio pero eficaz y autocontenido, y que además se considera fundamental para definir metodologías más complejas, más allá del alcance de esta asignatura.

La asignatura constituye una aplicación de teorías de fuerte base matemática a la solución de problemas de la vida diaria. Para esto se aprovechan modelados teóricos y cálculos de escritorio tradicionales, pero también herramientas de simulación y cálculo numérico vía software. Las tecnologías de información y comunicación (TIC) se utilizan intensivamente tanto para el desarrollo del curso y la presentación de contenidos, como para la implementación de evaluación continua y el monitoreo del progreso del aprendizaje, sobre una base de tiempo que se pretende dinámica.

Contenidos

Unidad 1. Clasificación y Componentes de Circuitos.

Introducción: concepto de circuito eléctrico y electrónico lineal. Características y clasificación: linealidad, pasivos y activos, invariancia en el tiempo, parámetros distribuidos o concentrados. Elementos componentes de circuitos lineales de parámetros concentrados: resistencia, inductancia y capacitancia. Modelos matemáticos. Excitaciones: fuentes independientes de tensión y de corriente, fuentes controladas. Acoplamiento inductivo. Ecuaciones de equilibrio en el tiempo, tensión-corriente.

Unidad 2. Excitación Sinusoidal Permanente.

Generación de señales de tensión y corriente alternas sinusoidales puras. Magnitudes características: amplitud, período, pulsación, frecuencia, etc. Representación de magnitudes sinusoidales, formas: cartesiana, vectorial y simbólica. Respuesta instantánea en régimen sinusoidal permanente: tensión, corriente, potencia. Cargas ideales: resistiva pura, inductiva pura y capacitiva pura. Valores medios y eficaces de señales periódicas sinusoidales. Ley de Ohm para régimen sinusoidal. Circuitos resonantes RLC serie y paralelo. Impedancia, admitancia, representación gráfica, característica en frecuencia. Factor de mérito (Q).

Potencia y energía en régimen sinusoidal, caso general. Potencias: instantánea, activa, reactiva y aparente. Triángulo de potencias. Factor de potencia (coseno ϕ). Corrección del factor de potencia, su importancia.

Unidad 3. Respuesta Transitoria.

Transformada de Laplace. Formulación operacional de los componentes de circuitos eléctricos. Circuito operacional equivalente. Solución general por transformación inversa o antitransformación de Laplace. Ley de Kirchhoff de tensiones de malla. Ecuaciones de equilibrio. Método de las mallas. Ley de Kirchhoff de corrientes de nudos. Ecuaciones de equilibrio. Método de los nudos. Principio de dualidad. Solución general. Respuesta: transitoria; complementaria, de régimen permanente y propia.

Unidad 4. Funciones y Teoremas de Redes.

Funciones de excitación y transferencia: impedancia, admitancia, relaciones de tensión y de corriente. Definición y obtención. Diagrama de bloques. Álgebra de los diagramas de bloques. Polos y ceros de las funciones. Orden de los sistemas. Teoremas fundamentales de los circuitos: reciprocidad, superposición, Thevenin, Norton, máxima transferencia de energía, equivalencia de los circuitos pasivos, circuitos T y Pi (estrella – triángulo) equivalentes. Circuitos duales e inversos.

Unidad 5. Respuesta en frecuencia.

Análisis en frecuencia. Conceptos. Implementación de laboratorio. Función de respuesta en frecuencia. Representación gráfica de la respuesta en frecuencia. Diagrama de Nyquist, sistemas de primero y segundo orden. Bel y Decibel. Diagramas de Bode: exacto y asintótico aproximado, sistemas de primer orden, segundo orden y funciones multifactoriales. Plano complejo de la frecuencia. Gráfica de ceros y polos de las funciones. Estabilidad de los circuitos. Definición. Condiciones. Nociones sobre criterios de estabilidad.

Unidad 6. Circuitos de Dos Puertos y Adaptación de Impedancia.

Configuraciones más frecuentes. Sistemas de parámetros de los cuadripolos. Relaciones entre los mismos. Interconexión de cuadripolos en: cascada, serie y paralelo. Adaptación de impedancias. Impedancia iterativa, imagen y característica. Funciones de propagación, atenuación y fase. Función de propagación en base iterativa, imagen y característica.

Unidad 7. Filtros Pasivos con Implementación Simplificada.

El filtro ideal. Secciones básicas: pasa bajos, pasa altos, pasa banda y eliminación de banda. Realizabilidad. Filtros prácticos (no ideales). Aproximación de Butterworth. Aproximación de Chebyshev. Determinación de la función de transferencia de la sección pasa bajos. Transformaciones en frecuencia. Funciones de transferencia nulos en el numerador. Métodos de síntesis tabulares. Normalización y Desnormalización.

Unidad 8. Síntesis de Circuitos Pasivos de Un Puerto.

Modelo analítico para la síntesis de circuitos de un puerto con respuesta en frecuencia específica. Clasificación. Síntesis de funciones de excitación de circuitos RC y RL. Condiciones de realizabilidad. Formas canónicas de síntesis. Foster y Cauer. Síntesis de funciones de excitación de circuitos LC. Condiciones de realizabilidad. Teorema de Foster o de las reactancias. Formas de Foster y Cauer. Normalización y Desnormalización.

Metodología de enseñanza

El desarrollo de clases pretende ser un espacio de acompañamiento a los estudiantes donde la comunicación bidireccional se considera fundamental. Las clases se categorizan en general entre las de tipo práctico (con resolución de problemas y análisis de casos típicos), y clases predominantemente teóricas, donde se busca precisión para definir las herramientas y técnicas de manera genérica (y propicia por tanto para la generalización), aunque sin omitir ejemplos sobre aquellas teorías.

Sin embargo, existen también determinadas clases consideradas teórico-prácticas, con el objetivo de dar el mejor escenario posible a las instancias de evaluación, y de responder adecuadamente a los calendarios de clase. Se pretende que las clases, donde se desarrolla exposición dialogada, uso de estrategias constructivistas, debate, incluso votaciones mediadas por tecnología, etc. sean un espacio significativo para los estudiantes. El tiempo que los estudiantes dedican a participar de una clase, se pretende que sea de valor concreto para las etapas de validación (preparación de exámenes y reportes), y para esto se considera que deberán tener una estructura concreta, alineación con el calendario y un grado de cobertura de los temas del programa total, así como precisión en las afirmaciones. Sobre estas clases signadas por la oralidad, más allá de los demás recursos, se espera que la consulta con la bibliografía sea un complemento para cada estudiante. Para esto se hace un uso amplio de tecnologías de información y comunicación (TIC), donde típicamente se utilizan recursos como streaming, encuestas, proyecciones, animaciones, etc. La cátedra mantiene un amplio material en texto, y en formato audiovisual, así como ejercicios de resolución numérica interactiva vía web.

Evaluación

Se presentan exámenes parciales donde se evalúa el abordaje práctico de las temáticas de la asignatura, y la interpretación de conceptos teóricos. Se incluyen también, mediante recursos de tecnologías de información y comunicación (TIC), evaluaciones parciales opcionales, con frecuencia casi semanal. Se trata de evaluaciones adicionales respecto de los exámenes parciales, que típicamente son opcionales. Estas constituyen un mecanismo de evaluación continua que genera dos situaciones. Por un lado, los estudiantes pueden tener respuesta continua respecto del desarrollo de sus competencias, y por otro, la cátedra evalúa continua y rápidamente el desempeño del grupo y el desarrollo de sus capacidades, prácticamente semana a semana. Estas evaluaciones opcionales son formuladas en concordancia con los demás reglamentos aplicables, de forma que pueden significar una forma adicional o paralela para favorecer los porcentajes de comparación que determinan la nota de cada examen parcial.

Todo esto se apoya en herramientas tecnológicas sofisticadas que generan estadísticas de seguimiento. Con esto se monitorea tanto el sistema de evaluaciones como el desarrollo de los saberes puestos en foco en un determinado período, entre otras variables. También permite comparar la evaluación entre cohortes diferentes, lo cual suele ser un recurso estadístico valioso que se emplea intensivamente para consideraciones entre el equipo de cátedra.

Se presenta un examen parcial recuperatorio y también se incluye un coloquio integrador. Las distintas evaluaciones se realizan mediante las rúbricas correspondientes.

La cantidad de parciales se ajustan en función de las condiciones particulares de cada cohorte y se informan luego de ser aprobadas por organismos correspondientes al inicio de cada semestre.

Condiciones de aprobación

Se definen exámenes parciales (típicamente dos), y un examen recuperatorio. Se computa el porcentaje de asistencia (ochenta por ciento). Se requiere la preparación de un muy breve apunte de clase (notas personales de clase, sin requisitos de formato o prolijidad), como forma de propiciar que los estudiantes tengan una actitud activa en cada clase. Se define la cantidad de exámenes parciales que deberán ser aprobados para lograr la regularidad (típicamente uno), mientras que con todos los exámenes parciales aprobados se logra la aprobación sin examen final, o promoción de la asignatura. Cualquier examen parcial puede ser aprobado mediante el examen recuperatorio. Un coloquio acompaña la condición de promoción, donde una entrevista oral se considera fundamental para conocer el grado de dominio de la disciplina para cada estudiante, asimismo se caracterizan capacidades. Notar que existe reglamentación específica de la unidad académica, que determina de manera amplia los criterios citados en este párrafo.

Actividades prácticas y de laboratorio

La actividad práctica se centra en resolución de problemas de ingeniería presentados en documentación propia de la cátedra y adecuados a la perspectiva, énfasis y alcance de la asignatura. Existen guías en texto para esto, acompañadas incluso de material audiovisual propio de la cátedra. Se trata específicamente de la obtención de resultados numéricos (con cierto margen de error). Para esto se hacen cálculos de escritorio y simulaciones con software específico. A su vez, eventualmente se proponen guías de trabajo renovadas para cada cohorte, donde se proponen desafíos de cálculo y construcción de circuitos electrónicos específicos, mientras se solicita la caracterización analítica como contraparte. Se suelen utilizar tecnologías de información y comunicación (TIC) para mediar en la evaluación y preparación de devoluciones de esta actividad, desde los docentes y hacia los estudiantes.

Resultados de aprendizaje

Competencias Genéricas

CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

Capacidades consideradas

Capacidad para identificar y formular problemas.

Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.

Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.

Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.

Resultados de aprendizaje considerados (lista resumida)

Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.

CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Capacidades consideradas

Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.

Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.

Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo

Resultados de aprendizaje considerados (lista resumida)

Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.

CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Capacidades consideradas

Capacidad para actuar éticamente.

Capacidad para actuar con responsabilidad profesional y compromiso social

Capacidad para evaluar el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Resultados de aprendizaje considerados (lista resumida)

Ser capaz de comprender la responsabilidad ética de sus funciones.

Competencias Específicas

Ingeniería Electrónica

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3: Plantear, interpretar, modelar, analizar y resolver problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.1: Conocer, interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para el planteo, interpretación, modelización,

análisis, resolución de problemas, diseño e implementación de circuitos y sistemas electrónicos.

CE1.3.5: Sintetizar, diseñar y analizar redes pasivas, circuitos elementales y filtros.

CE1.3.6: Analizar circuitos y sistemas en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

CE1.7: Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas electrónicos aplicados a la generación, manejo, amplificación, procesamiento, instrumentación y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.

CE1.7.3: Analizar, diseñar, implementar, probar y evaluar circuitos y sistemas para el sensado de variables físicas, adquisición de datos y procesamiento analógico y digital de señales.

Resultados de aprendizaje considerados (lista resumida)

Ser capaz de diseñar, proyectar y calcular esquemas de corrección del factor de potencia (CE1.1, CE1.3, CE1.3.1, CE1.3.5).

Ser capaz de diseñar, proyectar y calcular filtros pasivos (CE1.1, CE1.3, CE1.3.5).

Ser capaz de diseñar, proyectar y calcular interfaces para adaptación de impedancia (CE1.3.6).

Ser capaz de seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada para la implementación de filtros (CE1.7.3).

Ser capaz de seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada para caracterizar la respuesta transitoria de un circuito eléctrico o electrónico lineal (CE1.3.5, CE1.3.6).

Bibliografía

1. "Circuitos Eléctricos". Nilsson J. W., Riedel S.A. - Pearson Alhambra
2. "Circuitos Eléctricos" – Joseph A. Edminister – Serie Schaum.
3. "Análisis de Redes" – Van Valkenburgh.
4. "Networks Synthesis" – Van Valkenburgh.
5. "Estudio de los Circuitos Lineales" – Cassell.
6. "Retroalimentación y Sistemas de Control" – Serie Schaum.
7. "Sistemas Realimentados y de Control" – Benjamín Kuo.
8. "Circuitos Eléctricos" – Introducción al Análisis y Diseño" – Dorf/Svoboda – Editorial Alfaomega.
9. "Análisis de Circuitos en Ingeniería" – Haytt y Kemmerly – Editorial McGraw-Hill.
10. "Principles of Active Networks Synthesis and Design"- Gobind Daryanani – Editorial John Wiley and Sons.
11. "Síntesis de Redes Pasivas" – Guillemin.

Se resalta la relevancia y suficiencia de los apartados 1 y 10 respecto de describir el programa en su conjunto, no obstante, el resto de la bibliografía proporciona miradas y detalles complementarios.