

Asignatura: **Electrónica Analógica 2**

Código: 10-09707

RTF

10

Semestre: Séptimo

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Horas de Práctica

24

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Mediciones Electrónicas
- Electrónica Analógica 1

Contenido Sintético:

- Conexiones especiales con varios transistores.
- Amplificadores en cascada.
- Respuesta en frecuencia de amplificadores.
- Amplificadores realimentados.
- Osciladores.
- Análisis de circuitos.
- Microelectrónica.

Competencias Genéricas:

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Aprobado por HCD: 1054-HCD-2013

RES: Fecha: 29/11/23

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.

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

CE1.3.7: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos y sistemas realimentados.

CE1.7.1: Analizar, diseñar, simular y probar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos para la generación, manejo, amplificación, procesamiento y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.

CE1.7.2: Analizar, diseñar, modelar, simular, utilizar y probar circuitos integrados.

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

Presentación

La asignatura Electrónica Analógica 2 es dictada en el séptimo semestre (cuarto año) de la carrera Ingeniería Electrónica, es de modalidad presencial y tiene una carga horaria de 96 horas. Tiene como objetivo relevante desarrollar competencias para el trabajo con amplificadores lineales multietapas, respuesta en frecuencia, estabilidad, realimentación, osciladores y aplicaciones en microelectrónica.

La temática desarrollada enfatiza los tipos de acoplamiento entre etapas, destacando su aplicación a la microelectrónica. Los osciladores se tratan como un caso particular en la realimentación de los amplificadores.

Electrónica Analógica 2 evoluciona sobre las competencias desarrolladas en Electrónica Analógica 1, analizando y diseñando circuitos multietapas de mayor complejidad, introduce las configuraciones necesarias para la implementación de un amplificador operacional y aborda las herramientas de análisis para estudiar circuitos con estos dispositivos, que serán desarrollados con mayor profundidad en Electrónica Analógica 3.

Al finalizar el curso, los estudiantes serán capaces de analizar y diseñar amplificadores multietapa (con transistores BJT y FET), analizar y diseñar especiales de mediana complejidad, osciladores, utilizar software de simulación e instrumentos de laboratorio para construir circuitos de aplicación de mediana complejidad.

Contenidos

Unidad 1: Conexiones Especiales con Varios Transistores

Introducción. Microelectrónica: proceso de fabricación. Ventajas y restricciones de diseño. Fuentes de Corriente Discretas e Integradas. Cargas Activas. Amplificador D'arlington. Amplificador Cascode. Amplificador Diferencial de tensión. Amplificador Diferencial de Corriente. Aplicaciones. Amplificadores en Cascada. Generalidades. Diferentes Tipos de Acoplamientos Interetapas. Aplicaciones en microelectrónica.

Unidad 2: Respuesta en Frecuencia de Amplificadores

Introducción. Amplificadores con Acoplamiento Capacitivo de Banda Ancha. Análisis y Diseño de la Respuesta en Bajas y Altas Frecuencias. Análisis de la Respuesta en Alta Frecuencia de Etapas Directamente Acopladas.

Unidad 3: Amplificadores Realimentados

Introducción. Diferentes Modalidades : Tensión – Tensión, Tensión-Corriente, Otras. Características de la red de Realimentación. Métodos de Análisis. Efectos de la Realimentación sobre las Características del Amplificador. Efecto sobre la ganancia. Fórmula de Black. Efectos Sobre las Impedancias de Entrada y Salida, Fórmula de Blackman. Efecto de la realimentación sobre el Ancho de Banda. Aplicaciones de Análisis y Diseño. Efecto de la realimentación sobre la linealidad del amplificador. Sensitividad. Estabilidad.

Unidad 4: Estabilidad y Osciladores

Estabilidad: Amplificador realimentado: consideraciones de fase y frecuencia. Márgenes de fase y ganancia. Análisis y diseño.

Osciladores. Criterio de Barkhausen. Distintos tipos de Osciladores: Oscilador por desplazamiento de fase, Oscilador Colpitts, . Oscilador Hartley, Oscilador a Cristal. Aplicaciones.

Metodología

El desarrollo de la asignatura se basa en exposiciones dialogadas, con activa participación de los estudiantes, con material didáctico principalmente en formato digital (apuntes, presentaciones, videos). También se trabaja con referencias bibliográficas de profundización para fomentar el desarrollo del autoaprendizaje.

Las clases son teórico-prácticas dialogadas y el uso principal del pizarrón como herramienta visual. Las clases son interactivas, fomentando la participación de los alumnos, profundizando los conceptos y analizando ejemplos de experiencias de aplicación. Se busca permanentemente el desarrollo del conocimiento y las habilidades de los estudiantes, y se estimula el aprendizaje autónomo.

Las clases teórico prácticas incluyen exposición de temas y conceptos teóricos, resolución de problemas de aplicación y estudio de casos prácticos.

En las actividades de laboratorio los estudiantes aplican lo visto en clases teórico prácticas y desarrollan todo el proceso de diseño, cálculo, simulación, armado y medición de varios circuitos analógicos. Se realizan informes de estos trabajos.

Todo esto se complementa con actividades del aula virtual, como permanentes cuestionarios de autoevaluación y seguimiento de foros de consulta colaborativos.

En el aula virtual se dispone de un compilado de videos de resolución y simulación de todos los ejercicios de la guía de problemas.

Los trabajos de laboratorio se estructuran en cinco fases. La primera fase implica el análisis de saberes, donde los estudiantes estudian y comprenden los conceptos y principios detrás del experimento propuesto. En la segunda fase, realiza un diseño basado en el análisis y los requerimientos de la aplicación. En la tercera fase se lleva a cabo la simulación electrónica utilizando una herramienta adecuada a los circuitos desarrollados. En la cuarta fase se realiza el armado y la medición del prototipo en el laboratorio. Los estudiantes ponen en práctica lo aprendido y construyen el circuito, llevando a cabo mediciones y adquiriendo datos experimentales. Como quinta y última fase, se redacta un informe final donde se analiza y discute los resultados obtenidos, relacionándolos con la teoría, la simulación y extrayendo conclusiones.

Esta última etapa es de suma importancia, dado que allí los estudiantes observan y concluyen varios aspectos del trabajo práctico, lo cual termina por desarrollar las competencias correspondientes.

Evaluación:

La evaluación de la asignatura se realiza a lo largo de todo el cursado y en 3 ejes diferentes:

- La construcción individual de los conocimientos se evalúa semanalmente mediante actividades de autoevaluación de temas puntuales, para luego evaluar la integración de estos recursos mediante exámenes parciales. En los exámenes se enfatiza la capacidad de extrapolar conocimientos a situaciones nuevas, dando importancia al cálculo aproximado y a la comprensión global del problema. La evaluación es una instancia más de aprendizaje, realizándose una devolución general a los alumnos y la opción a revisión.
- Una segunda evaluación se realiza mediante los Trabajos de Laboratorio, que permiten valorar las habilidades prácticas, tanto en simulación, como en armado y medición de circuitos reales. También se evalúa las capacidades de trabajo grupal, la gestión de proyectos, y la elaboración de documentación técnica de nivel profesional.
- Por último, se cuenta con una instancia de coloquio, individual o grupal, en el que se valora el grado de comprensión de los conceptos claves de la asignatura, como también el nivel de asimilación de las herramientas propuestas.

Cada evaluación se realiza mediante rúbricas diseñadas a tal efecto y propuestas por la cátedra.

La calificación final del desarrollo de las competencias a lo largo del semestre se calcula teniendo en cuenta la calificación obtenida en los exámenes (50%), en los Trabajos de Laboratorio (30%) y la valoración global en el coloquio integrador (20%).

Condiciones de aprobación

Condiciones de aprobación sin Examen Final - Promoción.

1. Asistencia:
 - a. Asistir al 65% de clases Teórico- Prácticas.
 - b. Asistir al 80% clases de Resolución de Problemas y de Laboratorio.
2. Aprobar la totalidad de los Trabajos de Laboratorios.
3. Aprobar la totalidad de las instancias de evaluación parcial con un promedio del 70% del puntaje y ningún parcial con puntaje inferior al 60%, con posibilidad de recuperar uno de ellos.
4. Aprobar un coloquio integrador oral.

Condiciones para adquirir la Regularidad

1. Asistencia:
 - a. Asistir al 65% de clases Teórico- Prácticas.
 - b. Asistir al 80% clases de Resolución de Problemas y de Laboratorio.
2. Aprobar con un mínimo de 60% del puntaje al menos el 50% de las instancias de evaluación parcial, con posibilidad de recuperar uno de ellos.
3. Aprobar al menos 2 de los Trabajos de Laboratorios.

Actividades prácticas y de laboratorio

La organización de los trabajos de laboratorios de la materia se distribuyen en 3 trabajos. Los dos primeros son etapas del circuito que conforman el trabajo de laboratorio 3. Esta última actividad tiene como objetivo presentar a los estudiantes un amplificador operacional discreto hecho totalmente con conceptos vistos en la materia y al mismo tiempo poder medir sus características principales.

El informe presentado consta de las siguientes características:

- Simulaciones con software.
- Cálculos teóricos-prácticos.
- Mediciones en el laboratorio.
- Comparación de resultados.

Detalles de las actividades de laboratorio:

1. Laboratorio 1.
 - a. Conexiones especiales con varios transistores. Amplificadores en cascada.
 - i. Multiplicador de V_{be} .
 - ii. Configuración Emisor común para ganancia de tensión y agregado de una configuración Darlington.
 - iii. Compensación por sobrecorriente.
 - iv. Conceptos básicos de realimentación: estabilización del punto de polarización.
2. Laboratorio 2.
 - a. Amplificador diferencial.
 - i. Fuentes de corrientes de polarización. Factor de copiado.
 - ii. Amplificador diferencial.
 1. Rangos de operación modo común y modo diferencial.
 2. Ganancias en modo común y modo diferencial.
 3. RRMC.
 - iii. Sumador de fase.
3. Laboratorio 3.
 - a. Amplificador operacional discreto.
 - i. Carga activa.
 - ii. Lazo de realimentación. Ganancia de tensión.
 - iii. Producto ganancia ancho de banda.
 - iv. Estabilidad. Capacidad de Miller.
 - v. Slew rate.

Resultados de aprendizaje

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.

RA1: Conoce fundamentos básicos de microelectrónica.

RA2: Conoce aplicaciones de los circuitos vistos en el diseño e implementación de circuitos integrados.

RA3: Domina los conceptos de respuesta en frecuencia de amplificadores, estabilidad, compensación y realimentación.

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.

RA4: Modela correctamente amplificadores multietapa con transistores BJT y FET.

RA5: Maneja herramientas de software para diseño y simulación de circuitos electrónicos.

RA6: Analiza y diseña amplificadores de mediana complejidad en baja y media frecuencia.

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

RA7: Reconoce configuraciones básicas circuitales en amplificadores de mediana complejidad.

RA8: Analiza circuitos analógicos de mediana complejidad basados en transistores.

RA9: Identifica las fuentes de corriente, interpretando su función y parámetros de funcionamiento.

RA10: Analiza circuitos osciladores, distinguiendo distintas configuraciones y calculando sus componentes.

RA11: Identifica los componentes que modelan la respuesta en baja frecuencia de amplificadores de banda ancha, y calcula las singularidades que definen sus límites de operación.

RA12: Diseña circuitos de acoplamiento y selecciona componentes para cumplir una especificación de respuesta en baja frecuencia.

RA13: Identifica los parámetros y componentes que modelan la respuesta en alta frecuencia de amplificadores de banda ancha y calcula las singularidades que definen sus límites de operación.

CE1.3.7: Sintetizar, diseñar y analizar circuitos y sistemas realimentados.

RA14: Identifica circuitos realimentados y distingue las distintas modalidades de realimentación.

RA15: Interpreta el efecto de la realimentación sobre la ganancia y aplica correctamente la fórmula de Black.

RA16: Utiliza la fórmula de Blackman para calcular las impedancias en circuitos realimentados.

RA17: Analiza el efecto de la realimentación en la respuesta en frecuencia y determina los límites de operación del circuito realimentado.

RA18. Evalúa las ventajas y limitaciones de circuitos realimentados.

CE1.7.1: Analizar, diseñar, simular y probar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos para la generación, manejo, amplificación, procesamiento y acondicionamiento de energía eléctrica y señales de distinta naturaleza.

RA19. Simula circuitos analógicos complejos y evalúa los resultados, utilizando distintas modalidades de acuerdo al análisis requerido.

RA20: Mide y evalúa circuitos electrónicos analógicos de mediana complejidad.

RA21: Analiza y diseña circuitos analógicos de mediana complejidad.

CE1.7.2: Analizar, diseñar, modelar, simular, utilizar y probar circuitos integrados.

RA22: Simula circuitos analógicos complejos y evalúa los resultados, utilizando distintas modalidades de acuerdo al análisis requerido (CC, CA, etc.).

RA23: Arma prototipos de circuitos analógicos complejos y comprueba su funcionamiento mediante mediciones.

RA24: Conoce las aplicaciones en microelectrónica de amplificadores diferenciales, circuitos especiales y osciladores

RA25: Conoce los bloques internos de un amplificador operaciones y domina sus funcionamiento.

RA26: Diseña, simula y define implementación de circuitos analógicos integrados.

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

RA27: Diseña, simula, arma y prueba amplificadores multietapa con transistores.

RA28: Diseña, simula, arma y prueba osciladores.

CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

RA29: Aplica correctamente conceptos de respuesta en frecuencia y realimentación.

RA30: Extrapola métodos de análisis y diseño a circuitos analógicos nuevos..

CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

RA31: Investiga sobre circuitos analógicos nuevos y sus aplicaciones.

RA32: Demuestra capacidad de aprendizaje autónomo..

Bibliografía

- 1995 - Microelectrónica / Jacob Millman y Arvin Grabel ; tr. Enrique Belza Valls. Editorial: Hispano Europea
- 2003 - Circuitos microelectrónicos : análisis y diseño / Muhammad H. Rashid ; tr. Rodolfo Navarro Salas y Gabriel Sánchez García. Editorial: International Thomson
- 1956 - Electrónica aplicada... / Truman S. Gray ; tr. José Batlle Gayán, José Solé Forés, Luis Ibáñez Morlán. Editorial: Reverté
- 1999 - Electrónica integrada : Jacob Millman, Christos C. Halkias ; tr. Frances Adan i González. circuitos y sistemas analógicos y digitales. Editorial: Hispano Europea
- 1997 - Circuitos y dispositivos microelectrónicos / Mark N. Horenstein ; tr. Gabriel Sánchez García. Editorial: Prentice-Hall Hispanoamericana
- Apuntes de Cátedra