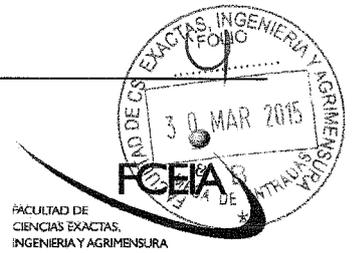


Programa de

# Dispositivos y Circuitos Electrónicos I



Código/s: A8

## Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Dispositivos y Circuitos
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	6° [ECA]		
Carga horaria:	96 hs. / 6 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Electrónica	Departamento:	Electrónica
Docente responsable:	CREPALDO, Daniel		

## Programa Sintético

Conceptos fundamentales de amplificación. Utilización de diferentes dispositivos en la implementación de etapas amplificadoras básicas. Concepto de polarización. Análisis en pequeña señal. Modelos. Disipación de Potencia. Amplificadores Diferenciales. Amplificadores Multietapa. Respuesta en frecuencia en Amplificadores - Disipación de potencia y disipadores. Amplificadores de potencia. Clases de funcionamiento y configuraciones básicas. Criterios de diseño. Límites de funcionamiento de los elementos activos. Ruido aleatorio.

## Asignaturas Relacionadas

Previas: A1 - Introducción a la Ingeniería Electrónica, A6 - Física de los Dispositivos Electrónicos

Simultaneas Recomendadas:

Posteriores: A14 - Sistemas Digitales II, A15 - Dispositivos y Circuitos Electrónicos II, A16 - Laboratorio de Mediciones

## Vigencia desde 2016

D. CREPALDO

Firma Profesor

26/3/15

Fecha

Firma Aprob. Escuela

27/3/15

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Ing. VICTOR CULASSO  
Director  
Esc. Ing. Electrónica



## Características generales

La asignatura se orienta a formar competencias en análisis y diseño de circuitos electrónicos analógicos básicos como son los amplificadores lineales, tomando como fundamento las técnicas de análisis de circuitos y los conocimientos del funcionamiento de los distintos dispositivos semiconductores desarrollados en las asignaturas correlativas. Los circuitos son analizados con la profundidad conveniente para su clara identificación y posterior aplicación creativa en la solución de problemas de ingeniería.

## Objetivos

Que el estudiante adquiera capacidad y destreza para:

- Analizar circuitos amplificadores de una o varias etapas estableciendo su funcionalidad, sus ventajas y limitaciones, y su respuesta a distintos tipos de excitaciones
- Diseñar, simular, implementar e interconectar circuitos amplificadores tanto de señal como etapas de potencia utilizando herramientas adecuadas
- Identificar los parámetros que caracterizan el funcionamiento de los amplificadores, proyectar y realizar ensayos de laboratorio para obtener dichos parámetros y elaborar un informe a nivel profesional que incluya las conclusiones obtenidas.
- Identificar y utilizar correctamente los instrumentos de laboratorio para el ensayo y la caracterización de circuitos electrónicos
- Trabajar en equipo.

## Contenido Temático

### 1. Unidad 1: AMPLIFICACIÓN ANALÓGICA.

- 1.1. Amplificación. Concepto. Definición de señal. Circuitos activos y pasivos. Definición de gran señal y pequeña señal. Conceptos y características.
- 1.2. Los transistores en pequeña señal. Modelos de los transistores bipolares y de efecto de campo, parámetros y limitaciones. Efectos intrínsecos. Modelos básicos.
- 1.3. El transistor como amplificador. Zona de operación. Polarización, conceptos generales, punto de trabajo y sus requerimientos. Técnicas de polarización para las distintas clases de transistores.
- 1.4. Etapas amplificadoras básicas de un sólo transistor: inversor, seguidor de tensión, seguidor de corriente. Función transferencia, características y modelos en señal. Análisis comparativo.
- 1.5. Respuesta en frecuencia. Efectos capacitivos e inductivos en los circuitos, elementos causantes. Modelos. Efecto de la frecuencia de la señal en la respuesta de los amplificadores, análisis en régimen senoidal. Límites de frecuencia, banda alta, baja y media. Caracterización analítica y experimental. Producto ganancia-ancho de banda. Respuesta a distintas excitaciones.
- 1.6. Análisis, diseño y caracterización de amplificadores. Parámetros estáticos y dinámicos característicos. Criterios de diseño. Caracterización experimental. Determinación de los parámetros característicos.
- 1.7. Amplificadores multietapa. Acoplamiento de etapas, características y aplicaciones. Circuitos de alta impedancia de entrada. Circuitos de alta ganancia. Configuración Darlington. Desplazadores de nivel y configuraciones con mayor ancho de banda. Análisis, diseño y caracterización.
- 1.8. Fuentes de corriente y cargas activas. Las fuentes de corriente como cargas activas. Distintas topologías: espejo de corriente, Widlar, cascode, Wilson. Consideraciones en el diseño. Matching. Independencia de la temperatura y de la alimentación.
- 1.9. Amplificador diferencial. Topología básica. Características. Señales diferenciales y a modo común. Factor de rechazo. Implementación con distintas tecnologías. Funcionamiento en gran señal. Rango de excursión. Efecto del despareamiento de los elementos y de la no simetría del circuito. Análisis, diseño y caracterización.
- 1.10. Concepto de ruido. Clasificación de las fuentes de ruido. Ruido térmico. Ruido de emisión. Ruido 1/f. Especificaciones de ruido. Potencia disponible de ruido. Factor de ruido y número (figura) de ruido.

Relación Señal-Ruido. Ancho de banda de ruido. Ruido de banda ancha. Temperatura de ruido. Ruido en transistores bipolares y de efecto de campo. Modelo de ruido con fuentes de tensión y corriente para amplificadores. Consideraciones en el diseño para minimizar efectos de ruido.



Al finalizar la unidad 1 el alumno estará capacitado para

- Analizar circuitos amplificadores de una o varias etapas estableciendo su funcionalidad, su respuesta a distintos tipos de excitaciones y sus limitaciones de funcionamiento
- Definir, identificar y medir los parámetros que caracterizan el funcionamiento de los amplificadores.
- Identificar los distintos acoplamientos posibles y evaluar su incidencia en la respuesta de los circuitos
- Diseñar, simular y ensayar en laboratorio circuitos amplificadores de una o varias etapas.

## 2. Unidad 2: AMPLIFICADORES DE POTENCIA LINEALES

### 2.1. Caracterización de los transistores de potencia.

2.1.1. Transistor Bipolar. Análisis de las características enfocadas para potencia. Curvas de primera ruptura. Curva de potencia máxima. Segunda ruptura (second breakdown -SB) o avalancha secundaria. Área de operación segura (SOA).

2.1.2. MOSFET. Análisis de las características enfocadas para potencia. Regímenes máximos absolutos. Potencia. Corriente de drenaje. Tensión de ruptura drenaje-fuente. Tensión máxima (absoluta) compuerta-fuente. Resistencia en conducción drenaje-fuente (drain-source on resistance). Tensión drenaje-fuente en conducción. Diodo inverso. Corriente de drenaje inversa continua y pulsante. Área de operación segura en polarización directa (FBSOA) y en conmutación (SSOA).

2.2. Caracterización térmica de los dispositivos de potencia. Potencia máxima, curva de degradación. Temperaturas máximas de juntura. Modelos térmicos. Disipadores, distintos tipos, diseño de las características del disipador.

2.2.1. Consideraciones a tener en cuenta en el montaje. Temperaturas de soldadura.

2.3. Características de los amplificadores de potencia lineales.

2.4. Clasificación de acuerdo a las características circuitales.

2.4.1. Clase "A". Características de polarización.

2.4.2. Clase "B". Características de polarización. Etapas en contrafase. Acoplamiento Push-Pull. Acoplamiento con simetría complementaria. Acoplamiento Cuasi-Complementario. Acoplamiento Puente.

2.4.3. Clase "AB". Características de polarización.

2.4.4. Otros amplificadores de potencia

2.5. Potencia y Rendimiento. Modelos matemáticos para su estimación. Rendimientos reales en potencia y energía teniendo en cuenta la resistencia de la fuente y la saturación del dispositivo. Presencia de cargas reactivas, particularidades y precauciones. Análisis comparativo de las distintas clases.

2.6. Distorsión. Causas de distorsión en amplificadores. Distorsión por alinealidad de dispositivo. Distorsión debida a desapareamiento de la ganancia. Distorsión de cruce, compensación por polarización en clase "AB". Distorsión armónica. Distorsión por intermodulación.

2.7. Análisis y diseño de amplificadores de potencia.

2.7.1. Amplificadores discretos: con transistores bipolares, con MOSFET . Protecciones.

2.7.2. Amplificadores integrados, parámetros generales. Amplificadores de Audio, parámetros especi&#64257;cos.

2.7.3. Recursos para aumentar la capacidad de potencia.

Al finalizar la unidad 2 el alumno estará capacitado para

- Reconocer las distintas configuraciones de los amplificadores de potencia, las diferencias conceptuales, técnico-económicas y sus aplicaciones.
- Identificar las partes que componen un amplificador de potencia y calcular los valores de régimen de las distintas variables.
- Diseñar el amplificador de potencia más adecuado que cumpla con un conjunto de especificaciones, adoptando los componentes integrados y/o discretos técnica y económicamente más adecuados para la aplicación, a partir del conocimiento de los parámetros y especificaciones suministrados por el fabricante.



### 3. Unidad 3 – ENSAYO, CARACTERIZACIÓN Y DISEÑO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

3.1. Instrumental de Laboratorio. Funcionamiento y manejo. Utilización en experiencias de laboratorio de ensayo y caracterización de los circuitos electrónicos comprendidos en la asignatura

3.2. Proceso de Diseño. Etapas. Herramientas disponibles. Problemas de diseño aplicados a los temas de la asignatura.

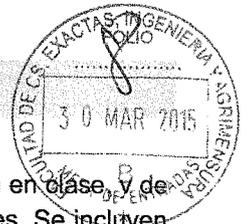
El contenido de la unidad 3 está presente en cada una de las restantes unidades a fin de desarrollar las habilidades de procedimiento y actitudinales requeridas para el logro de los objetivos de la asignatura.

#### Modalidades de enseñanza-aprendizaje

La asignatura se desarrolla con clases expositivas, clases prácticas y experiencias de laboratorio. En las clases expositivas se desarrollan los temas teóricos básicos. Las clases prácticas están orientadas a adquirir destreza en la solución de problemas, tanto los exclusivamente didácticos como problemas reales de ingeniería. Para las experiencias de laboratorio los estudiantes se organizan en grupos de trabajo, lo que estimula las habilidades requeridas para el trabajo en equipo. Estas experiencias permiten la adquisición de destreza en la caracterización de circuitos a través del uso del instrumental de laboratorio. Se incluyen problemas típicos de diseño cuya resolución involucra la aplicación de criterios de ingeniería básica y de detalle. Esta resolución es controlada por los docentes previamente a su materialización y ensayo en el laboratorio, a fin de mejorar el aprendizaje a partir de la realimentación de conocimientos. Finalmente se solicita la elaboración de un informe de laboratorio donde conste el proceso de diseño, las mediciones y verificaciones prácticas de funcionamiento y la elaboración de conclusiones. Los estudiantes tienen a su disposición horarios de consulta fuera de los horarios de clase de la asignatura

#### Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Experiencia de laboratorio nº 1: Ensayo de etapa amplificadora con transistor MOS	A partir de ensayos se obtienen los parámetros de un transistor MOS y se comparan con los suministrados por el fabricante en la hoja de datos. Con este transistor se implementa una etapa amplificadora y se caracteriza mediante los correspondientes ensayos de laboratorio
2	Experiencia de laboratorio nº 2: Diseño de etapa amplificadora con transistor JFET	Se implementa una etapa amplificadora con un transistor JFET polarizada de manera de acotar la incertidumbre de $I_d$ debido a la dispersión de parámetros. Se caracteriza dicha etapa mediante los correspondientes ensayos de laboratorio.
3	Experiencia de laboratorio nº 3: Diseño de amplificador multietapa.	Se diseña un amplificador multietapa que satisfaga un conjunto de especificaciones suministradas, utilizando el menor número posible de etapas y evitando el uso de capacitores de desacople. Se deben evaluar las configuraciones circuitales posibles y justificar la adoptada, explicitando los criterios de adopción de los puntos de trabajo de cada transistor utilizado y de los restantes componentes.
4	Experiencia de laboratorio nº 4: Ensayo de etapa amplificadora de potencia.	A definir



## Evaluación

### Promoción:

La evaluación se realiza mediante el seguimiento del trabajo individual y grupal, de la participación en clase, y de las experiencias de laboratorio durante su realización y a través de las memorias correspondientes. Se incluyen evaluaciones parciales, en general al concluir cada temática, programadas dentro del horario normal de clase. Al finalizar el cursado el estudiante debe rendir satisfactoriamente un examen globalizador. Este examen es personalizado y sus características varían según el desempeño individual de cada alumno durante el cursado, desde un coloquio individual hasta un examen que incluye trabajos prácticos, resolución de problemas y coloquio. En resumen, para aprobar la asignatura al culminar el cursado a través de un coloquio globalizador, el alumno debe haber cumplimentado una asistencia a las clases habiendo realizado las actividades programadas en un porcentaje no menor al 80%, haber aprobado las evaluaciones individuales y/o grupales y haber realizado en forma exitosa el 100% de las experiencias de laboratorio incluyendo las memorias correspondientes.

### Condición Intermedia:

Quedarán en condición Intermedia de la asignatura quienes hayan cumplido los todos los requisitos para la aprobación de la materia salvo aprobar el coloquio globalizador.

### Examen libre

En caso de presentarse a examen en condición de libre el alumno deberá realizar y aprobar un examen de laboratorio y un examen escrito donde demuestre haber alcanzado los objetivos conceptuales y procedimentales previstos, para estar en condiciones de acceder al coloquio globalizador.

## Distribución de la carga horaria

### Presenciales

Teóricas		33 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	15 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	18 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	24 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	6 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	<b>Total</b>	<b>96 Hs.</b>
Evaluaciones		8 Hs.

### Dedicadas por el alumno fuera de clase

	Preparación Teórica	30 Hs.
	Preparación Práctica	46 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	20 Hs.
	<b>Total</b>	<b>96 Hs.</b>

## Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Circuitos microelectrónicos. 5a edición.	Sedra A. S., Smith K. C.	Oxford University Press	2006	1
Microelectrónica circuitos y dispositivos. 2a. ed.	Horenstein M. N.	Prentice Hall	1997	1



Microelectrónica	Millman y Grabel	Mc Graw Hill	1989	
Microelectrónica	Millman	Mc Graw Hill	1982	
Audio Power Amplifier Design Handbook	Self D.	Newnes	2002	
Circuitos de Potencia de Estado Sólido. Manual para proyectistas	RCA	Arbo	1985	1

**Bibliografía complementaria**

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
--------	---------	-----------	-----	-------

**Recursos web y otros recursos**

Se está realizando una revisión de las publicaciones disponibles en la web que corresponden a las asignaturas del plan anterior relacionadas con las temáticas de esta asignatura



**Cronograma de actividades**

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Objetivos. Forma y condiciones de cursado. Concepto de amplificación. Gran señal y pequeña señal. Modelos de los transistores bipolares y de efecto de campo, parámetros y limitaciones. Efectos intrínsecos.	Clases expositivas / Clases prácticas
2	1	Polarización amplificadores JFET y MOSFET. Etapa fuente común. Señal. Polarización BJT. Etapa emisor común. Características. Señal sin/con Re/Rs	Clases expositivas / Clases prácticas
3	1	Otras configuraciones (BC, CC, GC, DC). Características, Comparación entre etapas.	Clases expositivas / Clases prácticas
4	1	Amplificador diferencial	Clases expositivas / Clases prácticas
5	1	AD MOS. AD CMOS. Cargas Activas. Dárlington. Cascode.	Clases expositivas / Clases prácticas
6	-	Amplificadores multietapa, topologías básicas, análisis, caracterización. Ejemplos de diseño. Implementación. AO discreto.	Clases expositivas / Clases prácticas
7	1	Respuesta en frecuencia de los amplificadores, régimen senoidal. Ruido en amplificadores	Clases expositivas / Clases prácticas
8	1	Ruido en amplificadores. Evaluación Unidad I	Clases expositivas / Clases prácticas / Evaluación
9	2	Caracterización de los transistores de potencia.	Clases expositivas / Clases prácticas
10	2	Caracterización térmica de los dispositivos de potencia. Potencia máxima, curva de degradación. Temperaturas máximas de juntura. Modelos térmicos. Disipadores, distintos tipos, diseño de las características del disipador.	Clases expositivas / Clases prácticas
11	2	Características de los amplificadores de potencia lineales Clasificación de acuerdo a las características circuitales	Clases expositivas / Clases prácticas
12	2	Potencia y Rendimiento. Modelos matemáticos para su estimación. Análisis comparativo de las distintas clases	Clases expositivas / Clases prácticas
13	2	Distorsión. Causas de distorsión en amplificadores. Tipos de distorsión. Compensación	Clases expositivas / Clases prácticas
14	2	Análisis y diseño de amplificadores de potencia	Clases expositivas / Clases prácticas
15	2	Análisis y diseño de amplificadores de potencia Evaluación Unidad II	Clases expositivas / Clases prácticas / Evaluación
16	1/2	Práctica de repaso. Evaluaciones complementarias	Clases prácticas / Evaluación

DUPLICADO



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,  
INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



"2015-Año del Bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres"

Expediente N° 58081 S/R 055.-

Rosario, 1° de abril de 2015.-

VISTO que Secretaría Académica eleva para su aprobación el programa de la asignatura A8 "Dispositivos y Circuitos Electrónicos I", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14.-

CONSIDERANDO:

Que el mismo responde a los lineamientos establecidos en la Resolución N° 869/14 – C.D. (Formulario de Programas de asignaturas de las distintas carreras que se cursan en esta Facultad).-

Que el tema fue tratado y aprobado en la reunión del Consejo Directivo del día de la fecha.-

Por ello,

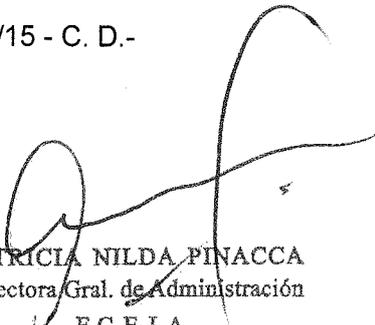
EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRIMENSURA  
RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el programa de la asignatura A8 "Dispositivos y Circuitos Electrónicos I", vigente a partir del año 2016, correspondiente al Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Electrónica, aprobado por Resolución C.S. N° 372/14, cuyas fotocopias autenticadas forman parte de la presente resolución.-

ARTICULO 2º: Regístrese, comuníquese, sáquese copia, tome nota Dirección General de Administración a sus efectos, pase a conocimiento de Secretaría Académica, del Departamento Registro de Alumnos y de la Escuela de Ingeniería Electrónica, cumplido, agréguese a sus antecedentes.-

RESOLUCION N° 169/15 - C. D.-

CS
Jr
Jr
Jr

  
PATRICIA NILDA PINACCA  
Directora Gral. de Administración  
F.C.E.I.A.

  
Ing. OSCAR E. PEIRE  
Decano - FCEIA

  
SUSANA B. MIGLIORANZZA  
Directora Operativa  
Consejo Directivo - F.C.E.I.A.