

Asignatura: **Dispositivos Electrónicos**

Código:	RTF	6
Semestre: Cuarto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	16

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Taller y Laboratorio
- Física 1

Contenido Sintético:

- Física de los semiconductores.
- Dispositivos semiconductores.
- Componentes Pasivos.
- Diodos, en CC y CA.
- Polarización de transistores de distintas tecnologías.
- El transistor como amplificador.
- Amplificador operacional ideal, configuraciones básicas.

Competencias Genéricas:

- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG10: Actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

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.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

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

Presentación

Dispositivos Electrónicos es una asignatura que pertenece al cuarto semestre (segundo año) de la carrera Ingeniería Electrónica.

Al momento de comenzar la asignatura, el estudiante ya ha cursado Taller y Laboratorio y las materias relacionadas con las matemáticas, lo que le permite transitar por la materia con los conceptos necesarios para modelizar en forma básica los circuitos electrónicos elementales con sus componentes asociados, permitiéndole realizar análisis de circuitos electrónicos simples y su diseño elemental.

El objetivo de la asignatura es brindar los saberes elementales (teóricos y prácticos) sobre electrónica analógica y sus componentes fundamentales (diodos, transistores y amplificadores operacionales) para que el estudiante pueda comenzar a trabajar con circuitos sencillos, como rectificadores, conmutadores y amplificadores sencillos. También amplía el estudio y utilización de componentes pasivos elementales, como resistores, capacitores inductores.

Al culminar la materia, comprenderá el funcionamiento de uniones de semiconductores y dominará las técnicas básicas de circuitos analógicos elementales, podrá seleccionar y utilizar transistores como llaves y comprenderá el concepto de amplificación. También podrá armar circuitos muy básicos con amplificador operacionales. Todo esto, al combinarse con otras asignaturas del área digital, permiten al estudiante tener una introducción básica al apasionante mundo de la electrónica.

La materia tiene una orientación práctica, se contempla un enfoque constructivista y una metodología de enseñanza-aprendizaje centrada en el estudiante, enfocada por competencias.

Algunos de los contenidos se comparten con la asignatura Física 2, que se dicta en el mismo semestre, por lo que se articula con esta materia el orden de dictado de algunos conceptos, como análisis de circuitos y elementos pasivos.

Contenidos

Unidad 1. Física de los semiconductores

Estructura atómica y modelos atómicos. Propiedades del átomo. Capas y niveles de energía. Enlaces covalentes. Ionización. Aislantes, características atómicas. Conductores, características atómicas. Semiconductores, características atómicas y su ubicación en la tabla periódica. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos. Dopado. Análisis por bandas de energía. Semiconductores tipo N y tipo P. La juntura P-N, tipos y características, zona de empobrecimiento. Potencial de barrera. Análisis por el modelo de bandas de energía. Dispositivos Semiconductores.

Unidad 2. Componentes pasivos

Elementos pasivos en circuitos electrónicos. Resistencias, Capacitancias, Inductancias. Concepto de Impedancia. Circuitos serie y paralelo con elementos pasivos. Cálculo de Tensiones, Corrientes e Impedancias en circuitos sencillos. Análisis de circuitos con elementos pasivos.

Unidad 3. Diodos de unión, en CC y CA

Análisis de comportamiento de la juntura. Polarización directa, efectos sobre la región de empobrecimiento. Potencial de barrera. Polarización inversa, corriente y ruptura inversa. Característica Tensión-Corriente. Resistencia dinámica. Efectos de la temperatura. Modelo ideal. Polarización. Tipos, encapsulados, hojas de datos y selección. Rectificadores de corriente alterna, circuitos. Diodos Zener, regulación de tensión. Diodos LED, tipos y aplicaciones.

Unidad 4. Transistores bipolares (BJT)

Estructura de las junturas. Funcionamiento. Tipos y símbolos. Polarización básica, corrientes y tensiones. Curvas características, parámetros del transistor. Ecuaciones de polarización básica. Corte y saturación. Recta de carga. Disipación de potencia. Hojas de datos y tipos de encapsulados, selección. Amplificador en configuración de emisor común, ecuaciones. El punto Q. Recta de carga de corriente continua y de corriente alterna. Condensadores de desacople de entrada, carga y de emisor. Formas de onda de entrada y salida. Efectos del corte y saturación en la forma de onda de salida. Análisis y simulaciones. El transistor bipolar como llave. Circuitos sencillos. Concepto de Amplificación.

Unidad 5. Transistor de efecto de campo (FET)

Estructura de las junturas. Funcionamiento. Tipos y símbolos. Polarización, corrientes y tensiones. Características y parámetros, curvas. Característica de transferencia. Encapsulados y hojas de datos. Autopolarizado. Polarizado por divisor de tensión. Análisis gráfico, punto de trabajo. Circuito amplificador de corriente alterna. Condensadores de desacople. Formas de onda. El transistor de efecto de campo como llave. Circuitos sencillos.

Unidad 6. Amplificador operacional ideal, configuraciones básicas

Diagrama en bloques y símbolo. Características del amplificador operacional ideal: impedancia de entrada, impedancia de salida, ganancia. Funcionamiento. Conceptos de modo común y modo diferencial. Rechazo de modo común. Polarización. Realimentación negativa. Ganancia del amplificador. Comparador. Amplificador No Inversor. Amplificador Inversor. Sumador. Integrador, Derivador. Amplificador Diferencial con operacionales.

Unidad 7. Emprendedorismo

Conceptos de Emprendedorismo. Emprendedorismo en Ingeniería Electrónica.

Metodología

La asignatura se dicta en el segundo semestre y sus contenidos tienen como objetivo contribuir al desarrollo de las competencias establecidas para la materia. Para ello la metodología de enseñanza-aprendizaje se estructura en clases teórico-prácticas de guía, orientación y consultas, junto con el análisis y discusión de los distintos temas del programa. En tal sentido, se plantean diferentes situaciones y problemáticas reales sobre las que los alumnos deben trabajar apoyándose en el material de estudio propuesto, y así se resuelven circuitos amplificadores básicos. Todo este trabajo se sintetiza en los informes que se presentan en las clases y exposiciones sucesivas.

El proceso de aprendizaje se completa con la realización de trabajos prácticos, ya sea por simulación o por armado y medición de prototipos.

Evaluación

El desarrollo de las competencias se evalúa en dos tres instancias: evaluación continua sobre los informes presentados en las clases guías teórico-prácticas, evaluación integradora mediante coloquio al finalizar la asignatura y comprobación de funcionamiento de los trabajos prácticos. En las dos últimas, los estudiantes son interrogados sobre diferentes aspectos de su trabajo y tienen la oportunidad de defenderlo mediante argumentaciones basadas en lo aprendido en la materia. Las evaluaciones se realizan mediante las rúbricas diseñadas a tal efecto y propuestas por la cátedra. Se utiliza una rúbrica para cada actividad de evaluación.

Condiciones de aprobación

Condiciones de Regularización:

Aprobar los trabajos prácticos de laboratorios, incluyendo el armado de los circuitos correspondientes y su verificación de funcionamiento. Los trabajos prácticos de laboratorio deben ser corregidos hasta que estén en condiciones de aprobación.

Condiciones de Promoción:

Además de cumplir con las condiciones de regularización, aprobar un coloquio integrador, evaluado mediante rúbrica, que versa sobre los contenidos de la asignatura en relación a los trabajos prácticos de laboratorio elaborados.

Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizarán tres diseños básicos: Amplificador con transistor bipolar (BJT), Amplificador con transistor de efecto de campo (FET) y Amplificador con operacionales.

A partir de los diseños, se construyen los circuitos correspondientes, verificándose su funcionamiento con el instrumental en el laboratorio.

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.

Dada la generalidad de esta competencia y su alto grado de aplicación, no se realiza el desagregado de la misma. La materia contribuye a desarrollar las habilidades básicas que luego permitirán desarrollar esta competencia.

CE1.3.2 Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

RA1. Conoce el funcionamiento básico y aplicaciones de resistencias, capacitancias e inductancias.

RA2. Conoce el funcionamiento básico y aplicaciones de transistores BJT y FET.

RA3. Analiza y diseña circuitos con diodos.

RA4. Realiza el análisis de circuitos básicos, pudiendo reconocer configuraciones elementales.

RA5. Es capaz de realizar el diseño de circuitos simples de amplificadores, armarlos y medirlos en laboratorio para verificar su conformidad con las condiciones de funcionamiento solicitadas.

RA6. Utiliza los conocimientos teóricos para interpretar las hojas de datos de los dispositivos (diodos, transistores BJT, transistores FET).

RA7. Domina conceptos de funcionamiento en CC y CA

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

RA8. Comprende los conceptos básicos de impedancias, acople y desacople de corriente continua.

RA9. Analiza circuitos con componentes pasivos (resistores, capacitores, inductores).

RA10. Diseña circuitos con componentes pasivos (resistores, capacitores, inductores).

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

RA11. Calcula correctamente tensiones, corrientes y potencias en circuitos analógicos simples.

RA12. Simula circuitos analógicos simples y evalúa los resultados.

RA13. Arma prototipos de circuitos analógicos simples y comprueba su funcionamiento mediante mediciones.

CG10: Actuar con espíritu emprendedor.

RA14. Conoce conceptos de emprendedorismo.

Bibliografía

- Thomas L. Floyd. Dispositivos Electrónicos. Octava edición, México 2008
- Donald L. Schilling, Charles Belove . Circuitos electrónicos discretos e integrados. Editorial Marcombo, Barcelona.
- Boylestad, Rober – Nashelsky Louis. Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos – Editorial Pearson
- www.alldatasheet.com

Asignatura: **Electrónica Digital 2**

Código:	RTF	10
Semestre: Cuarto	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrónica Digital 1

Contenido Sintético:

- Arquitectura de Procesadores.
- Conjunto de Instrucciones.
- Programación.
- Técnicas de Direccionamiento.
- Entorno de Desarrollo.
- Control y Sincronización.
- Periféricos.
- Conectividad.
- Dispositivos Lógicos Programables.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

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.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.

CE1.4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.

CE1.4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.

CE1.4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE1.4.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos (hardware/software).

CE1.4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.

Ingeniería Biomédica

CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.

CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

Ingeniería en Computación

CE2.4: Analizar, modelar, diseñar, desarrollar y probar circuitos electrónicos digitales

CE4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.

CE4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.

CE4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE4.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos (hardware/software).

CE4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.

CE7.2.2 Sintetizar, diseñar, desarrollar y analizar programas lenguajes de programación de bajo nivel, como C y C++.

CE7.2.3 Seleccionar y utilizar entornos de desarrollo integrados (IDE) y herramientas de depuración específicas para este tipo de sistemas.

CE7.2.4 Conocer y analizar la arquitectura interna de los sistemas embebidos, incluyendo microcontroladores, microprocesadores y sistemas en chip (SoC).

Presentación

La materia Electrónica Digital 2 se dicta en el cuarto semestre (segundo año) para las carreras Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación, y en el sexto semestre (tercer año) para la carrera Ingeniería Biomédica.

A aborda el estudio y aplicación de sistemas digitales basados en microprocesadores, microcontroladores y dispositivos programables, poniendo foco en el análisis, diseño, prueba, depuración, medición y evaluación de los mismos, a la vez que incluye prácticas de armado y manejo de herramientas de desarrollo.

A lo largo del curso los estudiantes exploran los componentes esenciales de sistemas digitales y desarrollan competencias para analizar, diseñar, construir, medir y evaluar circuitos electrónicos basados en microprocesadores, y también para diseñar, programar y depurar hardware y software de sistemas embebidos.

Se estudia la arquitectura de microprocesadores, el diseño de circuitos digitales, la programación de sistemas embebidos y la resolución de problemas relacionados con la interacción entre hardware y software. La materia brinda a los estudiantes las herramientas necesarias para trabajar en el emocionante campo de la electrónica digital y prepara a los futuros ingenieros para enfrentar los desafíos de la era digital.

El conjunto de saberes y prácticas desarrollados durante el cursado de la asignatura da a los estudiantes la posibilidad de aprender en forma autónoma el trabajo con cualquier dispositivos similar que puedan abordar en materias posteriores, o bien en su desempeño profesional.

Contenidos

ARQUITECTURA DE PROCESADORES

Introducción a la arquitectura de procesadores: conceptos básicos, arquitectura de procesadores en la computación. Distintas arquitecturas. Unidades funcionales: unidades de ejecución en un procesador, Unidad Aritmética Lógica (ALU), unidad de control. Pipeline de instrucciones: funcionamiento del pipeline de instrucciones en un procesador, mejoramiento de eficiencia de la ejecución. Jerarquía de memoria, caché, RAM, memoria virtual. Arquitecturas Complex Instruction Set Computer (CISC) y Reduced Instruction Set Computer (RISC). Multinúcleos y paralelismo: procesadores multinúcleo y técnicas de paralelismo en arquitectura de procesadores. Sistemas embebidos: definición, características y aplicaciones.

CONJUNTO DE INSTRUCCIONES

Tipos de instrucciones: Clasificación de las instrucciones en arquitectura de procesadores (carga, almacenamiento, aritméticas, de control). Formatos de instrucciones. Modos de direccionamiento (inmediato, directo, indirecto y relativo). Instrucciones de salto y bifurcación, su función en el flujo del programa. Instrucciones especiales.

PROGRAMACIÓN

Lenguajes de programación. Programación en ensamblador. Programación de bajo nivel vs. alto nivel, comparación. Depuración y optimización. Desarrollo de software embebido. Consideraciones específicas para el desarrollo de software embebido en sistemas con recursos limitados. Programación paralela: Conceptos básicos y maximización del rendimiento del hardware.

TÉCNICAS DE DIRECCIONAMIENTO

Direccionamiento absoluto. Direccionamiento relativo. Direccionamiento indirecto. Direccionamiento inmediato. Direccionamiento indexado. Direccionamiento por registro.

ENTORNO DE DESARROLLO

Herramientas de desarrollo: ensambladores, compiladores, depuradores, entornos, simuladores, emuladores. Entorno de simulación: depuración de programas de sistemas embebidos. Emuladores de procesadores. Entorno de desarrollo integrado (IDE), configuración. Herramientas de análisis de rendimiento de código.

CONTROL Y SINCRONIZACIÓN

Flujo de control: bucles, condicionales y saltos. Interrupciones, manejo de interrupciones y rutinas de servicio de interrupciones (ISR). Temporización y relojes. Sincronización de procesos. Gestión de recursos compartidos en sistemas multitarea. Barreras de sincronización. Control de errores y excepciones.

PERIFÉRICOS

Definición de periféricos y sus funciones. Interacción con la CPU. Tipos de periféricos (entrada, salida, almacenamiento, etc.). Interfaces de periféricos (USB, HDMI, SATA, etc.). Controladores de periféricos. Mapeo de periféricos en direcciones de memoria. Comunicación serie y paralela, diferencias, ventajas y desventajas. Principales tecnologías de comunicaciones serie y paralelo.

CONECTIVIDAD

Fundamentos de redes de comunicaciones de datos (LAN, WAN, Internet). Protocolos de comunicación (TCP/IP, HTTP, FTP, etc.) Topologías de redes (estrella, bus, anillo, malla). Redes inalámbricas. Conectividad de dispositivos. Fundamentos de seguridad en redes (firewall, VPN, medidas de protección de datos). Internet de las cosas (IoT).

DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES

Introducción a los Dispositivos Lógicos Programables (PLD) y su utilidad en la electrónica digital. Matrices de Compuertas Programables en Campo (FPGA). Comparación entre PLD y FPGA, aplicaciones. Lenguajes de Descripción de Hardware (HDL): VHDL, Verilog. Diseño y síntesis en PLDs. Implementación de funciones lógicas en PLDs. Programación de dispositivos.

Metodología

Los fundamentos y conceptos teóricos se comparten a través de exposiciones dialogadas del docente orientadas a desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar, diseñar e implementar circuitos y sistemas utilizados en la Electrónica Digital.

Durante el desarrollo de los Trabajos Prácticos se realizan actividades que le permiten al estudiante poner en práctica las habilidades y verificar los criterios de diseño, así como la realización de actividades de proyecto, diseño, construcción y puesta a punto. Siempre estimulando el autoaprendizaje, con la permanente guía del docente.

Por otra parte, en las clases de laboratorio el alumno verifica, a través de simulaciones, el software desarrollado utilizando herramientas de simulación.

El desarrollo del curso se realiza en base a alguno de los microprocesadores de actualidad, de acuerdo al estado del arte, y seleccionado especialmente para fines didácticos. En las

primeras semanas se trabaja en el diseño del sistema electrónico basado en este procesador, y el resto del semestre se continúa trabajando sobre esta plataforma.

Asociado con este desarrollo se establecen los primeros diseños (como resolución problemas de aula) de las distintas partes que lo componen, y utilizando este sistema digital como "pivote" se introducen microcontroladores integrados, su programación y la utilización de herramientas de simulación para la depuración del software.

También se promueve intensamente la interacción entre los/las estudiantes, incluyendo el trabajo colaborativo y en grupos.

Clases Teóricas:

- En las Clases Teóricas se introduce al estudiante en la arquitectura y funcionamiento de los microprocesadores.
- Se desarrolla un microprocesador didáctico elemental propio de cada curso, utilizando y aplicando los circuitos digitales básicos estudiados.
- En la primera parte se introducen todos los temas principales de la materia.
- La materia avanza en forma "espiral", es decir, cada tema se vuelve a ver una y otra vez con mayor profundidad y detalle cada vez.
- A cada elemento nuevo teórico le corresponde una parte práctica.

Clases Prácticas:

- Resolución de problemas
- Desarrollo de rutinas de software con utilización intensiva de ensambladores y simuladores.
- Diseño, construcción, puesta a punto, demostración de funcionamiento e informe final de proyecto individuales y proyectos grupales de dos o tres alumnos.
- Todos los proyectos son distintos, pero tienen una base común de requisitos que satisfacen y aseguran los conocimientos mínimos necesarios.

Proyectos

- Diseño del circuito asociado al proyecto
- Construcción
- Desarrollo del software de ensayo y verificación del hardware
- Desarrollo del software del proyecto
- Depuración
- Pruebas finales de funcionamiento
- Redacción de un Informe de todo lo realizado

Evaluación

La evaluación del desarrollo de las competencias se lleva a cabo a través de una combinación de exámenes escritos, trabajos prácticos y proyectos. Los exámenes evalúan la comprensión de los estudiantes sobre los principios fundamentales, la arquitectura de microprocesadores y el diseño de circuitos digitales, es decir, se evalúa el "saber conocer". Los trabajos prácticos permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos en la construcción y puesta a punto de sistemas digitales complejos y evaluar el "saber hacer". Los proyectos desafían a los estudiantes a diseñar y desarrollar soluciones completas

basadas en microprocesadores, demostrando su capacidad para integrar el hardware y el software de manera efectiva, tanto a nivel individual como grupal (equipos de trabajo), aquí se evalúa el “saber hacer” y “saber ser”, es decir, cómo se efectivizan esos proyectos. La evaluación continua, la retroalimentación constructiva y la participación activa en clase también son consideradas para medir el progreso y el logro de los objetivos de aprendizaje. Las evaluaciones se realizan mediante rúbrica diseñada para cada actividad.

Criterios de Evaluación y Puntuación

CATEGORÍA: Arquitectura de Procesadores

- Comprensión de Conceptos Fundamentales (Puntuación máxima: 20 puntos):

Evaluación del conocimiento básico sobre arquitectura de procesadores, incluyendo unidades funcionales, jerarquía de memoria, y tipos de arquitecturas (CISC, RISC).

- Dominio de Instrucciones (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la capacidad para explicar y clasificar diferentes tipos de instrucciones, así como comprender formatos y modos de direccionamiento.

- Habilidad de Programación (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la capacidad para escribir código en ensamblador y lenguajes de bajo nivel, además de depurar y optimizar programas.

CATEGORÍA: Entorno de Desarrollo

- Uso de Herramientas de Desarrollo (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la competencia en el uso de herramientas de desarrollo, como ensambladores, compiladores, emuladores y entornos de simulación.

- Configuración del Entorno (Puntuación máxima: 10 puntos):

Evaluación de la habilidad para configurar un entorno de desarrollo adecuado y utilizar herramientas de análisis de rendimiento.

CATEGORÍA: Control y Sincronización

- Gestión del Flujo de Control (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la comprensión y la aplicación de técnicas de flujo de control, incluyendo bucles, condicionales y manejo de excepciones.

- Manejo de Interrupciones (Puntuación máxima: 10 puntos):

Evaluación de la capacidad para gestionar interrupciones y desarrollar rutinas de servicio de interrupciones (ISR).

CATEGORÍA: Periféricos y Conectividad

- Conocimiento de Periféricos (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la comprensión de los tipos de periféricos, interfaces y controladores de periféricos.

- Conectividad y Redes (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la familiaridad con conceptos de redes, protocolos de comunicación, seguridad en redes y IoT.

CATEGORÍA: Dispositivos Lógicos Programables

- Dominio de PLDs (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la comprensión de conceptos de dispositivos lógicos programables, lenguajes HDL y diseño de circuitos.

- Programación de PLDs (Puntuación máxima: 10 puntos):

Evaluación de la capacidad para programar y cargar configuraciones en dispositivos lógicos programables.

Condiciones de aprobación

PROMOCIÓN DIRECTA

- Asistencia clases Teórico-Prácticas del 80%, como mínimo.
- Asistencia prácticos de laboratorio del 80%, como mínimo.
- Aprobación del 100 % de los trabajos prácticos.
- Aprobación del Trabajo Individual.
- Aprobación del Trabajo Grupal.
- Aprobación de tres instancias de evaluación escritas, con tema único y simultáneo a la totalidad de los inscriptos.
- Coloquio final integrador, dialogado (exceptuable para estudiantes cuyo promedio general sea igual o mayor a 7).

REGULARIZACIÓN

- Asistencia clases Teórico-Prácticas del 80%, como mínimo.
- Asistencia prácticos de laboratorio del 80%, como mínimo.
- Aprobación del 100 % de los trabajos prácticos.
- Aprobación del Trabajo Individual.
- Aprobación del Trabajo Grupal.
- Aprobación de al menos una instancia de evaluación escrita, con tema único y simultáneo a la totalidad de los inscriptos.

Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizan problemas de aula y prácticos de laboratorio con diseños elementales.

En la parte final de la materia (últimas 7 semanas) se establece un Proyecto Individual de Laboratorio que los estudiantes deben planificar, diseñar, simular, construir, poner a punto, medir, evaluar e informar (redactar un informe), con asistencia continua del docente. Este proyecto debe contener como mínimo el manejo de interrupciones e interfaces como mini-teclado, display, control de interruptores, motores paso a paso, etc.

En la definición del Proyecto Individual de Laboratorio se tienen muy en cuenta los intereses particulares de cada alumno. Se trata de que el proyecto en cuestión, contenga los requisitos establecidos para el mismo por la cátedra.

Se desarrolla también un trabajo grupal donde se desarrollan habilidades para trabajo en equipo.

Resultados de aprendizaje

El desarrollo de las competencias se evalúa con los siguientes resultados de aprendizaje (indicadores de desempeño):

De las competencias genéricas:

CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos):

- Concibe y planifica proyectos de ingeniería: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben concebir y planificar un proyecto de ingeniería, incluyendo objetivos, recursos y cronograma.
- Diseña y desarrolla soluciones técnicas: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para diseñar y desarrollar soluciones técnicas en proyectos específicos.
- Evalúa y optimiza proyectos: Evaluación mediante análisis de proyectos donde se evalúa la capacidad de los estudiantes para evaluar y optimizar proyectos existentes.

CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo:

- Colabora y comunica eficazmente en equipos: Evaluación a través de proyectos grupales donde se evalúa la colaboración y comunicación efectiva entre los miembros del equipo.
- Resuelve conflictos y toma decisiones en equipo: Evaluación mediante estudios de casos donde los estudiantes deben resolver conflictos y tomar decisiones como equipo.
- Evalúa el desempeño del equipo y aporta a la mejora: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para evaluar el desempeño del equipo y proponer mejoras en función de los resultados obtenidos.

CG9: Aprender en forma continua y autónoma:

- Busca y selecciona recursos de aprendizaje: Evaluación a través de investigaciones y presentaciones donde los estudiantes deben buscar y seleccionar recursos de aprendizaje relevantes.
- Planifica y gestiona su propio aprendizaje: Evaluación mediante la revisión de planes de aprendizaje individuales donde los estudiantes planifican y gestionan su propio aprendizaje.
- Aplica el aprendizaje en situaciones prácticas: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para aplicar el aprendizaje adquirido en situaciones prácticas y proyectos específicos.

De las competencias específicas para Ingeniería Electrónica

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos:

- Conoce las herramientas matemáticas y gráficas para el diseño de sistemas electrónicos: Evaluación a través de exámenes escritos con preguntas sobre herramientas matemáticas y gráficas utilizadas en el diseño.
- Explica y defiende decisiones de diseño: Evaluación mediante presentaciones orales donde los estudiantes deben explicar sus diseños y defender las decisiones tomadas.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento y características de dispositivos electrónicos:

- Demuestra conocimiento sobre dispositivos electrónicos y criterios de selección: Evaluación a través de exámenes escritos que evalúen el conocimiento de dispositivos electrónicos y su funcionamiento.
- Identifica y explica el uso de dispositivos electrónicos en circuitos específicos: Evaluación mediante pruebas prácticas donde los estudiantes deben identificar y explicar el uso de dispositivos en circuitos.

CE1.3.3: Conocer técnicas de armado y fabricación de componentes:

- Realiza armado y medición de circuitos siguiendo técnicas específicas: Evaluación a través de trabajos de laboratorio donde se califica la precisión y calidad del armado, puesta en marcha y medición de circuitos digitales.
- Cumple con criterios establecidos para la calidad y precisión: Evaluación de la calidad y precisión del armado y fabricación de componentes en base a criterios establecidos.

CE1.4.1: Analizar, diseñar y probar circuitos y sistemas digitales:

- Analiza, diseña y prueba circuitos digitales para aplicaciones específicas: Evaluación a través de trabajos prácticos y proyectos donde se evalúe la capacidad de analizar, diseñar y probar circuitos digitales.
- Comprende conceptos de diseño y análisis de circuitos digitales: Evaluación mediante exámenes escritos con preguntas sobre conceptos de diseño y análisis de circuitos digitales.

CE1.4.3: Analizar, diseñar e implementar sistemas embebidos:

- Analiza, diseña e implementa sistemas embebidos con microcontroladores o microprocesadores: Evaluación a través de trabajos prácticos y proyectos donde los estudiantes deben desarrollar sistemas embebidos.
- Evalúa la funcionalidad y eficiencia de sistemas embebidos: Evaluación de la funcionalidad y eficiencia de los sistemas embebidos desarrollados por los estudiantes.

CE4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado:

- Analiza y diseña sistemas embebidos: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben analizar y diseñar sistemas embebidos.
- Implementa y prueba sistemas embebidos y su software: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE1.4.6: Analizar, diseñar e implementar sistemas de procesamiento de datos:

- Analiza, diseña, implementa y evalúa sistemas de procesamiento de datos: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben desarrollar sistemas de procesamiento de datos.

- Demuestra el funcionamiento y eficiencia de sistemas de procesamiento de datos: Evaluación mediante presentaciones donde los estudiantes demuestran el funcionamiento y eficiencia de los sistemas desarrollados.

CE1.4.7: Analizar, diseñar e implementar soluciones basadas en lógicas programables:

- Analiza, diseña, programa e implementa soluciones con lógicas programables: Evaluación a través de pruebas prácticas donde los estudiantes deben desarrollar soluciones basadas en lógicas programables.
- Evalúa la funcionalidad y rendimiento de las soluciones implementadas: Evaluación de la funcionalidad y rendimiento de las soluciones implementadas por los estudiantes.

De las competencias específicas para Ingeniería Biomédica

CE8.B1: Conocer el funcionamiento y características de dispositivos eléctricos y electrónicos en Ingeniería Biomédica:

- Demuestra conocimiento sobre dispositivos eléctricos y electrónicos utilizados en Ingeniería Biomédica: Evaluación a través de exámenes escritos sobre dispositivos en Ingeniería Biomédica.
- Aplica conocimientos en situaciones biomédicas: Evaluación mediante estudios de casos donde los estudiantes deben aplicar sus conocimientos en situaciones biomédicas.

CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto:

- Realiza análisis y procesamiento de señales utilizando herramientas y técnicas específicas: Evaluación a través de trabajos de laboratorio donde se califica la precisión y eficiencia del análisis y procesamiento de señales.
- Demuestra la precisión y eficiencia en el análisis y procesamiento de señales: Evaluación de la precisión y eficiencia en base a criterios específicos.

De las competencias específicas para Ingeniería en Computación

CE2.4: Analizar, modelar, diseñar, desarrollar y probar circuitos electrónicos digitales

CE4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación:

- Analiza y diseña circuitos digitales: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben analizar y diseñar circuitos digitales para aplicaciones específicas.
- Construye y prueba circuitos digitales: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para construir y probar circuitos digitales en laboratorio.

CE4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos:

- Analiza, diseña, programa e implementa sistemas de computación específicos: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben analizar, diseñar, programar e implementar sistemas de computación para propósitos específicos.
- Prueba, depura y evalúa sistemas de computación: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para probar, depurar y evaluar sistemas de computación desarrollados.

CE4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado:

- Analiza y diseña sistemas embebidos: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben analizar y diseñar sistemas embebidos.
- Implementa y prueba sistemas embebidos y su software: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE4.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos (hardware/software):

Analiza, diseña y programa sistemas de procesamiento de datos: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben analizar, diseñar y programar sistemas de procesamiento de datos.

Implementa, prueba, depura y evalúa sistemas de procesamiento de datos: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos desarrollados.

CE4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores:

- Analiza, diseña y programa soluciones con lógicas programables: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben analizar, diseñar y programar soluciones basadas en lógicas programables.
- Implementa y evalúa soluciones basadas en microcontroladores y microprocesadores: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar y evaluar soluciones basadas en microcontroladores y microprocesadores.

CE7.2.2 Sintetizar, diseñar, desarrollar y analizar programas en lenguajes de programación de bajo nivel, como C y C++:

- Sintetiza, diseña y desarrolla programas en lenguajes de bajo nivel: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben sintetizar, diseñar y desarrollar programas en lenguajes de bajo nivel.
- Analiza programas en lenguajes de bajo nivel: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para analizar programas escritos en lenguajes de bajo nivel.

CE7.2.3 Seleccionar y utilizar entornos de desarrollo integrados (IDE) y herramientas de depuración específicas para este tipo de sistemas:

- Selecciona y utiliza IDE y herramientas de depuración: Evaluación mediante la revisión de proyectos donde los estudiantes seleccionan y utilizan IDE y herramientas de depuración específicas para sistemas embebidos.
- Demuestra eficacia en el uso de las herramientas: Evaluación de la eficacia en el uso de las herramientas mediante pruebas prácticas.

CE7.2.4 Conocer y analizar la arquitectura interna de los sistemas embebidos, incluyendo microcontroladores, microprocesadores y sistemas en chip (SoC):

- Demuestra conocimiento de la arquitectura interna: Evaluación a través de exámenes escritos con preguntas que evalúen el conocimiento de la arquitectura interna de sistemas embebidos.
- Realiza análisis detallados de sistemas embebidos: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben realizar análisis detallados de sistemas embebidos, identificando componentes clave y su interacción.

Bibliografía

Hoja de datos del microcontrolador utilizado.

Documentos de ayuda del Sistema Integrado de desarrollo de Software.

Fundamentos de Sistemas Digitales. Thomas L. Floyd . Editorial Pearson Prentice Hall.
ISBN: 84- 205-2994-X

Circuitos Lógicos Programables de C. Tavernier – Editorial Paraninfo.

Llaves Lógicas Programables de C. Tavernier – Editorial Paraninfo.

Microcontroladores PIC – E. Martin, J. M. Angulo y I. Angulo – Editorial Paraninfo.

Microchip Data Book de Microchip Technology.

Microcontroladores PIC de C. Tavernier – Editorial Paraninfo.

Microcontroladores Avanzados dsPIC. Controladores Digitales de Señales. Arquitectura, programación y aplicaciones. Jose Angulo Usategui, Begoña Garcia Zapirain, Ignacio Angulo Martínez y Javier Vicente Sáez.. Thomson Editores. ISBN: 84-9732-385-8

Asignatura: **Electrónica Industrial**

Código:	RTF	10
Semestre: Noveno	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	24

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Sistemas de Control 1
- Electrónica Analógica 3

Contenido Sintético:

- Dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos de potencia.
- Rectificación no controlada y controlada.
- Circuitos y sistemas de disparo.
- Control de velocidad de motores de C.C. y C.A.
- Métodos de control.
- Aplicaciones: inversores, convertidores, fuentes conmutadas y sistemas de alimentación ininterrumpida.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- 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:

RES: Fecha:

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.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

CE1.6.1: Sintetizar, diseñar, simular, construir y analizar circuitos y sistemas de control en tiempo continuo y tiempo discreto, aplicables a cualquier área del alcance de la profesión.

CE1.6.4: Analizar, diseñar y construir sistemas electrónicos de potencia y mandos de máquinas eléctricas.

CE1.6.6: Conocer tecnologías empleadas en control y automatización.

Presentación

Electrónica Industrial es una actividad curricular que se dicta en el noveno semestre (quinto año) de la carrera Ingeniería Electrónica. A través del cursado de la asignatura el estudiante desarrollará competencias tales como analizar, diseñar y proyectar sistemas electrónicos de potencia en el rango de las frecuencias de uso industrial.

En amplios términos, la tarea de la Electrónica de Potencia es la de controlar el flujo de potencia, conformando las tensiones producidas por la usina generadora, a través de dispositivos semiconductores. Estos permiten construir convertidores electrónicos eficientes que mejoran las prestaciones estáticas y dinámicas de los procesos de conversión de energía eléctrica. Así, los procesos son más eficientes debido a la capacidad de conmutar grandes bloques de energía con mínimas pérdidas. Estos incrementos en las prestaciones y eficiencia se logran al combinar distintas áreas del conocimiento dentro de las aplicaciones de la electrónica de potencia.

En años recientes el campo de la Electrónica Industrial experimentó un gran crecimiento debido a la confluencia de varios factores. Por un lado, el avance revolucionario en la microelectrónica tanto en aplicaciones lineales como en el procesamiento digital de señales, con el consiguiente mejoramiento de los controles de los sistemas de potencia, y por otro lado el perfeccionamiento y desarrollo de nuevos dispositivos con capacidad de conmutar grandes cantidades de energía con alto rendimiento. En este sentido, en esta materia se desarrollan y se aplican conceptos dentro de las dos grandes líneas de trabajo existentes en la conversión de la energía: conversión de energía de alterna a continua (Rectificación) y conversión de energía de continua a alterna (inversión). Es de destacar que el segmento más difundido de la electrónica está en los sistemas electrónicos de alimentación de equipos (fuentes de alimentación conmutadas y conversores DC/DC), ya sean de aplicación doméstica, industrial, médica, aeroespacial, etc. El estudio de estos convertidores se extiende hacia algunas aplicaciones particulares como lo son los controles de velocidad de motores de Continua y de Alterna. También, en una aplicación particular como son las fuentes de alimentación ininterrumpida o UPS. Durante el semestre, se trabaja muy intensamente el análisis y diseño de sistemas de energía y la selección de las distintas tecnologías para los mismos.

La materia es la última del trayecto de control industrial, por lo que los estudiantes llegan a la misma habiendo desarrollado ya competencias en esta área. Aquí se integran habilidades y saberes para abordar el estudio de componentes, circuitos y sistemas de electrónica de potencia aplicables al control industrial y automatización de procesos. En la asignatura se terminan de desarrollar las competencias que permitirán al futuro graduado desempeñarse adecuadamente en el área de electrónica industrial.

Contenidos

1. DISPOSITIVOS, CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA.

Introducción. Clasificación de los Sistemas de Potencia. Campos de Aplicación. Diferentes visiones de la Electrónica de Potencia. Componentes de base en la Electrónica de Potencia. Sistemas trifásicos de potencia. Introducción. Sistemas polifásicos. Conexiones trifásicas. Potencia en sistemas trifásicos.

Características de los semiconductores de potencia:

Diodos, tiristores y triacs. Ratings y características, manejo de hojas de datos. Diodos rectificadores de potencia rápidos, ultrarápidos y diodos Schottky. Tiristores lentos y rápidos de alta potencia, montajes, cálculos. Transistores de potencia. Características y prestaciones. Transistores bipolares, IGBT y MOSFET. Manejo de las hojas de datos. Ratings y características. Áreas de operación segura. El transistor de potencia en conmutación. Importancia del mando de base o compuerta. Distintas configuraciones, montajes, cálculos. Conmutación de cargas inductivas. El diodo volante. Redes de ayuda a la conmutación y limitadoras de sobretensiones.

2. RECTIFICACIÓN NO CONTROLADA Y CONTROLADA.

- RECTIFICACIÓN NO CONTROLADA

Introducción. Rectificación no controlada. Montajes monofásicos y trifásicos. Distintas cargas. Métodos de cálculo. Formas de ondas típicas. Estudio de las tensiones y las corrientes. Caídas de tensión en conmutación. Rectificación controlada monofásica, trifásica y exafásica. FUP Y FUS. Parámetros de rendimiento. Transformadores para rectificadores. Relaciones básicas de un transformador monofásico y trifásico. Cálculo de Transformadores para rectificadores. Cálculo del factor de potencia en primario para los distintos tipos de rectificadores.

Conexión de varios rectificadores. Conexión Serie. Consideraciones generales. Ejemplos. Conexión en paralelo. Consideraciones generales.

- RECTIFICACIÓN CONTROLADA

Rectificadores tipo P o de media onda con tiristores. Rectificador P3 controlado. Estudio de tensión y corriente. Conmutaciones. Caída de tensión en funcionamiento normal. Alimentación de una carga R,L. Alimentación de una carga R,L,E. Efectos de añadir un diodo volante. Rectificadores tipo P.D.y P.D. mixtos. Caída de tensión en funcionamiento normal. Rectificadores tipo S y S mixtos. Característica de compuerta. Método de Puchlowsky. Métodos de apagado de tiristores.

3. CIRCUITOS Y SISTEMAS DE DISPARO.

Transistor Unijuntura. Curvas características. Oscilador de relajación. Circuitos típicos de disparo rampa, lineal, pedestal y cosinusoidal. Ecuaciones y curva de transferencia. Circuitos integrados específicos. Aplicaciones. Diac. Circuito típico.

4. CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES DE CC Y CA.

Introducción. Características básicas del motor DC. Modos de funcionamiento. Funcionamiento en los cuatro cuadrantes. Ecuaciones básicas del motor de C.C. Comportamiento dinámico y en régimen estacionario. Marcha a par constante y a potencia constante. Arranque. Frenados regenerativo y dinámico. Control con transistores. Configuración en puente y técnicas de modulación. Control con tiristores. Configuración reversible en puente y en cruz con y sin corriente circulante. Accionamientos monofásicos. Accionamientos trifásicos. Análisis, montajes y cálculos. Circuito chopper.

Características básicas del motor CA. Modos de funcionamiento. Ecuaciones básicas. Curva velocidad-cupla. Arranque: Circuitos de potencia y comando. Arrancadores suaves. Especificaciones y programación. Variadores de velocidad. Teoría de funcionamiento. Especificaciones y programación.

5. MÉTODOS DE CONTROL

Control de motores de inducción. Control por variación del deslizamiento y de la velocidad síncrona. Control escalar. Principios del control vectorial. Distintas configuraciones. Control de motores síncronos. Modulación PWM y 6 pasos.

6. CONTROL DE SISTEMAS DE ENERGÍA.

Inversores. Convertidores CC/CC, Diversas topologías de uso industrial. Fuentes de alimentación ininterrumpida (UPS). Fuentes conmutadas. Cargadores de batería. Cálculos. Diseño y cálculo. Acondicionamiento del factor de potencia.

Metodología

Las clases impartidas son teóricas-prácticas. El objetivo es que el alumno descubra qué necesita aprender para resolver un determinado problema que se propone desde el control de los sistemas. Para ello deberán comprender e integrar los contenidos que efectivamente plantea el problema. El docente no les explica cómo resolverlo, sino que los acompaña mientras ellos descubren qué conocimientos necesitan para aprenderlo. De esta forma, por una parte el alumno descubre que los problemas son reales, que son situaciones de los sistemas de control cotidianos que requieren conocimientos concretos, mientras que se fomenta el trabajo en equipo, ya que el escuchar las propuestas del otro constituye un elemento fundamental con este método de aprendizaje.

Se desarrollan prácticas de laboratorio de implementación a nivel de prototipo, que les permiten a cada estudiante poner en práctica los conceptos y verificar los criterios desarrollados en clase mediante la realización de actividades de diseño y proyecto.

El empleo de programas de computación y herramientas de cálculo (disponibles en la red) ayuda al alumno a resolver problemas y obtener soluciones de planteos matemáticos. Los alumnos tienen disponible el material de estudio, clases grabadas, las consignas de los trabajos de laboratorio, foros para realizar comentarios y consultas a docentes y compañeros, y ejercicios de autoaprendizaje en el aula virtual de la asignatura, dentro del Campus Virtual de la FCEFyN

Evaluación

Se desarrollan diferentes actividades teóricas y prácticas para evaluar el desarrollo de las competencias correspondientes a la materia. Estas actividades deberán ser aprobadas por los estudiantes, contando con instancias de recuperación en caso de no lograrlo. Estas evaluaciones son principalmente sumativas, pero también conllevan un carácter formativo, puesto que luego de las evaluaciones se brinda a los estudiantes las respuestas y soluciones correctas, a la vez que se explican los corolarios y conclusiones de algunos temas.

A su vez, se realiza un Trabajo Final de Integración (TFI), en el cual los estudiantes que cuenten con la asistencia y hayan aprobado todas las instancias evaluativas son evaluados mediante el desarrollo de una monografía integral, basada sobre el estudio de un convertidor de potencia. Aquí los estudiantes deben aplicar todas las habilidades

desarrolladas en la asignatura, incluyendo simulaciones en alguna herramienta de libre acceso. Una vez finalizado el trabajo, deben enviar una copia en formato digital y/o papel y/o exponerlo oralmente, más un video explicativo del proyecto. Se permite la integración de un equipo de dos alumnos como máximo para realizar el trabajo.

En el caso de los exámenes finales, se toma individualmente en las fechas establecidas a cada alumno que se presenta. Comprende la prueba de integración de conocimientos y en caso de aprobar ésta, una evaluación sobre resolución de problemas de aplicación.

Se utilizan distintas rúbricas para evaluar las distintas competencias que se desarrollan en la asignatura. A continuación se muestra un ejemplo:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Mínimo	Valoración
CG1, CG4 CE1.1	Conoce los diferentes componentes de potencia en aplicaciones de convertidores.[1] .	2	
CG1, CG4 CE1.3.7	Comprende los rangos de aplicación de cada uno de los dispositivos electrónicos.[2]	2	
CG1, CG4 CE1.3.7	Analiza las diferentes configuraciones de convertidores de potencia.	2	
CG1, CG4 CE1.6.2	Conoce los dispositivos de disparo controlado, y los dispositivos auxiliares de disparo de los mismos.	2	
CG1, CG4 CE1.6.1	Evalúa las condiciones de diseño y funcionamiento de diferentes aplicaciones de la electrónica de potencia.	2	
CG1, CG4	Conoce los sistemas de electrónica de potencia aplicados a la gestión de energía	2	

CE1.3.1			
CG1, CG4 CE1.6.1	Define sus partes componentes, configuración y parámetros eléctricos característicos.[3]	2	
CG1, CG4 CE1.6.1	Utiliza herramientas computacionales que le permitan solucionar los problemas planteados, con una orientación hacia la simulación de los modelos obtenidos, con el fin de visualizar y comprender los resultados.	2	
CG1, CG4 CE1.6.1	Aplica los conceptos de selección de arrancadores suaves y variadores de velocidad.	2	
CG2, CG5	Define adecuadamente los aspectos más importantes de un proyecto de ingeniería.	2	

El rango de valoración de la rúbrica es de 1 a 3 y se corresponde a:

1. Insuficiente: No se evidencia el nivel de desarrollo de las competencias esperado a través de los resultado de aprendizaje
2. Suficiente: En la mayoría de las situaciones se evidencia el nivel de desarrollo deseado.
3. Alto: Se evidencia un claro desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje.

Condiciones de aprobación

A- Condiciones para la promoción de la materia

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas.
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio.
- 3.- Evaluaciones parciales:

Teórico: realiza un seguimiento de cada alumno con trabajos semanales que deben presentar durante un tiempo prefijado y bajo un formato de documento preestablecido. Los

mismos son evaluados y calificados. Se realiza una devolución por alumno y es general para todos. Se los llama TPT (Trabajo Práctico Teórico). Son un total de 10 TPT. Se califican en escala de 0 a 10.

Práctico: se toman dos trabajos de diseño de convertidores AC-DC y DC-DC para evaluar los conocimientos conceptuales y aplicativos adquiridos por los alumnos, las que se califican en escala de 0 a 10. Cada nota se la denominará TPP (Trabajo Práctico de Práctico)

Laboratorio: se realizan trabajos de laboratorio denominados TPL (Trabajo Práctico de Laboratorio), de asistencia obligatoria. Su evaluación se realiza de manera continua, para lo cual se consideran los siguientes criterios:

- Diseño realizado.
- Destreza e interés en la realización práctica.
- Informe elaborado referente a los resultados experimentales obtenidos. Deberá ser presentado al final de la sesión de laboratorio donde se finalice la práctica correspondiente.

Recuperación de TPP: cada alumno puede recuperar una de los dos trabajos dados, en caso de haber sido reprobado. Ello se realiza en fecha fijada al finalizar el dictado cuatrimestral. A su vez si alguno de los TPT no se aprobó, se debe volver a realizar.

4.- Trabajo Final de Integración (TFI): los alumnos que hayan aprobado los TPT, TPP y TPL, podrán desarrollar un TFI. Consiste en el desarrollo, cálculo y simulación de un convertidor de potencia aplicando todo el contenido de la materia y evaluando el conocimiento conceptual y aplicativo del alumno. Su aprobación dentro del período lectivo de la materia implica la promoción del alumno. Consiste en la realización de un video de 5 minutos con la idea, objetivos y finalidad del proyecto para poder ser vendido. Presentación en formato digital y presentación en forma personal. La nota deberá ser superior a 7 (siete).

B- Condiciones para la regularización de la materia

Se debe tener los puntos 1, 2. Aprobar al menos un parcial de TPP o TPT.

C- Examen final

Se toma individualmente en las fechas establecidas a cada alumno regular y libre que se presenta. Comprende la prueba de integración de conocimientos y en caso de aprobar ésta, una prueba de resolución de problemas de aplicación.

D- Nota Final

Para la nota final se promedian las notas de los TPT, TPP, el Proyecto Final de Integrador y la Rúbrica. Es decir que quedará compuesta por la siguiente polinómica:

Nota = $1/5$ (Nota TPT) + $1/5$ (Nota TPP) + $1/5$ (Nota TPL) + $1/5$ (Nota Proyecto Final de Integrador) + $1/5$ (Rúbrica)

Actividades prácticas y de laboratorio

Se proponen tres actividades prácticas y ocho laboratorios

Actividades Prácticas

1.- Rectificación Polifásica

Resolución de Problemas y realización de Actividades de Proyecto y Diseño, sobre distintas configuraciones rectificadoras, que involucran: Análisis de funcionamiento, Diseño del transformador. Cálculo de ripple y rendimiento. Selección de diodos rectificadores. Cálculo de disipadores. Coordinación de protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. Ecuilibración de diodos en conexiones serie y paralelo. Análisis de costos y Simulación con Pspice.

2.- Rectificación Controlada

Resolución de Problemas y realización de Actividades de Proyecto y Diseño aplicados al control de fase en la regulación y control de corriente en cargadores de baterías y velocidad en motores de continua realizando:

Análisis de funcionamiento. Selección de SCRs y diseño de disipador asociado. Diseño del circuito de disparo con y sin acoplamiento galvánico. Simulación de funcionamiento con Pspice y Análisis de costos.

3.- Control de motores de corriente continua y cargadores de batería.

Realización de un diseño completo de un convertidor de acuerdo a especificaciones técnicas particulares.

Actividades de Laboratorio

1.- Rectificación Polifásica: determinación del tiempo de respuesta inversa en diferentes diodos de potencia.

2.- Rectificación Controlada: Rectificador de Onda Completa Semicontrolado.

3.- Mosfet: circuito de encendido del transistor MOSFET

4.- Control de motores de corriente continua: Medio Puente H

5.- Análisis y simulación de Convertidor Buck

6.- Análisis y simulación de Convertidor Boost

7. Control de Motor Brushless: teoría y funcionamiento.

8.- Control de motores de corriente alterna: programación de un variador de velocidad.

Calificación: para que cada actividad esté completa, deben resolverse correctamente los ítems propuestos. Si alguno de los ítems está incompleto, la actividad no será considerada como realizada.

Trabajo Final de Integración (TFI)

Se propone la resolución de un conversor de aplicación industrial. El enunciado se presenta en las últimas clases del cursado, y se va desarrollando en simultáneo con los temas de la materia. Como resultado, los estudiantes desarrollan una propuesta a nivel prototipo y escriben un Informe técnico pudiendo hacerlo de a dos estudiantes, que lo entregan a la Cátedra en tiempo prefijado. En el Informe, deben estar bien determinados los siguientes ítems.

I - Definición del problema a resolver

II - Objetivos del proyecto

III - Metodología

IV - Resultados del Proyecto

Evaluación TFI

Se evalúa mediante una rúbrica especialmente dedicada al TFI. Para éste caso, se propone establecer un determinado problema práctico a nivel industrial y a partir de éste problema se analizan los aspectos necesarios que los resuelve.

Título del TFI: _____					
					Pun- taje
Categorías	2,5	2	1,5	0,5	

I - Definición del problema	El problema está bien identificado, atiende una necesidad primaria bien conocida, tiene alto impacto social, novedoso, difícil de resolver.	El problema está bien identificado, atiende una necesidad primaria emergente, tiene alto impacto social, novedoso, difícil de resolver.	El problema está bien identificado, atiende una necesidad secundaria bien conocida, tiene potencial impacto social, novedoso, no tan difícil de resolver.	El problema está bien identificado, atiende una necesidad secundaria emergente, posible impacto social en el futuro o en alguna región, simple de resolver.	
II - Objetivos	Objetivos claros, alcanzables en el tiempo de cursado pertinentes a la resolución del problema planteado	Objetivos claros, difícilmente alcanzables en el tiempo en que se dicta la Asignatura, pertinentes a la resolución del problema planteado	Objetivos poco claros, alcanzables en el tiempo en que se dicta la Asignatura, poco pertinentes a la resolución del problema planteado	Objetivos poco claros, difícilmente alcanzables en el tiempo en que se dicta la Asignatura, poco pertinentes a la resolución del problema planteado	

<p>III - Metodología</p>	<p>Adecuada para lograr los objetivos y así la solución del problema planteado, cronológicamente ajustada con el dictado de los temas del cursado, incorpora temáticas de Asignaturas previas y simultáneas</p>	<p>Adecuada para lograr los objetivos, pero difícil que resuelva el problema planteado, cronológicamente ajustada con el dictado de los temas de la Asignatura</p>	<p>Poco adecuada para lograr los objetivos pero difícil que resuelva el problema planteado, cronológicamente ajustada con el dictado de los temas de la Asignatura</p>	<p>Poco adecuada para lograr los objetivos pero difícil que resuelva el problema planteado, no se ajusta al dictado de los temas de la Asignatura</p>	
<p>IV - Resultados esperados</p>	<p>Resultados claramente asociados a la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con Proyectos en que se está contribuyendo de Asignaturas previas, posteriores y con actividades simultáneas de la formación, lograr ampliamente las competencias planteadas por la Asignatura.</p>	<p>Resultados parcialmente asociados a la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con algún Proyecto en ejecución relacionado para lograr los aprendizajes planteados en la Asignatura.</p>	<p>Resultados parcialmente asociados a la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con algún Proyecto de Cátedras previas, posteriores y con Cátedras simultáneas de la currícula, lograr parcialmente los aprendizajes planteados en la Asignatura.</p>	<p>Resultados disociados de la resolución del problema propuesto, establecer conexiones con algún Proyecto de Cátedras previas, posteriores y con Cátedras simultáneas de la currícula, lograr parcialmente los aprendizajes planteados en la Asignatura.</p>	

Suma de puntos:	_____ de 10.
------------------------	------------------------

Luego de la asignación y suma de los puntos obtenidos, se obtiene la calificación del Trabajo Final de Integración. Nótese que el máximo obtenible es de 10 puntos.

Resultados de aprendizaje

RA1- Conoce los diferentes componentes de potencia en aplicaciones de convertidores.

RA2- Comprende los rangos de aplicación de cada uno de los dispositivos electrónicos.

RA3- Analiza las diferentes configuraciones de convertidores de potencia.

RA4- Conoce los dispositivos de disparo controlado, y los dispositivos auxiliares de disparo de los mismos.

RA5- Evalúa las condiciones de diseño y funcionamiento de diferentes aplicaciones de la electrónica de potencia.

RA6- Conoce los sistemas de electrónica de potencia aplicados a la gestión de energía

RA7- Define sus partes componentes, configuración y parámetros eléctricos característicos.

RA8- Utiliza herramientas computacionales que le permitan solucionar los problemas planteados, con una orientación hacia la simulación de los modelos obtenidos, con el fin de visualizar y comprender los resultados.

RA9- Aplica los conceptos de selección de arrancadores suaves y variadores de velocidad.

RA10- Define adecuadamente los aspectos más importantes de un proyecto de ingeniería.

Estos Resultados de Aprendizajes (RA) se utilizan para evaluar el desarrollo de las Competencias Genéricas (CG) y Competencias Específicas (CE), de acuerdo a la siguiente tabla de correspondencia:

Competencia	Resultado de Aprendizaje
CG2	RA10

CG4	RA8, RA9
CG5	RA6, RA10
CE1.3.2	RA1, RA2, RA4
CE1.6.1	RA1, RA2, RA3, RA4, RA6, RA8
CE1.6.4	RA3, RA5, RA6, RA7, RA9
CE1.6.6	RA1, RA2, RA4, RA6

Bibliografía

Boylestad, Robert; Nashelsky, Louis (2009) Electrónica, teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. 10ma ed, Pearson.

Erickson, R; Maksimovic, D. (2001) Fundamentals of Power Electronics. 2nd edition. Kluwer Academic Publishers.

Lilen, Henri (1988) Tiristores y Triacs: principios y aplicaciones. [1a.] ed. reimpresa. Marcombo. ISBN: 8426702813.

Maloney, Timothy (2006) Electrónica Industrial Moderna. 5ta ed, PEARSON Prentice Hall.

Mohan, Ned; Undeland, Tore; Robbins, William (2002) Power Electronics: Converters, Applications and Design, 3rd edition. Wiley & Sons.

Rashid, M.(1993) Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones. Ed Prentice Hall. 2 edición. ISBN: 968-880-586-6.

Rashid, M; Rashid (2006) H. SPICE for Power Electronics and Electric Power. Second Edition. CRC Press.

Asignatura: **Instalaciones Eléctricas**

Código:	RTF	10
Semestre: Séptimo	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	

Departamento: Electrotecnia

Correlativas:

- Mediciones Electrónicas
- Teoría de Circuitos

Contenido Sintético:

- Generalidades de las instalaciones.
- Circuitos trifásicos.
- Instalaciones eléctricas en inmuebles.
- Cortocircuito.
- Cálculo de conductores.
- Elementos de protección y maniobra.
- Corrección de factor de potencia
- Instalaciones de protección contra shock eléctrico.
- Motores eléctricos.

Competencias Genéricas:

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

Aprobado por HCD:

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

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.

CE1.6.4: Analizar, diseñar y construir sistemas electrónicos de potencia y mandos de máquinas eléctricas.

CE1.6.5: Analizar, diseñar y ejecutar proyectos de automatización.

Presentación

La asignatura Instalaciones Eléctricas es una actividad curricular que se dicta en el séptimo semestre (cuarto año) de la carrera de Ingeniería Electrónica.

A través del cursado de la materia el estudiante desarrollará conceptos básicos sobre Producción, Generación, Transmisión, y Distribución de la energía Eléctrica en frecuencias industriales, en los escalones de tensiones normalizadas. También está previsto que el estudiante adquiera fundamentos elementales sobre utilización de la energía en sistemas de iluminación, interior y exterior.

Otros temas que se desarrollan en el semestre son: dimensionamiento de conductores, selección de elementos de protección y maniobra en circuitos eléctricos, automatismos, corrección de factor de potencia, motores eléctricos, elementos de protección contra descargas atmosféricas, puesta a tierra, etc.

El objetivo principal de la asignatura es que el estudiante desarrolle competencias tales que le permitan analizar, diseñar e implementar instalaciones de energía eléctrica para alimentación de equipos electrónicos, tales como automatismos industriales, instalaciones domiciliarias, equipos de telecomunicaciones, máquinas herramientas, motores, etc.

Se estudian también conceptos fundamentales de automatismos, aplicados a casos particulares más usuales (ascensores, bombas, climatización, etc.).

El posicionamiento pedagógico desde donde se enseña la asignatura, corresponde al aprendizaje centrado en el estudiante y enfocado por formación por competencias, propendiendo a que el estudiante adquiera condiciones que le permitan identificar los componentes de una instalación eléctrica, comprender su funcionamiento y finalidad, resolver problemas reales de ingeniería, diseñar proyectos de instalaciones eléctricas para equipos electrónicos, aplicando procedimientos compatibles con las prácticas de la ingeniería.

Contenidos

UNIDAD 1: Generalidades de las Instalaciones.

Generación, Transformación y distribución de la energía eléctrica. Conceptos básicos de equipos y tecnología disponible para la distribución y control de la energía eléctrica. Normas y sus aplicaciones en los sistemas de media y baja tensión.

UNIDAD 2: Circuitos trifásicos.

Tensiones trifásicas equilibradas. Secuencia de fases. Fuentes de tensiones trifásicas. Conexión Estrella y Triángulo. Impedancias de carga conectadas en triángulo y en estrella, determinación de las corrientes de líneas. Estudio del circuito trifásico equilibrado sobre una fase. Representación del circuito trifásico equilibrado. Cálculos de la potencia en circuitos trifásicos.

UNIDAD 3: Instalaciones eléctricas en inmuebles.

Reglamentación de la Asociación de Electrotecnia Argentina para Instalaciones Eléctricas de Inmuebles. Objeto y alcance. Línea principal, seccional y de circuitos. Elementos de protección y maniobra. Diferencia entre uso normal, sobrecarga y

cortocircuito. Tipos de fusibles. Tipos de interruptores. Tablero Principal. Tablero Seccional. Clasificación de líneas de circuitos. Agrupación de conductores en cañerías. Diámetros mínimos de las cañerías. Secciones mínimas de conductores. Mediciones que se deben realizar en una instalación eléctrica. Acometida. Normas y reglamentos vigentes. Determinación de costos de una instalación eléctrica.

UNIDAD 4: Cortocircuito.

Distintos tipos de fallas en las instalaciones. Sobrecarga, cortocircuito, fallas a tierra, fallas por tensión. Determinación de la corriente de cortocircuito en los distintos sistemas. Su importancia para el dimensionamiento de conductores y equipos de protección y maniobra. Selectividad de protecciones, gráficos.

UNIDAD 5: Cálculo de conductores.

Métodos de dimensionamiento generales de líneas de baja tensión. Cálculo de conductores aéreos y subterráneos por capacidad térmica, caída de potencial y comportamiento ante cortocircuitos. Seguridad de las instalaciones.

UNIDAD 6: Elementos de Protección y Maniobra.

Sistemas de protección eléctrica en media y baja tensión. Elementos Básicos y automáticos. Teoría de su dimensionamiento. Fusibles, Relés. Seccionadores. Interruptores manuales. Disyuntores. Contactores. Normas de selección de las distintas protecciones y sistemas de maniobra en media y baja tensión. Aplicación de los elementos de mando y protección en circuitos eléctricos residenciales e industriales. Automatización de Ascensores, Bombas, Climatización, Ventilación, Compactación. Alarma contra incendios e intrusos. Comando por PLC. Aplicaciones en puentes grúas, medios de elevación y transporte. Normas vigentes.

UNIDAD 7: Corrección del Factor de Potencia.

Factor de potencia en sistemas de media y baja tensión. Su importancia en el cálculo de líneas. Compensación de cargas reactivas con condensadores y bobinas. Sistemas usuales de compensación en media y baja tensión. Sistemas de compensación manuales y automáticos. Generador síncrono.

UNIDAD 8: Instalaciones eléctricas contra shock eléctrico.

Sistemas de protección contra contactos directos e indirectos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión. Puesta a tierra de protección y servicio. Distintos tipos. Tensión de paso y contacto. Aplicación del interruptor diferencial en instalaciones trifásicas y monofásicas. Protección contra descargas atmosféricas. Pararrayos. Descargadores. Normas vigentes.

UNIDAD 9: Motores eléctricos.

Motores eléctricos de CC y CA. Motores de CA monofásicos y trifásicos. Funcionamiento y características. Motor asíncrono trifásico, disposición constructiva del estator y del rotor, bobinado tipo jaula de ardilla. Principio de funcionamiento. Análisis gráfico y analítico del campo magnético rotante del inductor. Velocidad y sentido de giro del campo magnético rotante del estator. Análisis de la máquina asíncrona como transformador. Concepto de deslizamiento, influencia sobre los parámetros eléctricos del rotor. Circuito equivalente del motor asíncrono trifásico. Representación de la energía eléctrica transformada en mecánica. Rendimiento. Su funcionamiento como generador.

Variación de velocidad y diversos tipos de arranque de motores asíncronos trifásicos (resistencias serie, autotransformadores, estrella-triángulo, variadores de velocidad). Curvas características: par-deslizamiento, velocidad-potencia, corriente de entrada-potencia, factor de potencia-velocidad-par motor. Factores de arranque y de sobrecargabilidad. Comando y protección de motores. Variadores electrónicos de velocidad.

Metodología

La asignatura se dicta en un semestre, desarrollándose en forma teórico práctica, con enfoque constructivista, secuenciando contenidos que posibiliten enseñar a partir de lo que el estudiante ya conoce y es capaz de aplicar, a través de los conocimientos de electrotecnia que ya posee, con una estrategia de enseñanza que contempla exposiciones dialogadas y participativas, aprendizaje en grupo y aula invertida.

En este sentido, se integran los conocimientos adquiridos mediante el análisis de preguntas y la resolución de ejercicios y problemas, para permitir una mejor comprensión, sobre todo en aquellos conceptos más complejos, conectándolos con saberes previos y relacionándolos en cada caso con la ingeniería, dando ejemplos concretos de su aplicación en este campo.

Así mismo, en el transcurso del semestre se desarrollan experiencias de trabajos prácticos que constituyen un objetivo primordial que enlaza los conceptos teóricos con el manejo de instalaciones eléctricas concretas diseñando sus componentes.

Dichas prácticas se realizan utilizando equipamiento didáctico disponible y el docente a cargo de la clase oficia de motivador y guía de las actividades previamente definidas y explicadas.

Además de las clases presenciales, se utiliza como recurso el aula virtual de la cátedra para desarrollar alguna de las actividades previstas en el semestre de dictado, tales como clases teóricas y de resolución de problemas y/o cuestionarios.

Evaluación

Se implementan dos instancias de evaluación sumativa (con posibilidad de recuperar una de ellas) y continuas evaluaciones formativas en los trabajos prácticos de laboratorio.

Además, dependiendo de la condición académica alcanzada por el estudiante, deberá aprobar una instancia dialogada con el docente, referida a toda la currícula de la materia.

En todas las instancias la evaluación se realiza mediante rúbrica diseñada especialmente para cada actividad.

En todos los casos la instancia de evaluación se aprueba cumplimentando el 60% de la exigencia de cada caso.

Condiciones de aprobación

Requisitos para alcanzar la regularidad:

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar la mitad de las evaluaciones sumativas.
- Aprobar el 100% de las actividades prácticas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos.

Requisitos para alcanzar la promoción:

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar la totalidad de las evaluaciones sumativas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos
- Aprobar un coloquio integrador final. En dicha instancia se consideran los niveles alcanzados en los aspectos conceptuales y el nivel de desarrollo de las competencias, de acuerdo a las rúbricas correspondientes.

Actividades prácticas

1. Cálculo de potencia eléctrica en sistemas trifásicos.
2. Cálculo de la corriente de cortocircuito.
3. Cálculo de líneas eléctricas de baja tensión.
4. Selección de elementos de protección y maniobra para casos específicos.
5. Selección de componentes para la corrección del factor de potencia.
6. Aplicación de PLC en instalaciones de control de sistemas de aire acondicionado, equipos de bombeo, etc.
7. Diseño de Protecciones contra descargas atmosféricas y sistemas de puesta a tierra.
8. Diseño de sistemas de arranque a tensión reducida de motores trifásicos asincrónicos.

Resultados de aprendizaje

COMPETENCIA	RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CG4	RA1. Descubre necesidades tecnológicas que requieren una solución adecuada en relación a la tecnología disponible. RA2. Identifica las características tecnológicas de los elementos y equipos necesarios para resolver un problema, según la aplicación.
CE1.1	RA3. Realiza proyectos de sistemas de automatización y control.
CE1.6.4	RA4. Analiza e interpreta circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos, de baja y media tensión. RA5. Diseña instalaciones eléctricas para alimentación de equipamiento electrónico y maquinaria. RA6. Diseña sistemas de mando de máquinas eléctricas. RA7. Construye correctamente instalaciones eléctricas.
CE1.6.5	RA8. Interpreta correctamente planos de instalaciones eléctricas de baja y media tensión. RA9. Diseña instalaciones de baja y media tensión, monofásicas y trifásicas. RA10. Formula y ejecuta proyectos de automatización de máquinas.

Bibliografía

Circuitos Eléctricos Joseph A. Edminister Schaum / Mc Graw Hill.
Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina.
Normas IRAM.
Especificaciones técnicas de E.P.E.C.
Instalaciones eléctricas. Spitta.
Proyecto y Arquitectura de las Instalaciones Eléctricas. Ing. Rubén Levy.
Notas técnicas de fabricantes. Siemens, Schneider, Elecond.
Filminas de clases para estudio e información para resolución de problemas.
Folletos de DPS (Dispositivos de Protección contra Sobretensiones).
Curso PLC TWIDO Schneider Electric (INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS (NORMA IEC 61131-3).
MANUAL PLC SIEMENS PARA S7-200.
MANUAL SMART RELAY EASY MOELLER.

Asignatura: **Mediciones Electrónicas**

Código:	RTF	8
Semestre: Quinto	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrónica Digital 1
- Dispositivos Electrónicos

Contenido Sintético:

- Metrología, Aseguramiento Metrológico.
- Mediciones.
- Instrumentos de medición y generación de señales.
- Instrumentación virtual.
- Error e incertidumbre de las mediciones.
- Ensayos de equipos bajo norma.

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:

RES: Fecha:

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.

CE1.3.4: Conocer los instrumentos, dominar las técnicas de medición y realizar mediciones de magnitudes eléctricas e interpretar sus resultados.

CE3.1: Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.

Presentación

Mediciones Electrónicas es una asignatura que pertenece al bloque de las tecnologías básicas y se ubica en el quinto cuatrimestre (tercer año) de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha cursado las primeras materias de física, matemáticas y fue introducido en el uso de instrumentos y técnicas de medición en la asignatura Taller y Laboratorio, utilizando allí los conocimientos de las ciencias básicas en la introducción a la tecnología electrónica y los métodos y procedimientos habituales en ella. También ha abordado la electrónica digital como área del conocimiento, por haber cursado las dos primeras asignaturas de dicho trayecto; en consecuencia, ya posee aptitudes y competencias propias de dicha disciplina.

Los contenidos y competencias que se desarrollan en la materia Mediciones Electrónicas resultan fundamentales en la carrera de Ingeniería Electrónica, tanto a nivel académico como profesional. Por un lado, todas las actividades prácticas que el estudiante desarrolla en laboratorios y gabinetes de electrónica a lo largo de la carrera implican el empleo de métodos e instrumentos de medición para verificación y comprobación del correcto funcionamiento de circuitos y sistemas electrónicos, y por otro, durante el ejercicio profesional el futuro egresado deberá realizar actividades de medición y cuantificación todo el tiempo, en una enorme diversidad de aspectos. El concepto y la actividad de medir están íntimamente relacionados a la ingeniería electrónica.

El Ingeniero Electrónico contribuye a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas mediante la demostración de que éstos se ajustan a los requisitos especificados en las normas, lo que permite validar y certificar el funcionamiento, condición de uso, estado, seguridad y eficiencia de los sistemas mencionados anteriormente.

La asignatura está pensada desde una perspectiva de aprendizaje centrado en el estudiante, por lo que se proponen una serie de actividades de medición y ensayos que el estudiante debe desarrollar, implementar y verificar su funcionamiento experimentalmente; se pretende con esto desarrollar las competencias profesionales propuestas desde el aprender haciendo, la experimentación y el descubrimiento, y generar en él las habilidades y conocimientos que se requieren para poder desenvolverse razonablemente en toda actividad que requiera el empleo de aparatos e instrumentos de medición, industriales o de laboratorio, propios de nuestra profesión.

Contenidos

METROLOGÍA, ASEGURAMIENTO METROLÓGICO.

Conceptos generales. Organización. Definiciones. Calibración. Trazabilidad. Requisitos metrológicos del cliente (RMC). Selección de instrumentos. Gestión de las mediciones: Intervalos de calibración, verificaciones intermedias, y confirmación metrológica. Patrones. Vocabulario Internacional de Metrología.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS USADAS PARA MEDICIONES EN FRECUENCIAS INDUSTRIALES.

Instrumentos de imán permanente y bobina móvil. Voltímetros para C.A. con instrumentos de B.M. Instrumentos de hierro móvil. Tipos constructivos. Instrumentos electrodinámicos. Uso del instrumento electrodinámico como vatímetro. Mediciones en una línea de alimentación monofásica. Mediciones de potencia en sistemas monofásicos y trifásicos.

VOLTÍMETROS Y MULTÍMETROS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS Y DIGITALES

Generalidades. Amplificadores usados en los voltímetros electrónicos. Voltímetros electrónicos analógicos. Voltímetro-Amperímetro-Ohmetro electrónico típico (multímetro). Circuitos de entrada de los multímetros digitales. Convertidores R/V. Conversores analógicos digitales, generalidades. Voltímetros con detector de valor pico. Conversores tipo flash – Arreglo de dos conversores tipo flash para aumentar la resolución. Técnica de aproximaciones sucesivas. Conversores de doble rampa. Conversor de tensión a frecuencia. Conversores Sigma-Delta. Conversores de auto rango empleados en multímetros. Convertidores de CA a CC - Convertidores alterna, valor eficaz. Instrumentos que miden verdadero valor eficaz (True RMS).

MEDICIÓN DE IMPEDANCIAS (RESISTENCIA, CAPACIDAD E INDUCTANCIA)

Puente de Wheatstone. Ecuación de equilibrio. Sensibilidad del puente. Exactitud del puente. Alcance de un puente de Wheatstone. Puentes de Wheatstone no balanceados. Aplicaciones de los puentes de CC. Aplicaciones: Telurímetro (medición puesta a tierra). Puentes de bajas frecuencias. Ecuación de equilibrio. Consideraciones prácticas. Factor de mérito y Factor de pérdidas. Puente universal de impedancias. Puente de Maxwell. Puente de Hay. Puente de comparación de capacidades. Puente de Wien. Puente de Schering. Medida de la inductancia de bobinas con núcleo magnético. Otras técnicas para la medición de capacidades e inductancias. Aplicaciones: Métodos para medir potencia en Radiofrecuencias, Método bolométrico. Método del puente equilibrado, método del puente desequilibrado. Técnica del detector sincrónico. Medición de inductancia. Medición de capacidades. LCR Diagrama en bloques y funcionamiento.

OSCILOSCOPIOS

Generalidades. Función y tipos de osciloscopios. Tubo de Rayos Catódicos (TRC), deflexión horizontal, base de tiempo, disparo (Trigger), deflexión vertical. Sondas de entrada. Osciloscopios digitales y de almacenamiento digital. Tipos de muestreo, muestreo en tiempo real y muestreo secuencial. Base de tiempos y circuito de disparo. Distintos modos de disparo. Memoria del osciloscopio digital. Acoplamientos. Filtros. Funciones especiales. Mediciones flotantes con osciloscopios. Analizador Lógico. Osciloscopios de señal mixta.

SEÑALES, RUIDO, INTERFERENCIAS, APANTALLAMIENTO

Generalidades. El ruido e interferencia. Tipos de ruido. Relación señal ruido. Figura de ruido. Medición de la tensión de ruido mediante voltímetros. Correspondencia entre el valor de la relación S/N y la tasa de error digital (BER). Tasa de error digital. (Bit Error Rate: BER). Interferencias y apantallamiento. Blindajes. Guarda. Efectos de la superposición de interferencias y ruido en los voltímetros digitales. Rechazo de modo normal de los voltímetros digitales. Rechazo de modo común, sistemas de guarda. Las fuentes de interferencias, sus orígenes y técnicas para reducir su efecto. Acoplamiento de capacitivo e inductivo de señales interferentes.

MEDICIÓN DE VARIABLES FÍSICAS

Medición de magnitudes no eléctricas. Transductores y Sensor. Acondicionamiento de Señales. Filtros. Amplificadores de instrumentación. Modo común y modo diferencial. Relación de rechazo de modo común. Sistemas de instrumentación. Sistemas Analógicos. Sistemas Analógicos a Digitales (Sistemas de entrada múltiple). Sistemas Digitales. Sistemas de adquisición de datos.

MEDICIONES EN AMPLIFICADORES.

Consideraciones generales. Ganancia de un amplificador, definiciones. Reglas generales para la medición de ganancia en amplificadores. Distorsión en los amplificadores. Distorsión de amplitud o alineal. Aprovechamiento de los efectos producidos por la alinealidad. Respuesta en frecuencia de los amplificadores. Distorsión de frecuencia y de fase en amplificadores. Análisis de la respuesta en frecuencia de amplificadores mediante el uso de ondas cuadradas. Medición de la potencia de salida de un amplificador. Medida de la distorsión por alinealidad en amplificadores. Mediciones de SINAD.

GENERADORES DE SEÑALES

Clasificación de los generadores. Osciladores, selección de un oscilador. Generadores de barrido de frecuencia. Generadores de pulsos. Generadores de funciones. Síntesis Digital Directa (DDS). Sintetizados. Generadores de funciones arbitrarias.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE ALTA FRECUENCIA.

Análisis espectral, generalidades. Unidades más comunes en electrónica de alta frecuencia (dB, dBm, dBuV). Instrumentos que trabajan en el dominio de la frecuencia. Clasificación y campo de aplicaciones. Analizador de Espectro. Analizador de Bode. Analizadores de Fourier. Voltímetros de alta frecuencia. Voltímetro vectorial. Analizador Vectorial de Redes (VNA). Osciloscopios de alta frecuencia. Analizadores de onda y analizadores de distorsión.

INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

Uso de software personalizable y hardware de medición. Sistemas de medición definidos por el usuario (instrumentos virtuales). Diferencia entre la instrumentación de hardware y la instrumentación virtual. Software para instrumentación virtual, implementación, fundamentos de programación. Osciloscopio virtual, adquisición y análisis de respuesta en frecuencia con instrumentación virtual. Sistemas automáticos de ensayos y testeo.

ERROR E INCERTIDUMBRE DE LAS MEDICIONES

Calidad de las mediciones: error e incertidumbre. Exactitud, Precisión, Resolución. Error de medición: errores absolutos y relativos, clasificación de los errores, propagación de errores. Interpretación y uso de especificaciones de exactitud:

clase de exactitud de los instrumentos analógicos. Especificaciones de exactitud en los instrumentos digitales. Incertidumbre de medición: tipos de evaluación, incertidumbre típica combinada, incertidumbre expandida, expresión de la incertidumbre.

ENSAYOS DE EQUIPOS BAJO NORMA

Normas, conceptos generales. Tipos de normas. Campos de aplicación: voluntario y regulado. Organismos normalizadores. Evaluación de la conformidad: certificación, acreditación, y homologación. Competencia de los laboratorios de ensayo. Aplicación de la incertidumbre de medición a las actividades de evaluación de la conformidad. Proceso de ensayos de equipos electrónicos bajo normas. Ejemplos.

Metodología

La metodología de enseñanza-aprendizaje que se aplica se resume de la siguiente forma:

- *Actividades teórico-prácticas en aula.* En ellas se desarrollan, mediante la exposición dialogada los temas que son sostén imprescindible para el desarrollo de las actividades prácticas, empleando como materiales didácticos proyección de diapositivas, pizarrón, manuales, normas, instrumentos y otros que resultaren útiles para alcanzar eficazmente los objetivos propuestos. A la vez, se plantean actividades de resolución de problemas concretos y reales de medición, colocando al estudiante en contacto con la realidad laboral.
- *Actividades prácticas de laboratorio.* Los estudiantes realizan mediciones concretas con instrumental de laboratorio, organizándose en grupos de no más de cuatro integrantes para montar los circuitos y ejecutar la medición. De esta manera, ellos pueden afrontar el problema con los saberes conceptuales y procedimentales adquiridos previamente, mientras el docente sigue el proceso, orientando al estudiante mediante preguntas guía e interviniendo en los casos que observe un desvío en el rumbo tomado por el equipo de trabajo en la correcta ejecución del proceso de medición. Para el desarrollo de dichas actividades se utilizan guías de trabajos prácticos, las cuales son preparadas y revisadas periódicamente por la cátedra.
La realización de mediciones sobre circuitos y equipos, no sólo le permite a los estudiantes conocer los instrumentos y dominar las técnicas de medición, sino que también desarrolla en el futuro ingeniero la capacidad de emplearlos para verificar diseños, productos y procesos, asesorar en la adquisición de instrumentos y gestionar su adecuado mantenimiento, realizar ensayos de recepción de insumos y materias primas, y evaluar la conformidad de productos, procesos y servicios respecto de especificaciones de producción y/o requisitos normativos.

Evaluación

Se realiza una evaluación continua del grado de desarrollo de las competencias mediante instancias de evaluación sumativas e instancias de evaluación formativas, tanto a nivel individual como grupal.

- *Saberes conceptuales y contenidos disciplinares adquiridos:* mediante tres exámenes parciales (presenciales y/o a través del aula virtual) a lo largo del semestre y en los que se puede evaluar mediante desarrollo descriptivo o teórico, ejercicios de aplicación u opción múltiple.
Se tomarán dos (2) pruebas parciales y una (1) prueba recuperatoria; esta última será integradora de todos los saberes conceptuales y contenidos disciplinares. Para la evaluación de los exámenes parciales, recuperatorios y finales se asignará a cada uno de los temas evaluados un porcentaje de puntos tal que el total sume 100%. El examen se aprueba con la obtención de un porcentaje mínimo de 60%.
- *Capacidad de emplear adecuadamente los saberes conceptuales y contenidos disciplinares adquiridos:* se evalúan las actividades prácticas de laboratorio y la forma de llevarlas adelante. También se evalúa un informe escrito por cada actividad práctica realizada, cuyo contenido debe incluir los resultados de las mediciones, el funcionamiento de los distintos experimentos y las conclusiones extraídas, sobre las cuales se genera un diálogo entre docentes y estudiantes. Durante la presentación, el equipo de la cátedra genera un entorno donde los estudiantes del grupo realizan un coloquio, el cual se construye a partir de las producciones realizadas.

El rango de valoración de cada presentación es:

No aprobado – No se evidencia el desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje

Aprobado – Se evidencia el desarrollo de las competencias esperado a través de los resultados de aprendizaje.

La evaluación de estos aspectos se realiza mediante rúbricas diseñadas para cada actividad.

Al final del semestre cada estudiante debe haber demostrado la adquisición de un nivel mínimo de contenidos disciplinares (60%) y el desarrollo total de las competencias pertinentes a la asignatura.

Condiciones de aprobación

Los requisitos de aprobación de la asignatura son:

- Asistencia al 80% de las clases
- Aprobar la totalidad de las instancias de evaluaciones parciales.

- Aprobar la totalidad de las actividades prácticas de laboratorio.

Los requisitos de regularidad de la asignatura son:

- Asistencia del 80%
- Aprobar cantidad de instancias de evaluación parciales establecidas en el régimen de estudiantes para alcanzar la regularidad.
- Aprobar la totalidad de las actividades prácticas de laboratorio.

Actividades prácticas y de laboratorio

Los trabajos son propuestos por la cátedra y son elegidos para abordar los distintos tipos de medición desarrollados durante el semestre:

- Error-Incertidumbre
- Factor de potencia-motor
- Reflectometría en el dominio del tiempo
- Medición de Impedancia
- Medición en amplificadores
- Mediciones con Osciloscopios
- Análisis de Fourier

Resultados de aprendizaje

CG4,CG5,CE1.1, CE1.3.1	Conoce los procesos, técnicas y herramientas de medición.
CG4, CE1.1	Interpreta los principios físicos y conceptuales propios de los métodos de medición, y de los fenómenos estudiados.
CG4, CG5, CE1.3.1, CE1.3.4, CE3.1	Utiliza de manera efectiva los procesos, técnicas y herramientas de medición de magnitudes eléctricas.

CE1.3.4	Conoce los instrumentos básicos utilizados para realizar mediciones de magnitudes eléctricas.
CG5, CE3.1	Realiza mediciones de magnitudes eléctricas e interpreta sus resultados.
CE1.1	Identifica las especificaciones de productos, procesos y servicios como requisitos metrológicos del cliente.
CG5, CE3.1	Evalúa la conformidad de productos, procesos y servicios respecto de los requisitos metrológicos del cliente.
CE1.3.4, CE3.1	Produce informes formales con claridad y uso adecuado del lenguaje técnico

Bibliografía

- Mediciones Electrónicas para estudiantes de Ingeniería – Hugo O. Grazzini – Editorial Universitas – Año 2003. ISBN:987-9406-66-8
- Guía para mediciones Electrónicas – Wolf /Smith – Editorial Prentice Hall – Año 2002. ISBN: 968-880-224-7
- Electronic Test Instruments - Robert A Witte (Agilent T.) – Editorial Prentice Hall – Año 2002. ISBN: 0-13-066830-3
- Instrumentación Electrónica y Técnicas de medición – Cooper/Helfrick - Editorial Prentice Hall – Año 1991
- Basic electricity and electronics for control - Fundamentals and applications – Lawrence M. Thompson – Editorial ISA (Instrumentation, Systems, and Automation Society) – Año 2006. ISBN: 978-1-55617-988-4
- Principles of electrical measurement – Slawomir Tumanski – Editorial Taylor & Francis Group – Año 2006. ISBN: 0-7503-1038-3
- Evaluación de datos de medición – Guía para la expresión de la incertidumbre de medida – Centro Español de Metrología – Año 2008.
- ISO 10012 Sistemas de Administración de las Mediciones – Requerimientos para Procesos y Equipos de Medición – Edición vigente.
- Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM) – Centro Español de Metrología – Año 2012.
- ILAC G24/OIML D10 - Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment – Edición vigente.

Asignatura: **Señales y Sistemas**

Código:	RTF	8
Semestre: Quinto	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	12

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Análisis Matemático 3

Contenido Sintético:

- Señales y sistemas.
- Análisis de Fourier de señales y sistemas en tiempo continuo.
- Análisis de Fourier de señales y sistemas en tiempo discreto.
- Transmisión de señales a través de sistemas lineales.
- Muestreo.
- Transformada de Laplace.
- Transformada Z.
- Filtros.
- Procesos aleatorios.

Competencias Genéricas:

- CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

Competencias Específicas:

Ingeniería Electrónica (IE)

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.

CE1.2.1: Modelar matemáticamente problemas de ingeniería, hallar soluciones específicas empleando algoritmos matemáticos y herramientas informáticas, y generalizar las soluciones para resolver situaciones reales de ingeniería.

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.

CE1.3.9: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

CE1.5.2: Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para planteo, interpretación, modelización y solución de sistemas de comunicaciones.

Ingeniería Biomédica (IB)

CE2: Interpretar y comprender señales e imágenes médicas y biológicas.

CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

Ingeniería en Computación (IComp)

CE3: Diseñar, proyectar, mantener e implementar de Sistemas de Procesamiento de Señales.

CE7.1.1 Interpretar y emplear las técnicas, tecnologías, principios físicos y matemáticos y herramientas necesarias para planteo, interpretación, modelización y solución de problemas de detección, estimación y comunicación de señales.

CE7.1.2 Conocer los principios básicos de los procesamientos de señales y de comunicación digitales

Presentación

Señales y Sistemas es una asignatura que pertenece al quinto semestre (tercer año) de las carreras de Ingeniería Electrónica, Computación y Biomédica. Los conceptos y técnicas que se desarrollan en esta materia son de fundamental importancia para todas las disciplinas de la ingeniería. El análisis de señales y sistemas continúa siendo una de las herramientas más utilizadas en numerosas aplicaciones de ingeniería, como el diseño de equipos de comunicaciones analógicos/digitales o instrumentación, el procesamiento de señales de radar e imágenes, el diseño de circuitos de microelectrónica, por mencionar algunos ejemplos relacionados a las carreras citadas.

A continuación, se destacan algunas áreas en las cuales la presente asignatura resulta fundamental:

Comprender sistemas y señales: esta asignatura proporciona las bases para comprender cómo funcionan los sistemas y cómo se representan y analizan las señales que fluyen a través de ellos. Esto es esencial para el diseño, análisis y solución de problemas en una amplia gama de aplicaciones técnicas.

Fundamentos matemáticos: Señales y Sistemas introduce conceptos matemáticos esenciales, como la transformada de Fourier, la convolución y las ecuaciones en diferencias, que son cruciales en campos como el procesamiento de señales y las comunicaciones.

Aplicaciones en procesamiento de señales: los conocimientos y habilidades adquiridos en esta materia son esenciales para el procesamiento de señales que se utiliza en campos como la compresión de audio y video, el procesamiento de imágenes médicas, la modulación y demodulación de señales en comunicaciones y muchos otros más.

Control y automatización: los sistemas de control automático se basan en gran medida en el análisis y diseño de sistemas, lo que hace que los conceptos de Señales y Sistemas sean fundamentales en la automatización industrial y el control de procesos.

Comunicaciones: el diseño de sistemas de comunicación, como los sistemas inalámbricos y las redes de datos, depende en gran medida del conocimiento de señales y sistemas para la transmisión y recepción de información de manera eficiente.

Investigación y desarrollo: en investigación y desarrollo, el entendimiento de señales y sistemas es crucial para crear nuevas tecnologías y mejorar las existentes en diversas aplicaciones, desde la electrónica hasta la acústica.

En definitiva, Señales y Sistemas es una asignatura esencial para los ingenieros porque proporciona los fundamentos matemáticos y conceptuales necesarios para comprender y analizar sistemas y señales, lo que es aplicable en una amplia variedad de campos tecnológicos y científicos.

Contenidos

Eje Temático 1: SEÑALES Y SISTEMAS

Análisis de señales y sistemas lineales invariantes en el tiempo (LIT)

- Señales continuas en el tiempo - Señales discretas en el tiempo
- Sistemas, su clasificación y propiedades. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LIT) discretos - La sumatoria de convolución - Sistemas LIT continuos - La integral de convolución
- Sistemas descriptos por ecuaciones diferenciales y de diferencias

Eje Temático 2: ANÁLISIS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA

Representación de señales discretas y continuas usando Serie y Transformada de Fourier y su aplicación en sistemas LIT

- Respuesta de los sistemas LIT continuos y discretos a entradas exponenciales
- Representación de señales periódicas por Serie de Fourier
- Representación de señales aperiódicas por la Transformada de Fourier - Propiedades
- Respuesta en frecuencia de sistemas caracterizados por ecuaciones diferenciales y diferencias a coeficientes constantes.

Eje Temático 3: TRANSFORMADAS GENERALIZADAS DE SEÑALES

Transformadas de Laplace y Transformada Z

- Transformada de Laplace - propiedades - Región de convergencia - Transformada inversa de Laplace - Análisis de sistemas por medio de la Transformada de Laplace - Transformada unilateral de Laplace
- Transformada Z - propiedades - Región de convergencia - Transformada Z inversa - Análisis de sistemas discretos mediante la transformada Z - Transformada unilateral Z.

Eje Temático 4: PROCESAMIENTO DE SEÑALES

Filtrado, procesamiento digital de señales y procesamiento de señales aleatorias

- Filtros ideales y no ideales - Ancho de banda de los sistemas - Requisitos para la transmisión sin distorsión - Respuesta de los filtros - Producto mínimo tiempo- ancho de banda.
- Representación de señales continuas mediante muestras - Reconstrucción de una señal a partir de sus muestras - Procesamiento en tiempo discreto de señales continuas - Muestreo en dominio de la frecuencia - Muestreo de señales discretas en el tiempo - Decimación e interpolación discreta.
- Procesos aleatorios. Estacionariedad y ergodicidad. - Promedios de conjunto y promedios temporales. - Teorema de Wiener-Khinchin, su aplicación. - Histograma - Periodograma.

Metodología

La asignatura de Señales y Sistemas plantea actividades teóricas y prácticas donde se desarrollan los contenidos y competencias descriptos anteriormente.

Para las actividades teóricas se realizan exposiciones dialogadas donde se establecen claramente los objetivos de la materia en general y de los temas específicos. Se realiza una introducción teórica a los conceptos fundamentales, como señales, sistemas lineales, convolución, transformadas y filtros. Se considera de suma importancia vincular la teoría expuesta con aplicaciones prácticas para que los estudiantes comprendan la relevancia de estos conceptos en el mundo real, y se promueve la participación y el diálogo entre estudiantes y docentes. Otro aspecto que se considera muy importante es relacionar el desarrollo de los temas propios de la asignatura con los conceptos adquiridos por los estudiantes en materias anteriores como álgebra y análisis matemático.

Para las actividades prácticas se realizan clases donde se proporcionan ejemplos claros y ejercicios para que los estudiantes practiquen y apliquen los conceptos teóricos desarrollados durante las clases teóricas. Los ejercicios pueden variar en dificultad, desde problemas básicos hasta desafíos más complejos.

El empleo de herramientas de software es otro de los aspectos que se considera para complementar la enseñanza de Señales y Sistemas. El uso de herramientas de software para simular y visualizar señales y sistemas permite a los estudiantes experimentar de manera interactiva y ver cómo los conceptos teóricos se aplican en la práctica.

La interacción y la participación activa de los estudiantes son aspectos que se fomentan durante el desarrollo de todas las actividades, tanto teóricas como prácticas. Estas discusiones permiten no sólo afianzar los conceptos propios de la asignatura, sino también realizar una evaluación continua del progreso de los estudiantes a lo largo del curso y el desarrollo de sus competencias. La retroalimentación constructiva permite a los docentes y estudiantes mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El dictado de la asignatura Señales y Sistemas se apoya en plataformas disponibles en la Facultad como Classroom y Meet. El empleo de estas plataformas permite alcanzar una comunicación fluida entre docentes y estudiantes, y proporcionar recursos de apoyo como material de lectura, notas de clase, tutoriales en línea y referencias bibliográficas. De esta manera los estudiantes pueden profundizar en los conceptos cuando lo necesiten.

Durante el desarrollo de las actividades se pone un especial énfasis en brindar a los estudiantes ejemplos del mundo real y estudios de casos para ilustrar la aplicación de Señales y Sistemas en la vida cotidiana y en la industria.

Evaluación

La evaluación que se realiza en la asignatura de Señales y Sistemas procura verificar el cumplimiento de los resultados del aprendizaje que se detallan más adelante, y de esta manera comprobar el desarrollo de las competencias genéricas (CG) y específicas (CE) mencionadas al inicio del documento. En forma resumida, el objetivo que se persigue con la evaluación es verificar que los estudiantes puedan:

- Comprender y operar con señales continuas y discretas en el dominio del tiempo y frecuencia.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas lineales en el dominio del tiempo y frecuencia y su aplicación en problemas de ingeniería electrónica, computación y biomédica.
- Interpretar y resolver situaciones o casos en el tratamiento de señales para su procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución, etc.
- Aplicar los conceptos para comprender el muestreo, la decimación y la interpolación.

- Comprender y tener la capacidad de resolver ecuaciones diferenciales y en diferencias por Laplace y por Z con aplicaciones prácticas de ingeniería como análisis y diseño de filtros digitales y analógicos.

Para llevar adelante el proceso de evaluación, se tiene previsto realizar una evaluación continua durante el desarrollo de las actividades teóricas y prácticas, mediante rúbricas diseñadas para cada actividad. Además, se realizan dos instancias de evaluaciones sumativas que permiten una evaluación individual de los estudiantes. Las condiciones de aprobación y regularización se detallan a continuación.

Condiciones de aprobación

Las condiciones para aprobar la materia por promoción directa son las siguientes:

- Tener aprobadas las materias correlativas.
- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota no inferior a cuatro (4).
- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir éste haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas oportunamente y la nota no deberá ser menor a cuatro (4).
- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.

Para regularizar la materia los alumnos deben cumplir con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y tener la asistencia requerida.

Para aprobar la materia por exámen final se prevé la realización de un examen que incluya el desarrollo de conceptos teóricos y prácticos de los temas descriptos anteriormente en el contenido de la asignatura.

Actividades prácticas

Para llevar adelante las actividades prácticas se realizan ejercicios de las distintas temáticas desarrolladas durante las clases teóricas. Estos ejercicios permiten consolidar los distintos conceptos teóricos de la asignatura y además brindan a los estudiantes una comprensión clara de la importancia del contenido de la materia Señales y Sistemas en aplicaciones prácticas de las distintas disciplinas. Además de estos ejercicios y ejemplos prácticos, se realizan actividades complementarias utilizando herramientas de simulación para visualizar señales y sistemas. Estas simulaciones en software permiten a los estudiantes experimentar de manera interactiva y “ver” cómo los conceptos teóricos se aplican en la práctica.

Resultados de aprendizaje

En la siguiente tabla se presentan las competencias genéricas y específicas a las que contribuye la asignatura y los resultados de aprendizaje relacionados:

Competencia	Resultado de Aprendizaje
CG1 CE1.3.1 (IE) CE2 (IB) CE7.1.1 (IComp) CE7.1.2 (IComp)	Identificar señales de tiempo continuo (analógicas) y tiempo discreto (digitales) en aplicaciones de ingeniería electrónica, computación y biomédica
CG1 CE1.3.1 (IE) CE2 (IB) CE7.1.1 (IComp)	Identificar sistemas y sus propiedades en aplicaciones de ingeniería
CE1.2.1 (IE) CE2 (IB) CE7.1.2 (IComp) CG1	Comprender la representación matemática en el dominio del tiempo de señales continuas y discretas utilizando señales básicas como base de representación
CG4 CE1.3.6 (IE) CE1.3.9 (IE) CE8.B3 (IB) CE7.1.1 (IComp)	Emplear la representación matemática en el dominio del tiempo de señales continuas y discretas para la caracterización y análisis de sistemas
CG1 CE1.2.1 (IE) CE2 (IB) CE7.1.2 (IComp)	Comprender la representación en el dominio de la frecuencia de señales continuas y discretas
CG4 CE1.3.6 (IE) CE1.3.9 (IE) CE8.B3 (IB)	Emplear las propiedades de la representación de las señales en el dominio de la frecuencia para caracterizar y analizar sistemas
CG1 CE1.3.1 (IE) CE1.5.2 (IE) CE2 (IB) CE8.B3 (IB) CE7.1.1 (IComp)	Identificar las características de las señales discretas obtenidas a partir de muestras de señales continuas y viceversa
CG1 CE1.2.1 (IE) CE8.B3 (IB) CE7.1.2 (IComp)	Comprender la representación de señales continuas y discretas utilizando transformadas generalizadas
CG4 CE1.1 (IE) CE1.5.2 (IE) CE7.1.1 (IComp)	Emplear las transformadas generalizadas de señales y sus propiedades para caracterizar, analizar y diseñar sistemas electrónicos digitales y analógicos

Bibliografía

- Alan Oppenheim, Alan Willsky, Hamid Nawab, *Señales y Sistemas*. Prentice Hall, 1994. (Básico)
- Apuntes teóricos y prácticos proporcionados por la Cátedra en el aula virtual. (Básico)
- Alan Oppenheim y R. Schafer, *Discrete-Time Signal Processing*, Ed. Prentice Hall 1989. (Básico)
- M.J. Roberts, *Signals and Systems: Analysis Using Transform Methods & MATLAB*. 2nd ed. McGrawHill Science/Engineering/Math; 2011. (Complementario)
- S.T Karris, *Signals and Systems with MATLAB Applications*. Orchard Publications; 2003. (Complementario)

Asignatura: **Sistemas de Computación**

Código:	RTF	10
Semestre: Sexto	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	16

Departamento: Computación

Correlativas:

- Electrónica Digital 3

Contenido Sintético:

- Arquitectura funcional de un sistema de computación.
- Componentes de hardware.
- Componentes de software.
- Interfaces internas y externas.
- Performance.
- Almacenamiento de datos.
- Sistemas de computación en red.

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.
- CG10: Actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

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.

CE1.4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.

CE1.4.4: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos generales.

CE1.5.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de comunicación de datos (hardware/software).

CE3.1: Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.

Presentación

Sistemas de Computación es una asignatura que tiene como objeto de estudio las arquitecturas de computadoras de propósito general vinculadas a una red tipo internet. Pertenece al sexto semestre (tercer año) de la carrera Ingeniería Electrónica. Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha adquirido competencias en electrónica digital y programación avanzada.

La programación del hardware de computadoras y sus arquitecturas han experimentado una gran expansión, debido a la confluencia de diversos factores entre los que se destacan:

- Lenguajes de programación que implementan diferentes paradigmas que suministran la base y el modelo para resolver problemas utilizando software.
- Arquitecturas de computadoras orientadas a resolver problemas tecnológicos de forma generalizada.
- Desarrollo de herramientas que facilitan la implementación de soluciones de software a problemas tecnológicos particulares sobre arquitecturas de computadoras de propósito general.

Considerando estos factores, en esta asignatura se desarrollan dos líneas conceptuales en las que los estudiantes desarrollen competencias:

DISEÑO DE SOFTWARE

A partir de una especificación de requerimientos, ser capaz de diseñar e implementar un sistema de software con la problemática del hardware específico.

- Representar un diseño de software que contemple el hardware a utilizar.
- Reconocer las actividades más relevantes en el proceso de diseño e implementación de software.
- Utilizar distintos modelos de software y su representación.
- Identificar, evaluar y resolver los problemas que abarquen el desarrollo de software en el contexto de un hardware específico.

SOFTWARE DE ALTO Y BAJO NIVEL

Ser capaz de diseñar y realizar sistemas de software de alto y bajo nivel en forma conjunta.

- Programar dispositivos de hardware con lenguajes de bajo y alto nivel.
- Utilizar la mecánica de comunicación entre lenguajes de programación de bajo y alto nivel.
- Realizar programas que interactúen directamente con diferentes sistemas operativos.
- Utilizar herramientas para lograr los objetivos arriba descritos.

El desarrollo de la asignatura se orienta a que el estudiante construya competencias en identificar, analizar, diseñar, construir y evaluar sistemas de software que exploten las ventajas del conocimiento del hardware subyacente; para lograr sistemas compuestos por hardware y software con eficiencia y eficacia en un contexto donde los requerimientos son volátiles y flexibles. Todo expresado como un diseño, su implementación y las pruebas de sistema.

Contenidos

Unidad 1. Arquitectura de computadoras de propósito general

Fundamentos de la arquitectura de computadoras. Arquitecturas clásicas y modernas. Evolución de la tecnología sobre la arquitectura de las computadoras. Taxonomía según su arquitectura. Mediciones de performance y rendimiento.

Unidad 2. Modelo de computadoras para programadores de aplicaciones y sistemas

Programador de sistemas o programador de aplicaciones. Registros internos para el programador de aplicaciones. Segmentación en modo real. Segmentación en modo protegido. Juego de registros de una unidad en coma flotante. Registros del sistema. Registros de segmento. Registros de tablas. Registro de tareas. Registro de señalizadores. Registro de control. Registros de depuración. Registros de prueba de la TLB.

Unidad 3. Convenciones de llamadas

Operandos de instrucciones de lenguajes de bajo nivel. Instrucciones básicas. Directivas de datos. Entradas y salidas. Creación de un primer programa. Dependencias del compilador. Ensamblado. Compilación con lenguajes de alto nivel. Depuración.

Unidad 4. Jerarquías de almacenamiento y buses

Memoria caché. Acceso a una memoria caché. Gestión de caché misses. Gestión de escritura. Máquinas virtuales. Memoria virtual. Gestión de memoria virtual. Concepto de Translation-Lookaside Buffer (TLB). Tipos de almacenamiento de datos, formato de datos. Buses de datos más populares. Latencia y velocidad de acceso.

Unidad 5. Organización de memoria

Organización de la memoria. La memoria en modo real. La memoria en modo protegido. El espacio lineal. Manejo de descriptores. Tablas de descriptores. El modelo plano. Mecanismos de paginación y segmentación. Formato de entradas al directorio y a las tablas de paginación. Tabla de traducción de direcciones lineales. Estructura y funcionamiento de la TLB.

Unidad 6. Mecanismos de protección

Aspectos generales. Necesidad de protección. Tipos de protección. Niveles de protección. Protección entre tareas. Protección de segmentos. Protección de páginas. Protección de instrucciones.

Unidad 7. Compuertas de llamadas

Transferencias de control. Definición y comportamiento de las Puertas de Llamada. Comportamiento de la pila en las transferencias internivel. El escenario del caballo de troya. Descriptores alias. Particularidades de los segmentos de pila.

Unidad 8. Aspectos de Sistemas operativos

Procesos, hilos y tareas. Implantación de la multitarea. Conmutación de tareas. Puertas de tarea. Mapa de bits de permiso de E/S. Interrupciones y excepciones.

Entradas de la IDT. Código de error. Reglas de atención de una interrupción o una excepción. Sistemas operativos de tiempo real duro y blando.

Unidad 9. Redes de computadoras

Paradigma cliente-servidor. Modelo TCP/IP. Capa de enlace. Capa de red. IPv4. Capa de transporte. Protocolos TCP y UDP. Capa de aplicación. Protocolo HTML. Hardware de red. Configuración de router y switch. Comunicaciones de datos.

Unidad 10. Modelado de sistemas de hardware y software

Diseño de sistemas complejos con componentes de hardware y software. Definición de interfaces. Interfaces internas y externas. Lenguaje de modelado de sistemas. Performance. Pruebas de rendimiento. Verificación y validación de sistemas de hardware y software. Normativa.

Metodología

El desarrollo general de la materia se sustenta en clases teórico-prácticas, mediante exposición dialogada, estudio de casos y resolución de problemas. Cada unidad se desarrolla a partir de un material bibliográfico obligatorio. A su vez se ofrecerán trabajos prácticos que orientan el proceso de lectura y análisis del contenido como forma de evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos están guiados por los casos de estudio presentados en cada unidad y se orientan a resolver problemas concretos, aportando los contenidos teóricos necesarios para su resolución.

En ambientes de laboratorio el estudiante realiza casos de estudio, verifica su implementación con el cumplimiento de los requerimientos funcionales a nivel software y componente de hardware.

Evaluación

La evaluación está inspirada en los criterios de evaluación continua. Se valora el desarrollo de las competencias durante todo el proceso de aprendizaje de la asignatura mediante una serie de pruebas de carácter sumativa y formativas distribuidas a lo largo del curso, que permiten al estudiante abordar la asignatura de forma progresiva. Se garantiza la retroalimentación temprana en el proceso de aprendizaje del alumno y permite a los profesores hacer un seguimiento global, con la posibilidad de actuar en caso de que lo aconsejen indicadores o situaciones determinadas. La evaluación de la parte relacionada con las prácticas se realiza al finalizar la actividad de laboratorio correspondiente.

Para la evaluación de la asignatura se utilizan las rúbricas basadas en los siguientes criterios, relacionados con los resultados del aprendizaje:

- El estudiante entiende los componentes básicos presentes en un sistema de computación (RA1).
- El estudiante puede modelar un sistema de computación compuesto por hardware y software (RA2).
- El estudiante, al modelar, reconoce actividades críticas del proceso de diseño e implementación de un sistema de computación (RA3).
- El estudiante identifica los principales problemas abordados en el desarrollo de un sistema de computación (RA4).

- El estudiante puede evaluar los problemas que abarquen el desarrollo de un sistema de computación (RA5).
- El estudiante puede resolver los problemas que abarquen el desarrollo de un sistema de computación (RA6).
- El estudiante puede programar dispositivos de hardware de propósito general con lenguajes de bajo y alto nivel (RA7).
- El estudiante comprende la mecánica de comunicación entre lenguajes de programación de bajo y alto nivel (RA8).
- El estudiante puede construir software que interactúe de forma directa con sistemas operativos sobre hardware de propósitos generales. (RA9)
- El estudiante puede confirmar la exactitud en el cumplimiento de los requerimientos funcionales implementados en un sistema de computación (RA10).
- El estudiante puede exponer oralmente los principios técnicos y funcionales intervinientes en los sistemas de computación construidos (RA11).
- El estudiante puede producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas (RA12).
- El estudiante se desempeña en distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo (RA13).
- El estudiante puede validar y verificar un sistema contrastándolo con las especificaciones y normativas aplicables (RA14).
- El estudiante muestra una actitud emprendedora durante el desarrollo de la asignatura (propone ejemplos, busca bibliografía, etc.) (RA15).

Instrumentos de evaluación

El rendimiento de los alumnos es valorado mediante la toma de tres instancias de evaluación y cinco actividades prácticas de laboratorio, todo con carácter sumativo y formativo.

En el caso de las instancias de evaluación, se busca evidenciar las competencias desarrolladas a través de presentación de casos prácticos (análisis, diseño, resolución de problemas, preguntas conceptuales, etc.). Constituyen en sí mismos una instancia de evaluación formativa ya que luego los estudiantes reciben una realimentación de los errores cometidos, además de resolver los temas del parcial en la clase siguiente.

En el caso de las Actividad Práctica de Laboratorio grupal (APL, ver más adelante), demanda la presentación de prototipos funcionales e informes, donde los estudiantes explican individualmente las diferentes partes que componen el prototipo (criterios de diseño, fuentes consultadas, etc.), y particularmente sus detalles constructivos. Es el momento donde el estudiante pone en juego su participación en el equipo, el rol y peso de sus decisiones, su capacidad de comunicar detalles de diseño, y su correcto manejo y comprensión de las decisiones tecnológicas presentes en el prototipo. Para la entrega que demande cada prototipo el equipo de cátedra genera un repositorio virtual con control de versiones.

Condiciones de aprobación

Condiciones de regularización

- Asistir al 80% de las clases.

- Aprobar todas las actividades prácticas de laboratorio con al menos el 60% o más de los criterios de evaluación expresados en la sección anterior.
- Alcanzar una puntuación mínima de 60% en los resultados de aprendizaje.
- Aprobar al menos dos instancias de evaluación, incluida instancia de recuperación, con el 60% como mínimo.

Condiciones de aprobación por promoción (no requiere examen final)

- Cumplir con todas las condiciones de regularización.
- Aprobar cada una de las instancias de evaluación con un mínimo de 60%.

Condiciones de aprobación por examen final

- Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
- Aprobación de un examen final con un mínimo de 60%.
-

Para la nota final se promedian las notas obtenidas en cada una de las actividades prácticas de laboratorio, y el resultado se promedia con las notas de las instancias de evaluación.

Actividades prácticas de laboratorio

Se realizan 5 (cinco) actividades donde se llevan a la práctica los conocimientos estudiados en la asignatura y se desarrollan las competencias esperadas. Estos trabajos se realizan en grupos, lo que permite que se desarrollen competencias de trabajo en equipo y coordinación de tareas.

APL1 – Convención de llamadas de software, benchmarking: En este trabajo práctico de laboratorio los estudiantes diseñan e implementan las primeras aplicaciones donde ponen aplican conocimientos sobre ensamblador y depuración.

APL2 – Sistemas operativos de tiempo real y performance: En este trabajo los estudiantes aplican los conceptos básicos de conmutación de tareas y organización de memoria. Continúan mejorando sus herramientas de depuración y profiling (benchmark) para medir tiempos de latencia de una aplicación simple en un microcontrolador y lo comparan con un microprocesador con un sistema operativo de propósito general.

APL3 – Programación de drivers en Linux: Todo componente electrónico que se conecte a una computadora necesita de un driver para interactuar directamente con el sistema operativo. En este trabajo práctico se desarrolla un driver sencillo para un sistema operativo de propósito general, además se observará cómo interactúa un proceso con el kernel del sistema operativo y alguno de los buses de datos.

APL4 – API Rest y su integración con lenguajes de bajo nivel en hardware virtualizado: En este trabajo los estudiantes desarrollan actividades que les permitirán aplicar los conocimientos de redes e integrar el resto de los conceptos aprendidos en los trabajos anteriores. Desarrollan un servidor simple en un microcontrolador virtualizado y otro en un microprocesador de propósitos generales virtualizado. Para ello deberán utilizar un enrutador y diseñar una red acorde al problema planteado

APL5 – Implementación de un sistema de computación complejo: En este trabajo práctico de laboratorio los estudiantes diseñan e implementan un sistema de computación complejo que incluye la adquisición, almacenamiento, transmisión y visualización de datos distribuidos. Para ejercitar e integrar los conocimientos adquiridos, se realizan ejercicios con diferentes herramientas para cada una de las funcionalidades, se acompaña y guía a los estudiantes en el proceso de diseño e implementación. Finalmente deben presentar una prueba de concepto funcional junto a la documentación del proyecto que incluye diseño y validación.

Resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje a promover en el desarrollo de la asignatura son catorce, en relación con el descriptor “Fundamentos de Programación de Sistemas Informáticos” y “Sistemas de Comunicación”, ambos dentro del bloque de “Tecnologías Aplicadas”.

En la siguiente enumeración de resultados de aprendizaje, llamamos “sistemas de computación” a los artefactos compuestos por software y hardware de computadoras de propósitos generales, destinados a resolver problemas tecnológicos de propósito general y específico.

RA1. Entender los componentes básicos presentes en un sistema de computación.

RA2. Modelar un sistema de computación.

RA3. Reconocer actividades críticas del proceso de diseño e implementación de un sistema de computación.

RA4. Identificar los problemas que abarquen el desarrollo de un sistema de computación.

RA5. Evaluar los problemas que abarquen el desarrollo de un sistema de computación.

RA6. Resolver los problemas que abarquen el desarrollo de un sistema de computación.

RA7. Programar dispositivos de hardware de propósito general con lenguajes de bajo y alto nivel.

RA8. Comprender la mecánica de comunicación entre lenguajes de programación de bajo y alto nivel.

RA9. Construir software que interactúe de forma directa con sistemas operativos sobre hardware de propósitos generales.

RA10. Confirmar la exactitud en el cumplimiento de los requerimientos funcionales implementados en un sistema de computación.

RA11: Exponer oralmente los principios técnicos y funcionales intervinientes en los sistemas de computación construidos.

RA12: Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

RA13: Desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.

RA14: Validar y verificar un sistema contrastandolo con las especificaciones y normativas aplicables.

RA15: Mantener actitud emprendedora frente a los distintos desafíos que se le presentan.

En la Tabla 1 se muestran las competencias específicas y los resultados de aprendizaje relacionados.

Desagregación de Competencias Específicas	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, RA2, RA3, RA12.
CE1.4.3_A: Analizar y diseñar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.	RA1, RA2, RA3, RA14.
CE1.4.3_B: Programar, implementar, probar y depurar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.	RA4, RA5, RA6, RA7, RA8, RA9, RA13.
CE1.4.3_C: Evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.	RA10, RA11.
CE1.4.4_A: Analizar y diseñar hardware y software para sistemas de computación de propósitos generales.	RA1, RA2, RA3, RA12.
CE1.4.4_B: Programar, implementar, probar y depurar hardware y software para sistemas de computación de propósitos generales.	RA4, RA5, RA6, RA7, RA8, RA9, RA13.
CE1.4.4_C: Evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos generales.	RA10, RA11.
CE1.5.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de comunicación de datos (hardware/software).	RA9, RA12

CE3.1: Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.	RA14
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.	RA2, RA7, RA9, RA14
CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	RA4, RA5, RA6
CG10: Actuar con espíritu emprendedor.	RA4, RA5, RA6, RA15

Bibliografía

- Patterson (2022). Patterson D., Hennessy J.; Computer Organization and Design. The Hardware Software Interface. Second Edition. ISBN: 978-0-12-820331-6 Elsevier. 2022.
- Arikpo (2007) Arikpo I., Ogban F. and Eteng I.; Von Neumann Architecture and Modern Computers. Global Journal of Mathematical Sciences Vol.6, No.2, 2007: 97-103. Copyright(C) Bachudo Science Co.Ltd. Printed in Nigeria. ISSN 1596-6208.
- Angulo (2003) Angulo Usategui J., Gutierrez Temino J., Angulo Martínez I.; Arquitectura de microprocesadores. Los pentium a fondo. ISBN 10: 8497322428 / ISBN 13: 9788497322423. Published by Ediciones Paraninfo, S.A, 2003.
- Kurose (2017). Kurose J., Ross K. Redes de Computadoras un enfoque descendente. Séptima edición. ISBN: 978-84-9035-528-2. Pearson, S.A., 2017.

Asignatura: **Teoría de Circuitos**

Código:	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:

RES: Fecha:

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.