

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	CIRCUITOS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS		
<b>Materia</b>	ELECTRÓNICA ANALÓGICA		
<b>Módulo</b>	MATERIAS BÁSICAS DE TELECOMUNICACIONES		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	460 (I.T.T.) 512 (I.T.E.T.)	<b>Código</b>	45013 (I.T.T.) 46613 (I.T.E.T.)
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	2 <sup>o</sup>
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	María Aboy Cebrián Lourdes Enríquez Giraudo		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 E-MAIL: <a href="mailto:marabo@tel.uva.es">marabo@tel.uva.es</a> ; <a href="mailto:louenr@tel.uva.es">louenr@tel.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Los avances de la industria de semiconductores y las telecomunicaciones hacen cada vez más importante para los futuros ingenieros adquirir conocimientos sólidos de Microelectrónica. Estos conocimientos se fundamentan en los dispositivos y tecnología microelectrónica, así como en el análisis y diseño de circuitos analógicos y digitales incluidos en la mayoría de los sistemas electrónicos y de comunicaciones que forman parte de nuestra vida diaria. Estos aspectos son los que se abordan en las asignaturas del plan de Estudios, relacionadas con la Electrónica, dentro del bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones:

<i>Materias Básicas de Telecomunicaciones (Electrónica)</i>	Electrónica Analógica	Fundamentos de Electrónica
		<b>Circuitos Electrónicos Analógicos</b>
	Electrónica Digital	Circuitos Electrónicos Digitales
		Sistemas Electrónicos basados en Microprocesador

Partiendo de los conocimientos adquiridos en “Fundamentos de Electrónica”, la asignatura “Circuitos Electrónicos Analógicos” se ocupa del estudio de circuitos electrónicos básicos para procesamiento analógico de la señal.

### 1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se apoya en los conocimientos adquiridos en “Fundamentos de Electrónica”, pues los dispositivos electrónicos constituyen la base sobre la que se asientan los circuitos analógicos.

Por otra parte, las competencias adquiridas en esta asignatura serán básicas para afrontar las siguientes asignaturas que forman parte del Bloque de Materias Específicas en cada uno de los Grados:

- a. Tecnologías de Telecomunicación: Microelectrónica de Radio Frecuencia, Instrumentación y Equipos Electrónicos.
- b. Tecnologías Específicas de Telecomunicación:
  - i. Mención en Sistemas de Telecomunicación: Tecnologías de Alta Frecuencia, Sistemas Electrónicos de Medida y Control.
  - ii. Mención en Telemática: Equipos Electrónicos e Instrumentación Virtual.
  - iii. Mención en Sistemas Electrónicos: Instrumentación Electrónica, Equipos Electrónicos de Medida y Alimentación, Ampliación de Instrumentación y Equipos Electrónicos, Diseño de Circuitos y Sistemas Analógicos, Circuitos de Radio Frecuencia.

### 1.3 Prerrequisitos

Para cursar esta asignatura con aprovechamiento es recomendable haber superado la asignatura *Fundamentos de Electrónica* que, junto a *Circuitos Electrónicos Analógicos* conforman la materia “Electrónica Analógica”. Además, es conveniente haber superado la asignatura Circuitos Eléctricos, pues proporciona un buen punto de partida para el tratamiento de los circuitos electrónicos.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.
- GB1. Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- GB2. Capacidad para relacionar conceptos y adquirir una visión integrada, evitando enfoques fragmentarios.
- GB4. Capacidad para trabajar en grupo, participando de forma activa, colaborando con sus compañeros y trabajando de forma orientada al resultado conjunto, y en un entorno multilingüe.
- GB5. Conocimiento de materias básicas, científicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías.
- GBE3. Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE4. Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.

### 2.2 Específicas

- B4. Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- T11. Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.



### 3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno será capaz de:

- Distinguir las distintas topologías de amplificadores y obtener sus parámetros característicos.
- Obtener la función de transferencia de circuitos amplificadores, así como representarla gráficamente y hacer un análisis crítico del mismo.
- Identificar las distintas topologías de realimentación y predecir los efectos que la realimentación tiene sobre sus características.
- Analizar circuitos básicos basados en amplificadores operacionales.
- Conocer y analizar etapas de salida en los amplificadores de potencia.
- Conocer distintas implementaciones y técnicas de diseño de filtros activos.
- Analizar circuitos generadores de señales triangulares, sinusoidales y cuadradas.
- Implementar en el laboratorio circuitos analógicos básicos, realizar medidas sobre los mismos y hacer un análisis crítico de los resultados.





## 4. Bloques temáticos

### Bloque 1: Amplificación

Carga de trabajo en créditos ECTS:

#### a. Contextualización y justificación

Este bloque se centra en el estudio de la Amplificación, como concepto básico dentro del procesamiento analógico de señales.

Partiendo de conocimientos adquiridos en la asignatura "Fundamentos de Electrónica" como son la polarización, amplificación, impedancias características, análisis de pequeña señal, etc., se introducen dos conceptos nuevos: la variable frecuencia y la realimentación. Con ello se hará un análisis más completo y realista de los amplificadores, prediciendo su comportamiento en diversas situaciones.

Los temas 4, 5, y 6 analizan los distintos bloques básicos que conforman un amplificador dentro de un circuito integrado. Se revisan los conceptos de polarización, amplificación en modo diferencial y etapas de potencia dentro de la perspectiva del circuito integrado.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Calcular la ganancia e impedancias de entrada y salida de un amplificador.
- Calcular la función de transferencia, representar el Diagrama de Bode de un amplificador e interpretarlo adecuadamente.
- Identificar las topologías de realimentación y analizar las características del amplificador realimentado.
- Analizar las distintas etapas de que consta un amplificador dentro de un circuito integrado.
- Hacer un análisis crítico de los resultados experimentales.

#### c. Contenidos

##### TEMA 1: Amplificadores

- 1.1 Introducción
- 1.2 Características y tipos de amplificadores
- 1.3 Etapas básicas en tecnología bipolar y MOS
- 1.4 Amplificadores multietapa

Práctica 1 de Laboratorio: Análisis de las características de un amplificador

##### TEMA 2: Respuesta en Frecuencia de los Amplificadores

- 2.1 Características y elementos de análisis
- 2.2 Diagrama de Bode
- 2.3 Respuesta en baja frecuencia



### TEMA 3: Amplificadores Realimentados

- 3.1 Concepto de realimentación
- 3.2 Topologías
- 3.3 Propiedades de los amplificadores con realimentación negativa
- 3.4 Estabilidad

Práctica 2 de Laboratorio: Análisis de la respuesta en frecuencia de un amplificador

### TEMA 4: Polarización en Circuitos Integrados

- 4.1 Fuentes y espejos de corriente
- 4.2 Fuentes de tensión

### TEMA 5: Amplificador Diferencial

- 5.1 Consideraciones generales
- 5.2 Par diferencial bipolar
- 5.3 Par diferencial MOS

### TEMA 6: Etapas de Potencia

- 6.1 Introducción a la electrónica de potencia. Aplicación en energías renovables.
- 6.2 Clasificación de las etapas de potencia

#### d. Métodos docentes

---

Ver apartado 5: Métodos docentes y principios metodológicos

#### e. Plan de trabajo

---

Véase el Anexo I.

#### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Resolución de problemas por parte del alumno.
- Informe realizado sobre el caso práctico de laboratorio.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

(Ver apartado 7).

#### g. Material docente

---

##### g1. Bibliografía básica

---

- N. Malik, *Circuitos Electrónicos, Análisis, Simulación y Diseño*, Prentice Hall, 1996.
- A. S. Sedra, K. Smith, *Circuitos Microelectrónicos*, Oxford University Press, 1999.
- J. Millman, A. Grabel, *Microelectrónica*, Hispano Europea, 1991

## g2. Bibliografía complementaria

---

- Gray/Meyer, *Análisis y Diseño de Circuitos Integrados Analógicos*, Prentice Hall, 1995.
- D. Schilling, G. Belove, *Circuitos electrónicos discretos e integrados*, Marcombo, 1993.

## g3. Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

---

Como apoyo para el estudio personal del alumno, se proporcionarán varios recursos telemáticos que estarán disponibles en la página de la asignatura Circuitos Electrónicos Analógicos en el Campus Virtual.

## h. Recursos necesarios

---

Los recursos necesarios incluyen:

- Documentación de apoyo para las clases teóricas y de problemas.
- Equipamiento de instrumentación electrónica en el Laboratorio 1L007 para el desarrollo de las prácticas.
- Guiones de las prácticas de laboratorio.

## i. Temporalización

---

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.5 ECTS	Semanas 1 a 9

## Bloque 2: El Amplificador Operacional

---

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

---

Uno de los bloques fundamentales en los circuitos integrados es el amplificador operacional. Por su importancia en el procesamiento analógico de señales, dedicaremos este bloque al estudio de su estructura y aplicaciones. Partiendo de las premisas del amplificador operacional ideal, estudiaremos aplicaciones básicas tanto lineales como no lineales, para a continuación considerar la influencia de no idealidades en el funcionamiento de algunos circuitos. Por último, estudiaremos algunos generadores de señal.

### b. Objetivos de aprendizaje

---

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer y analizar la estructura interna de un amplificador operacional (A.O.).
- Conocer las no idealidades de los A.O. y su influencia sobre el comportamiento de los circuitos.
- Conocer las aplicaciones fundamentales de los A.O.



- Analizar circuitos básicos con amplificador operacional.
- Conocer distintas implementaciones y técnicas de diseño de filtros activos.
- Analizar circuitos generadores de señales triangulares, senoidales y cuadradas.
- Hacer un análisis crítico de los resultados experimentales.

### c. Contenidos

---

#### **TEMA 7: Del amplificador diferencial al amplificador operacional**

- 7.1 Estructura básica
- 7.2 Un A.O. real: el uA741
- 7.3 El A.O. ideal. Configuraciones básicas
- 7.4 No idealidades del A.O.

#### **TEMA 8: Aplicaciones Lineales**

- 8.1 Ejemplos
- 8.2 Filtros activos

Práctica 3 de Laboratorio: Estudio de un circuito integrador-derivador

#### **TEMA 9: Aplicaciones no lineales**

- 9.1 Comparadores
- 9.2 Rectificadores

#### **TEMA 10: Generadores de señal: osciladores**

- 10.1 Osciladores sinusoidales
- 10.2 Circuitos de relajación

Práctica 4 de Laboratorio: Estudio de circuitos osciladores

### d. Métodos docentes

---

Ver apartado 5: Métodos docentes y principios metodológicos

### e. Plan de trabajo

---

Véase el Anexo I.

### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
- Resolución de problemas por parte del alumno.
- Informe realizado sobre el caso práctico de laboratorio.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

(Ver apartado 7).



## g. Material docente

### g1. Bibliografía básica

- N. Malik, *Circuitos Electrónicos, Análisis, Simulación y Diseño*, Prentice Hall, 1996.
- A. S. Sedra, K. Smith, *Circuitos Microelectrónicos*, Oxford University Press, 1999.
- J. Millman, A. Grabel, *Microelectrónica*, Hispano Europea, 1991

### g2. Bibliografía complementaria

- Gray/Meyer, *Análisis y Diseño de Circuitos Integrados Analógicos*, Prentice Hall, 1995.
- D. Schilling, G. Belove, *Circuitos electrónicos discretos e integrados*, Marcombo, 1993.

### g3. Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Como apoyo para el estudio personal del alumno, se proporcionarán varios recursos telemáticos que estarán disponibles en la página de la asignatura Circuitos Electrónicos Analógicos en el Campus Virtual.

## h. Recursos necesarios

Los recursos necesarios incluyen:

- Documentación de apoyo para las clases teóricas y de problemas.
- Equipamiento de instrumentación electrónica en el Laboratorio 1L007 para el desarrollo de las prácticas.
- Guiones de las prácticas de laboratorio.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2.5 ECTS	Semanas 10 a 15

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Es fundamental que los alumnos adquieran los conceptos teóricos básicos de una manera integrada, y así puedan aplicarlos a la resolución tanto de cuestiones como de problemas, y que este aprendizaje les permita relacionar los diferentes aspectos de cada tema, así como su interacción con otros temas. Se utilizarán los siguientes métodos docentes:

- Clase presencial participativa.
- Resolución de problemas en clase participativa.
- Tutorías personales.

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	28	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas de aula	24	Preparación de sesiones presenciales	15
Laboratorios (Actividad evaluable)	8	Realización de problemas propuestos	15
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>
<b>TOTAL presencial + no presencial</b>			<b>150</b>

<sup>(1)</sup> Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

## 7. Sistema y características de la evaluación

	<b>INSTRUMENTO/ PROCEDIMIENTO</b>	<b>PESO EN LA NOTA FINAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>ACT</b>	Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas	5%	
<b>LAB</b>	Valoración de la destreza en el manejo de la instrumentación y resolución de problemas en el laboratorio	10%	Se valorará mediante observación sistemática en las sesiones de laboratorio.
<b>LAB</b>	Examen final práctico (individual) de laboratorio	10%	La nota global de prácticas de laboratorio supondrá un 20% del total, y es necesario (pero no suficiente) obtener una calificación igual o superior a 4.0 sobre 10 sumando las partes (LAB) para superar la asignatura.
<b>EXA</b>	Examen final escrito	75%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10 en la parte (EXA) para superar la asignatura.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Se calculará la nota final atendiendo a los pesos especificados en la tabla anterior. Para superar la asignatura se exigirá una puntuación global de al menos 5.0 sobre 10. Si un alumno no alcanza los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita en la tabla y una calificación de 4.5.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Se mantiene, hasta la finalización del curso académico, la calificación obtenida en la parte teórica (EXA) o práctica (LAB), siempre que se haya superado con una calificación igual o superior a 5.0 sobre 10.
  - Si no se ha superado la parte práctica (LAB), se realizará un examen de laboratorio, cuyo peso en la calificación final será de un 20%. Es necesario obtener una calificación igual o superior a 4.0 sobre 10 para superar la asignatura.
  - Si no se ha superado la parte teórica (EXA), se realizará un examen escrito, cuyo peso en la calificación final será de un 80%. Es necesario obtener una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10 para superar la asignatura.
  - En cualquier caso, para superar la asignatura se exigirá una puntuación global de al menos 5.0 sobre 10. Si un alumno no alcanza los requisitos mínimos descritos en los dos puntos anteriores, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita y una calificación de 4.5.

## 8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.