

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| Carrera INGENIERIA EN ELECTRONICA | | |
| Asignatura [3714]-[Electrónica Aplicada II] | | |
| Trayecto Electrónica Analógica | | |
| Año académico 2023 | | |
| Responsable / jefe de cátedra: Pablo Andrés González Galli | | |
| Carga horaria semanal 4hs | Carga horaria total 64hs | Créditos |
| Modalidad: presencial | | |
| Correlativas anteriores: [3708] | | Correlativas posteriores: [3721] |
| Conocimientos necesarios | | |

| Equipo docente | | |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Nombre | Cargo | Título |
| Pablo Andrés González Galli | Profesor Adjunto | Ingeniero en electrónica |
| Adrián Martínez | Jefe de Trabajos Prácticos | Ingeniero en electrónica |

Descripción de la asignatura

La asignatura Electrónica Aplicada II, está planteada como una materia formativa de la especialidad en lo que hace al análisis y estudio los sistemas de procesamiento de señales analógicas, especialmente, los amplificadores lineales, en la que se estudia, la interconexión de componentes electrónicos y las técnicas de diseño de amplificadores, desde el punto de vista de la realimentación, las potencias en juego y la respuesta en frecuencia.

Metodología de enseñanza

Mediante las metodologías de enseñanza que se detallarán, se intenta favorecer el desarrollo de una perspectiva científica de razonamiento que será aplicable también, en el resto de la carrera y en la vida profesional. Dichas metodologías intentan tener en cuenta algunas de las prescripciones derivadas de la actual investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la ingeniería y de las ciencias del aprendizaje en general, en el convencimiento de que un acercamiento entre las prácticas educativas en la formación de futuros/as ingenieros/as y la investigación educativa redundará en una mejora general de dicha formación y de la práctica profesional.

La comprensión, análisis, modelización y síntesis de sistemas electrónicos analógicos lineales abarca varias ramas de la Electrónica Aplicada. Su metodología de análisis comprende diversas técnicas aplicables a distintos tipos de circuitos y es necesario el conocimiento de tales técnicas para su abordaje y resolución.

Es deseable que los/as alumnos/as se orienten a la investigación en el marco de esta casa de estudios. El objetivo es formar profesionales con una capacidad de razonamiento profunda, y que no solo se formen en el aprendizaje sistemático de técnicas operacionales.

La modalidad básica de enseñanza es teórica-práctica. Se realiza el dictado teórico mediante una clase, principalmente expositiva, presencial o virtual, a cargo del docente responsable del

curso y se complementa con ejercicios de ejemplo a cargo de ambos docentes, responsable y ayudante. Esto se realiza en continuo diálogo con los alumnos.

En el caso de las “clases virtuales” la cátedra utiliza una plataforma de virtualización con la cuenta de usuario provista por la Universidad, sumado esto a las herramientas conocidas para las presentaciones, como ser, las aplicaciones del paquete Office. En este caso también utilizamos una cámara para proyectar en tiempo real todo lo que el docente escribe, o bien en un papel sobre su escritorio o en una pizarra. Las clases se graban, y los videos quedan a disposición de los alumnos/as al finalizar la jornada.

Se propone al alumno, durante el dictado, que efectúe la lectura de libros de texto detallados en la bibliografía. El objetivo es desarrollar y afianzar la lecto-comprensión. Se pide en ocasiones, como estrategia para aprovechar las clases teóricas, que los alumnos efectúen la lectura previa de un tema específico, antes de que el mismo sea dictado en clase. Frente al planteo de problemas (ejercicios), se desea que se interpreten correctamente, que se intercambien opiniones entre los alumnos, que se resuelvan, por último, que se obtengan conclusiones. Estas estrategias buscan favorecer las interacciones, mediante la discusión de la bibliografía y durante la resolución de ejercicios, tanto entre estudiantes como entre docentes y estudiantes. Aunque este tipo de prácticas pedagógicas insume más tiempo que la enseñanza tradicional, la investigación muestra que potencia fuertemente el aprendizaje.

En ocasiones, es aconsejable suministrar a los alumnos las figuras y/o diagramas de algún tema en particular, en formato electrónico, a los fines de optimizar el tiempo de clase, y que el alumno y el docente no pierdan tiempo en copiar del pizarrón un esquema complejo, o un desarrollo algebraico extenso y se aproveche el tiempo de clase para el aprendizaje conceptual.

Los recursos didácticos con los que contamos en la Universidad son muy utilizados en las clases. Resumidamente, los mismos son: computadoras, cañón electrónico, software de cálculo como ser Matlab, software de simulación de circuitos (SPICE, Tina, Multisim, etc.). Prácticamente, clase por medio, se plantean resoluciones de ejercicios y diseños (TP – Guías de problemas). En estas clases se utiliza el pizarrón (plataforma virtual en la modalidad virtual) y software de simulación. Para este fin, se asignan a los diferentes grupos de alumnos, formados a comienzo de la cursada, ejercicios y diseños específicos, no repetidos con otros grupos, los cuales deben resolver y entregar para corrección de los docentes. Estos ejercicios podrán ser expuestos por los alumnos, para intercambio de ideas con los otros grupos de alumnos y los docentes.

En relación con la forma de comunicación entre docentes y alumnos, utilizamos en la Cátedra, vía web, la plataforma MIEL. De esta forma tenemos la posibilidad de crear foros de consulta para cada curso, foros entre cursos, entre docentes de la Cátedra, y también podemos compartir material didáctico, como apuntes, guías de ejercicios, guías de T.P. de laboratorio (simulaciones en la cursada virtual), carpetas de entrega de informe con seguimiento de fechas, etc. Buscamos así, utilizar los entornos virtuales para propiciar una mejor interacción entre docentes y estudiantes, innovación que ha mostrado ser positivamente valorada por los y las estudiantes de ingeniería.

Se realiza un trabajo práctico de laboratorio. Generalmente abarca una temática integradora de los temas, como ser, el amplificador de potencia realimentado Clase AB.

Los trabajos de laboratorio se realizan en grupos de 4 alumnos típicamente.

La asistencia es obligatoria tal como la entrega de un informe. Dicho informe consta básicamente de la resolución práctica del diseño propuesto, de la comparación entre los valores calculados, los simulados y los medidos y las conclusiones finales. A su vez se requiere documentación fotográfica de las señales observadas en el osciloscopio.

También deben detallarse los modelos de los instrumentos utilizados y sus principales características.

Cada mesa de trabajo consta como mínimo de dos fuentes de alimentación, un generador de señales, un osciloscopio, placas experimentales y cables varios necesarios para las interconexiones.

Objetivos de aprendizaje

- Entender el funcionamiento de los sistemas y dispositivos electrónicos básicos, tanto discretos como integrados.
- Adquirir una visión real y tangible de tales sistemas y dispositivos, en términos de dimensiones, intensidades de corriente, tensiones, niveles de potencia, criterios de utilización, rendimiento, etc.
- Poder entender las características, ventajas y desventajas de los transistores bipolares, y de efecto de campo (JFET y MOSFET).
- Entender la función del amplificador diferencial, sus ventajas y sus técnicas de diseño, como puntapié inicial al diseño interno de los amplificadores operacionales.
- Estudiar las señales más comunes de excitación dentro del campo de la electrónica analógica.
- Poder interpretar las especificaciones de los fabricantes (hojas de datos) de un componente, un producto o sistema.
- Poder elegir adecuadamente un componente electrónico. Saber interpretar los datos de regímenes máximos y área de operación segura (SOA).
- Poder modelizar y definir funcionalmente un dispositivo o sistema electrónico, así como también, verificar o diseñar amplificadores con componentes discretos o integrados.
- Estudiar, entender y familiarizarse con las técnicas y tecnologías actuales de diseño de los circuitos integrados lineales.
- Entender el funcionamiento interno y las aplicaciones básicas de los amplificadores operacionales. Conocer las hipótesis de AOP ideal y en qué casos puede este componente suponerse como tal.
- Aprender los principios de funcionamiento de los amplificadores clase B y las técnicas de polarización de los mismos.
- Diseñar amplificadores de potencia clase AB.
- Conocer los tipos de distorsión en los amplificadores de potencia.
- Poder comparar las mejoras de rendimiento del amplificador clase B respecto al clase A.
- Estudiar las técnicas de diseño de los amplificadores integrados de potencia.
- Adquirir los conocimientos relacionados con el diseño interno de Amplificadores Operacionales con tecnología CMOS.
- Adquirir técnicas de análisis y diseño referidas a la respuesta en frecuencia de un sistema analógico. Utilización de herramientas de simple inspección.
- Comprender las causas de la inestabilidad de un sistema. Diseñar redes de compensación.
- Aprender a proyectar fuentes de alimentación reguladas y estabilizadas.
- Utilizar de manera correcta el instrumental de laboratorio. Poder interpretar las especificaciones de los instrumentos de medición.
- Explorar el uso de las diversas herramientas de simulación por computadora.

- Utilizar los simuladores como soporte para los diseños.
- Reafirmar conocimientos sobre la transmisión del calor y la disipación en semiconductores de potencia. Calcular disipadores y estimar las temperaturas de trabajo.
- Reafirmar técnicas básicas de diseño de circuitos impresos en sistemas de potencia.

Contenidos mínimos

Respuesta en frecuencia de amplificadores
 Efecto Miller. Método de las constantes de tiempo
 Respuesta a señales rectangulares
 Estabilidad. Margen de fase y de ganancia
 Redes de compensación
 Respuesta en frecuencia de sistemas realimentados
 Amplificadores de potencia de baja frecuencia
 Fuentes de alimentación reguladas
 Amplificadores operacionales avanzados

Competencias a desarrollar

Genéricas

Aprendizaje continuo.
 Actuación profesional ética y responsable.
 Comunicación efectiva.
 Desempeño en equipos de trabajo.
 Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Específicas

Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería electrónica.
 Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería electrónica.
 Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica.
 Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería electrónica.
 Planteo, interpretación, modelado, implementación, resolución, análisis y síntesis de circuitos y sistemas electrónicos.
 Proyecto, diseño y cálculo de sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas 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.

Programa analítico

| | |
|----------|--|
| Unidad 1 | RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AMPLIFICADORES - Modelo para alta frecuencia para los transistores bipolares y unipolares. Obtención y corrección de datos a partir de los manuales. Respuesta de frecuencia de amplificadores diferenciales-etapa emisor común o fuente común para transistores integrados. Determinación de Transferencias. Diagrama de polos y ceros. resolución aplicando el método de polos y ceros y el método de Bode. Simple inspección y constantes de tiempo. Respuesta de frecuencia para una etapa base común, compuerta común, colector común y drenaje común. Respuesta de frecuencia de multietapas. |
|----------|--|

| | |
|----------|---|
| | Ejemplo: Amplificador cascode. Relación entre la respuesta en frecuencia y la respuesta temporal. Medición mediante señales rectangulares. Empleo del simulador con ordenador. |
| Unidad 2 | ESTABILIDAD DE LOS CIRCUITOS REALIMENTADOS – OSCILADORES - Respuesta de frecuencia de amplificadores multietapas realimentados en función del margen de fase. Determinación de la máxima realimentación posible sin afectar la estabilidad (método del margen de fase). Compensación. Su utilización para aumentar la cantidad de realimentación. Compensación interna y externa de amplificadores operacionales. Análisis del Operacional 741, 301, etc. Error dinámico en función de la frecuencia. Respuesta temporal para señales débiles: tiempo de establecimiento (Rise Time). Respuesta temporal para señales fuertes: velocidad de excursión (Slew Rate). Diferenciador e Integrador: Análisis de la transferencia de señal y de la estabilidad. Osciladores senoidales puente de Wien y desplazamiento de fase. Simulación por computadora. |
| Unidad 3 | AMPLIFICADORES DE POTENCIA DE BAJA FRECUENCIA - Amplificadores de potencia Clase A. Potencia de salida, de entrada y disipada. Rendimiento. Distorsión armónica y de Intermodulación. Cálculo de disipadores. Verificaciones. Amplificadores de potencia simétricos Clase B. Relaciones de Potencia, Rendimiento y Distorsión. Análisis de una etapa de salida complementaria y de una cuasi complementaria. Salidas D'Arlington. Comparación entre etapas de salida bipolares y Mosfet. Ventajas y desventajas. Distorsión de Cruce. Verificaciones y Diseños. Etapa Excitadora, uso del "bootstrap" o de fuente de corriente constante. Etapa Pre-excitadora. Realimentación del sistema. Sensibilidad y Ajustes de la distorsión de cruce y del recorte simétrico. Nociones de los principios de funcionamiento de los amplificadores clase D. Mejora del rendimiento. Simulación por computadora. |
| Unidad 4 | FUENTES DE ALIMENTACIÓN - Fuentes de alimentación de media onda y de onda completa. Filtros de ripple. Cálculo de fuentes usando las curvas de SHADE. Fuentes reguladas usando diodos ZENNER. Fuentes de alimentación reguladas realimentadas. Principio de funcionamiento. Fuentes reguladas usando amplificadores operacionales. Cálculo de la resistencia de salida y del porcentaje de regulación. Diseño de tensiones de referencia. Referencia Zener a corriente constante y bandgap. Diseño de protecciones contra cortocircuitos. Reguladores monolíticos de tres terminales de tensión de salida fija y de salida variable. Utilización de un Amplificador Operacional con transistor de paso. |

Planificación de actividades

| Semana | Clase | Actividad | Tipo | Duración | Unidad |
|----------|-------|---|-----------------|----------|--------|
| Semana 1 | 1 | RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AMPLIFICADORES | Teoría | 4hs | 1 |
| Semana 2 | 2 | RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AMPLIFICADORES | Teoría/práctica | 4hs | 1 |
| Semana 3 | 3 | RESPUESTA EN FRECUENCIA DE AMPLIFICADORES | Teoría/práctica | 4hs | 1 |

| | | | | | |
|-----------|----|--|-----------------------|-----|---|
| Semana 4 | 4 | ESTABILIDAD DE LOS CIRCIUTOS REALIMENTADOS | Teoría | 4hs | 2 |
| Semana 5 | 5 | ESTABILIDAD DE LOS CIRCIUTOS REALIMENTADOS | Teoría/práctica | 4hs | 2 |
| Semana 6 | 6 | ESTABILIDAD DE LOS CIRCIUTOS REALIMENTADOS | Teoría/práctica | 4hs | 2 |
| Semana 7 | 7 | AMPLIFICADORES DE POTENCIA | Teoría | 4hs | 3 |
| Semana 8 | 8 | AMPLIFICADORES DE POTENCIA | Teoría/práctica | 4hs | 3 |
| Semana 9 | 9 | AMPLIFICADORES DE POTENCIA | Teoría/práctica | 4hs | 3 |
| Semana 10 | 10 | AMPLIFICADORES DE POTENCIA | Teoría/práctica | 4hs | 3 |
| Semana 11 | 11 | FUENTES DE ALIMENTACIÓN | Teoría | 4hs | 4 |
| Semana 12 | 12 | FUENTES DE ALIMENTACIÓN | Teoría/práctica | 4hs | 4 |
| Semana 13 | 13 | FUENTES DE ALIMENTACIÓN | Teoría/práctica | 4hs | 4 |
| Semana 14 | 14 | Evaluación | TP Laboratorio | 4hs | |
| Semana 15 | 15 | Evaluación | Parcial | 4hs | |
| Semana 16 | 16 | Evaluación | Recuperatorio | 4hs | |

| Evaluación |
|---|
| <p>Descripción del proceso evaluativo desarrollado por la cátedra</p> <p>Requisitos formales: Se realizará una <i>evaluación parcial</i> escrita y un <i>trabajo práctico de instrumental de laboratorio</i> durante la cursada. Se asigna para recuperatorio una sola fecha para alguna de las dos evaluaciones.</p> <p>El trabajo práctico de laboratorio abarca principalmente el estudio de los amplificadores de potencia de baja frecuencia del tipo Clase AB. Tiene como objetivo principal poner en práctica las técnicas de diseño estudiadas en clase mediante la verificación de un proyecto realizado e implementado por los alumnos.</p> <p>El examen parcial es una evaluación del tipo integradora, pero principalmente centrada en las unidades que estudian la respuesta en frecuencia de sistemas a lazo abierto, así como también de los sistemas realimentados y la estabilidad de estos últimos.</p> <p><u>Aprobación de los Trabajos Prácticos (Materia "firmada")</u></p> <p>Se requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haber asistido a la práctica (TP) de laboratorio. Haber entregado y aprobado el informe correspondiente en tiempo y forma. • La aprobación del examen parcial. <p><u>Aprobación de la Materia</u></p> <p><u>Metodología de Evaluación para el examen final</u></p> |

Se corresponde con un examen escrito de aproximadamente 2 horas de duración de carácter obligatorio. El mismo se compone mayormente de ejercicios prácticos, pudiendo contener además preguntas conceptuales o breves desarrollos deductivos de temas el programa analítico.

Opción de Promoción (aprobación directa sin rendir examen final)

Se requiere para promocionar la asignatura:

- Aprobación del examen parcial y TP de Laboratorio cumpliendo los requisitos de aprobación directa.
- Se le otorgará al alumno un solo recuperatorio para poder promocionar. La nota obtenida en el recuperatorio para promocionar “pisa” a la anterior, aunque el parcial original estuviese aprobado.

| Bibliografía obligatoria | | | | |
|---|--------------------------------|------------------|----------------|------------|
| Título | Autor | Editorial | Edición | Año |
| Microelectronic Circuits | Sedra, Smith, Carusone, Gaudet | Oxford | 8va | 2019 |
| Design Of Analog Cmos Integrated Circuit | Razavi | Mc Graw Hill | 2da | 2017 |
| Fundamentals of Microelectronics | Razavi | Wiley | 3ra | 2021 |
| Microelectronic Circuits: Analysis and Design | Rashid | Academic Press | 3ra | 2016 |
| Electronic Devices and Circuit Theory, 11e | Boylestad, Nashelsky | Pearson | 11na | 2015 |

| Bibliografía complementaria recomendada | | | | |
|---|---------------------------|------------------|----------------|------------|
| Título | Autor | Editorial | Edición | Año |
| Analysis and Design of Analog Integrated Circuits | Gray, Hurst, Lewis, Meyer | Wiley | 2009 | 5ta |
| Circuitos Electrónicos (Spanish Edition) | Schilling, Belove | Mc Graw Hill | 1993 | 3ra |
| Understanding Microelectronics: A Top-Down Approach | Maloberti | Wiley | 2011 | 1ra |

| | |
|------------------------------------|--|
| Otros recursos obligatorios | |
| Nombre | |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Otros recursos complementarios | |
| Nombre | |