



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE LA PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **E0209**

Programa de:

## Circuitos Electrónicos I

Fecha Actualización: 26/02/2020

### CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas	Año	Semestre
<b>Ingeniería Electrónica</b>	<b>2002</b>	<b>Obligatoria</b>	Totales: <b>0</b>	<b>4</b>	<b>7</b>
			Clases: Evaluaciones:		

### CORRELATIVIDADES

CURSADA	PROMOCIÓN
E0203 Física de Semiconductores E0204 Teoría de Circuitos I E0205 Dispositivos Electrónicos A E0206 Teoría de Circuitos II F0306 Matemática D	E0205 Dispositivos Electrónicos A E0206 Teoría de Circuitos II

### DATOS GENERALES

Departamento: **Electrotecnia**

Área: **Electronica**

Tipificación:

Ingeniería Electrónica 2002: **TB**

### PLANTEL DOCENTE

Profesor Titular: De Battista Hernán

Profesor Adjunto: Nuñez Sebastián

Jefe de Trabajos Prácticos: Junciel Luis Daniel

Ayudante Diplomado: Giordana Alejandro

### HORAS BLOQUE

Bloque de CB	Matemática	0
	Física	0
	Química	0
	Informática	0
	<b>Total</b>	<b>0</b>
Bloque de TB	<b>96</b>	
Bloque de TA	<b>0</b>	
Bloque de Complementarias	<b>0</b>	
<b>Total</b>	<b>96</b>	

### CARGA HORARIA

### HORAS DE CLASE

Totales: <b>0</b>		Semanales: <b>6</b>	
Teoría:	Práctica:	Teoría: <b>3</b>	Práctica: <b>3</b>
<b>FORMACIÓN PRÁCTICA</b>			
Formación Experimental <b>12</b>	Resol. de Problemas <b>0</b>	Proyecto y Diseño <b>0</b>	PPS <b>0</b>
TOTAL COMPUTABLES		HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS)	
<b>OBJETIVOS:</b>			
<p>Introducir al alumno en el análisis de los circuitos electrónicos lineales básicos.??Familiarizarlo con las metodologías de análisis utilizando modelos.Utilización de modelos incrementales de los dispositivos electrónicos para el estudio de amplificadores en diversas configuraciones.Introducir las bases conceptuales de la realimentación y su aplicación rigurosa al análisis de los amplificadores en las diversas topologías, determinando las nuevas propiedades obtenidas.Aproximación conceptual al estudio de la estabilidad de amplificadores.</p>			
<b>PROGRAMA SINTÉTICO:</b>			
<p>* Amplificadores básicos de acoplamiento directo* Amplificadores diferenciales* Amplificadores de una etapa, respuesta en frecuencia. * Amplificadores acoplados.* Amplificadores operacionales.* Realimentación.</p>			
<b>PROGRAMA ANALÍTICO:</b>		<b>AÑO DE APROBACIÓN: 2002</b>	

### 1 - Amplificadores básicos de acoplamiento directo.

Técnicas de diseño integrado. Generadores de corriente. Espejo de corriente simple. Resistencia de salida. Fuente de corriente con resistencia de emisor. Montajes Widlar y Cascode, resistencia de salida. Fuente de corriente Wilson.

Amplificador en emisor común con carga activa. Montaje diferencial de transistores. El amplificador diferencial bipolar operando fuera de rango lineal. Análisis mediante el modelo de Ebers-Moll. Característica de transferencia. Cálculo de la transconductancia. Aplicaciones.

### 2- Amplificador diferencial

Análisis para pequeñas señales. Señales de modo común y de modo diferencial. Definición de los parámetros característicos del amplificador diferencial. Ganancias de modo común y diferencial. Relación de rechazo de modo común. Operación con salida simétrica. Influencia del generador de corriente. Determinación de las impedancias de entrada de modo diferencial y de modo común. Operación con salida asimétrica. Cálculo del factor de rechazo. Efectos de corrimiento de corriente continua por desapareamientos. Tensión y corriente de offset.

### 3- Respuesta en frecuencia de los amplificadores

Análisis de la respuesta de una etapa bipolar con acoplamiento RC. Respuesta en baja frecuencia. Respuesta en alta frecuencia. Función de la transferencia. Representación en diagramas de Bode. Concepto de polo dominante. Teorema de Miller. Producto ganancia-ancho de banda. Respuesta al escalón. Análisis de la respuesta del transistor de efecto de campo, montajes de fuente y drenaje común.

### 4- Respuesta de etapas acopladas

Respuesta en alta frecuencia de dos etapas bipolares acopladas. Análisis del montaje "cascode". Etapas de entrada, salida e intermedias. Cálculo del ancho de banda de n etapas idénticas no interactuantes. Análisis aproximado de etapas interactuantes acopladas.

### 5- Realimentación

El concepto de la realimentación aplicado a los amplificadores. Realimentación negativa y positiva. Efecto de la realimentación sobre la ganancia, desensibilización. Efecto de la realimentación negativa sobre el ruido en etapas intermedias de ganancia. Reducción de la distorsión. Análisis de un circuito no lineal realimentado. Efecto sobre las impedancias de entrada y salida.

### 6- Topologías de los amplificadores realimentados

Magnitud muestreada y magnitud realimentada. Realimentación serie y paralelo. Muestreo de tensión y de corriente. Las cuatro topologías, métodos de análisis. Elección de los parámetros adecuados para el análisis. Estudio de circuitos reales realimentados. Efecto de carga de la red de realimentación. Identificación de las redes a y  $\beta$ . Obtención de la ganancia de lazo cerrado. Aproximaciones. Análisis de las propiedades de los diversos montajes. Análisis de un amplificador integrado con realimentación de polarización y de ganancia.

### 7- Respuesta en frecuencia de los amplificadores realimentados:

Efecto de la realimentación sobre ancho de banda. Caso de un polo simple. Análisis de la respuesta de un amplificador de dos polos realimentado. Dependencia de la frecuencia natural y del amortiguamiento con la ganancia de lazo. Representación espectral en el diagrama de Bode. Determinación de la frecuencia de pico y de la magnitud en función del amortiguamiento. Nociones de estabilidad, margen de ganancia y margen de fase. Análisis mediante el lugar de las raíces. Respuesta al escalón.

### 8- Amplificadores operacionales

Etapas de un amplificador operacional integrado. Análisis de corriente continua de un amplificador operacional monolítico. Análisis para pequeñas señales de las diferentes etapas. La topología tensión - paralelo. El fenómeno de la tierra virtual. Amplificador operacional ideal. Montaje inversor. Montaje no inversor. Efectos de las corrientes de polarización y tensión de offset.

### 9- Aplicaciones de los amplificadores operacionales

Amplificador sumador. Montaje diferencial. Amplificador de instrumentación. El integrador operacional ideal. Efectos de la tensión de offset, y de la ganancia y ancho de banda finitos. Transferencia de un montaje con cuádrupolos en la realimentación. Filtros activos. Simulación analógica. Aplicaciones no lineales.

## ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

El objetivo de las actividades de laboratorio es familiarizar a los alumnos con el uso del instrumental y su aplicación a situaciones típicas de circuitos electrónicos básicos. Se pone énfasis en la solución de las dificultades experimentales, en el análisis de las causas de error en las mediciones y las discrepancias entre lo calculado y lo medido. Las actividades prácticas se realizan en dos fases. En la primera fase se discute y resuelve un problema en la clase teórico-práctica y en la segunda fase se realizan ensayos de laboratorio sobre un prototipo construido previamente, basado en el problema resuelto en clase de discusión. El trabajo en laboratorio requiere de la utilización de instrumental electrónico. Este instrumental consiste en Osciloscopios, generadores de ondas, medidores de tensión y corriente, etc. Se estimula a los estudiantes para la utilización de programas de computación para la simulación de circuitos electrónicos. Esta actividad, que es libre, se realiza en un gabinete expresamente destinado a tal fin. El programa principal para este trabajo es el denominado SPICE. La carga horaria destinada a laboratorio es de 12 horas, que corresponde al tiempo necesario para la realización de cuatro trabajos diferentes, basados en los cuatro temas fundamentales de la materia: amplificadores de corriente continua, respuesta en frecuencia de amplificadores, realimentación y amplificadores operacionales. El programa experimental completo se realiza en 16 semanas.

#### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

La asignatura Circuitos Electrónicos I, se desarrolla durante el 7mo cuatrimestre y está dirigida a la aplicación creativa de los conocimientos de la física, de los dispositivos y de la teoría general de circuitos, a la solución de problemas de la ingeniería electrónica analógica, mediante el uso criterioso de herramientas matemáticas específicas. El ámbito temático de la materia está centrado en el estudio de los amplificadores en los diversos rangos de frecuencia y al desarrollo conceptual de las ideas básicas de la realimentación y su aplicación rigurosa a las diversas configuraciones. El Plan de Estudios vigente desde el año 1988, fue concebido para formar ingenieros con las siguientes aptitudes: a) Capacidad para comprender los fenómenos fundamentales que intervienen en las aplicaciones técnicas de su especialidad, a fin de permitir el seguimiento de los avances en la tecnología. b) Capacidad para proyectar o diseñar, partiendo de materiales, componentes y aparatos de tecnologías en uso, nuevos aparatos o sistemas destinados a realizar una función especificada. c) Capacidad para la planificación y dirección de recursos (humanos y materiales) a fin de materializar diseños o proyectos específicos y mantener en funcionamiento productivo los sistemas técnicos existentes, en un marco de conciencia de sus responsabilidades sociales y ambientales. Los objetivos académicos fundamentales del plan, son lograr una sólida formación básica físico-matemática, una amplia formación en Ciencias de la Ingeniería como base conceptual para las especialidades, y una formación teórico-práctica en disciplinas de Ingeniería vinculadas a la tecnología electrónica. La materia Circuitos Electrónicos I, forma parte del grupo de asignaturas correspondientes a la etapa de desarrollo de las metodologías de análisis. Se introducen en ella los conceptos fundamentales de la electrónica analógica a través del estudio de los amplificadores. Los fundamentos de la metodología de enseñanza, para los objetivos aquí expuestos, conducen a que se de prioridad a tres aspectos esenciales: a) Planteamiento crítico de los temas básicos de la materia, como punto de partida para el desarrollo del conocimiento específico. b) Abundante propuesta de problemas de aplicación, para desarrollar en los alumnos la capacidad de análisis y de elección de las metodologías más eficaces. c) Trabajo experimental. Para cumplir con los objetivos presentados en los incisos anteriores y las pautas generales del plan vigente, las clases están organizadas en: 1) Clases de exposición teórico-prácticas: Estas exposiciones están basadas en una amplia bibliografía, coincidente con la recomendada por otras universidades del país y del exterior, accesible para los estudiantes en la biblioteca. 2) Clases de discusión y análisis de los ejercicios y problemas propuestos por la cátedra: En estas clases los estudiantes toman estrecho contacto con los docentes y tienen la oportunidad de trabajar con una relación docente/alumno muy favorable. 3) Trabajos de laboratorio: Se organizan grupos de 4 o 5 estudiantes cada uno, supervisados por los docentes, que realizan mediciones sobre circuitos electrónicos, previamente preparados, basados en problemas discutidos en clase. 4) Trabajo individual: Se incentiva el uso de programas de computadora para resolver problemas y estudiar las propiedades de los circuitos electrónicos. Están a disposición las computadoras del Laboratorio de Microcomputo J.M. Barcala, del Departamento de Electrotecnia, y paquetes de programas que proporcionan un ambiente de utilitarios aptos, como por ejemplo Mathcad y SPICE.

#### **SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

Se aplica el sistema de evaluación de acuerdo a la reglamentación vigente, consistente en la realización de dos pruebas parciales, con un recuperatorio cada una, durante el semestre en que se dicta la materia. Si se aprueba el primer parcial o su recuperatorio con nota superior a 4 (sobre 10) se está en condiciones de rendir el segundo parcial al finalizar el semestre. Si este segundo parcial o su recuperatorio es aprobado con nota superior a 4 y el promedio de las notas de los dos parciales es superior a 6, se aprueba la materia por promoción. Si el promedio se encuentra entre 4 y 6, se debe rendir un examen final en fechas fijadas por la Facultad. Si se desaprueba el recuperatorio del primer parcial, se recursa la materia al año siguiente. Igualmente, si se desaprueba el recuperatorio del segundo parcial, se recursa la materia.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

Gray-Meyer. "Análisis y Diseño de Circuitos Integrados Analógicos". Prentice Hall. 3ra Ed. 1995  
 Millman-Grabel. "Microelectrónica". Hispano Europea. 6ª Edición 1991.  
 Millman-Halkias. "Integrated Electronics: Analog and Digital Circuits and Systems". Mc Graw-Hill. Book Company 1972.  
 Savant Roden. "Diseño Electrónico". Addison Wesley Iberoamericana. 1992.  
 Tobey, Graeme, Huelsman. "Amplificadores Operacionales, diseño y aplicación". Ed. Diana, México, 1985

**MATERIAL DIDÁCTICO:**

En lo referente a Apuntes, se considera que su existencia en esta materia no es beneficiosa para los estudiantes, ya que generalmente se reducen a un compendio limitado de lo expuesto en las clases. Existiendo una amplia bibliografía, que cubre todos los temas tanto en forma básica como profunda, se pretende que los alumnos aprendan a seleccionar la bibliografía más adecuada para cada tema, sobre la base de las exposiciones teóricas de los profesores y las consultas que realizan en las clases de discusión de problemas. En cuanto a Guías de Trabajos Prácticos, cada año se editan los enunciados de los problemas seleccionados para su discusión en clase práctica y para la posterior verificación en el laboratorio de aquellos seleccionados a tal efecto. El software más apropiado para esta materia es el conocido como SPICE, de ORCAD. Este programa está disponible en forma gratuita en internet en su versión estudiante. Esta versión es suficiente para el uso y para la profundidad de análisis requerida en la materia.

**ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO:**

Nombre	Tema	Laboratorio	Días y Horarios
Descripción:			
Herramientas Utilizadas:			
Equipos y elementos de seguridad para esta tarea:			