

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G993 - Electrónica Analógica

Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática  
Obligatoria. Curso 3

Curso Académico 2023-2024

**1. DATOS IDENTIFICATIVOS**

Título/s	Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática		Tipología v Curso	Obligatoria. Curso 3	
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación				
Módulo / materia	MATERIA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA MÓDULO COMÚN A LA RAMA INDUSTRIAL				
Código y denominación	G993 - Electrónica Analógica				
Créditos ECTS	6	Cuatrimestre	Cuatrimestral (1)		
Web	<a href="https://moodle.unican.es/course/view.php?idnumber=G993_2223">https://moodle.unican.es/course/view.php?idnumber=G993_2223</a>				
Idioma de impartición	Español	English friendly	Sí	Forma de impartición	Presencial

Departamento	DPTO. TECNOLOGIA ELECTRONICA E INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA
Profesor responsable	YOLANDA LECHUGA SOLAEGUI
E-mail	yolanda.lechuga@unican.es
Número despacho	E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Planta: - 3. DESPACHO PROFESOR (S3082)
Otros profesores	MARIA DEL MAR MARTINEZ SOLORZANO JOSE ANGEL MIGUEL DIAZ

**2. CONOCIMIENTOS PREVIOS**

Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales.

Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos.

Comprensión del comportamiento característico de diodos, MOSFETs y BJTs.

Habilidad de simulación y utilización de dispositivos electrónicos (Nivel 1).

Comprensión del diseño y análisis de circuitos electrónicos analógicos y digitales básicos utilizando MOSFETs y BJTs (Nivel 1).

Habilidad en el montaje y verificación de circuitos y manejo de la instrumentación de un laboratorio de electrónica (Nivel 1).

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

Competencias Genéricas
Obtención del conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
Adquisición de la capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Electrónica Industrial.
Desarrollo de la capacidad de orientar la actividad profesional al aprendizaje.
Adquisición de la capacidad de utilización de las TIC.
Competencias Específicas
Obtención de los conocimientos de los fundamentos de la electrónica.

#### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Capacidad para analizar y diseñar circuitos analógicos básicos
- Conocer e identificar los circuitos más característicos y aplicaciones más extendidas relacionadas con la Electrónica Analógica
- Capacidad para diseñar, realizar experimentos y analizar e interpretar resultados

#### 4. OBJETIVOS

- Estudio del amplificador operacional y su utilización como bloque constructivo básico en aplicaciones lineales y no lineales
- Analizar la respuesta en frecuencia de las configuraciones de amplificadores más comunes
- Estudiar el efecto de la realimentación en los amplificadores y comprender los problemas de estabilidad y su aplicación en osciladores
- Analizar las topologías de las etapas de salida de amplificación de potencia
- Adquirir experiencia en el diseño, análisis e implementación de circuitos analógicos sencillos, comprobando, a través de las medidas experimentales realizadas en el laboratorio, las especificaciones de los circuitos previamente calculadas de forma teórica y por medio del simulador eléctrico SPICE

**5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES**

ACTIVIDADES	HORAS DE LA ASIGNATURA
<b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>	
HORAS DE CLASE (A)	
- Teoría (TE)	30
- Prácticas en Aula (PA)	15
- Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)	15
- Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)	
- Prácticas Clínicas (CL)	
Subtotal horas de clase	60
<b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>	
- Tutorías (TU)	9
- Evaluación (EV)	6
Subtotal actividades de seguimiento	15
<b>Total actividades presenciales (A+B)</b>	<b>75</b>
<b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>	
Trabajo en grupo (TG)	30
Trabajo autónomo (TA)	45
Tutorías No Presenciales (TU-NP)	
Evaluación No Presencial (EV-NP)	
<b>Total actividades no presenciales</b>	<b>75</b>
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>150</b>

6. ORGANIZACIÓN DOCENTE													
CONTENIDOS		TE	PA	PLE	PLO	CL	TU	EV	TG	TA	TU- NP	EV- NP	Semana
1	El Amplificador Operacional	8,00	4,00	4,00	0,00	0,00	3,00	1,00	8,00	12,00	0,00	0,00	4
1.1	El amplificador operacional: Introducción. El amplificador operacional ideal y no ideal. Amplificador inversor/no inversor: Efecto de la ganancia finita del amplificador operacional en sus prestaciones. Tensiones/intensidades de offset. Amplificador sumador/restador. Circuito integrador y derivador. Tensiones/intensidades de offset.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1.2	Aplicaciones Lineales: Amplificadores de diferencias. Amplificadores de instrumentación. Convertidor intensidad/tensión. Convertidor tensión/intensidad. Tensiones de referencia. Amplificadores de Intensidad. Amplificadores de ganancia programable.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1.3	Aplicaciones No Lineales: Comparadores con amplificadores operacionales y comparadores monolíticos. Cortadores de precisión. Amplificadores logarítmicos y antilogarítmicos. Circuitos multiplicadores. Divisores analógicos y obtención de la raíz cuadrada. Rectificadores de media onda y onda completa. Llaves analógicas. Circuitos de muestreo y retención.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
1.4	Parámetros de los amplificadores operacionales: Tensión de saturación de salida. Tensión de offset de entrada. Corriente de polarización y corriente de offset de entrada. Límite de corriente de salida. Slew-Rate. Respuesta en frecuencia en lazo abierto y en lazo cerrado.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2	Etapas de Salida y Amplificadores de Potencia	5,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	4,00	7,00	0,00	0,00	2
2.1	Repaso de circuitos con transistores BJT. Estructura del dispositivo y operación del BJT. Curvas características corriente-tensión (Modos de operación). Modelo de pequeña señal. Comparación de las prestaciones del transistor bipolar y del transistor MOS.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
2.2	Clasificación de las etapas de salida. Clase A, clase B, clase AB y clase AB modificadas. Características de transferencia, operación del circuito, disipación de potencia. Amplificadores de potencia con transistores BJT. Amplificadores de potencia con transistores MOS. Amplificadores integrados de potencia.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2

3	Respuesta en Frecuencia de los Amplificadores	8,00	4,00	4,00	0,00	0,00	3,00	1,00	8,00	12,00	0,00	0,00	4
3.1	Introducción. Función de transferencia. Diagrama de Bode. Capacidades internas y modelos a altas frecuencias del MOS y del BJT.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
3.2	Respuesta a bajas frecuencias del amplificador MOS CS. Respuesta a altas frecuencias del amplificador MOS CS. Teorema de Miller. Aproximación utilizando el método de las constantes de tiempo. Respuesta a altas frecuencias del amplificador MOS CG y cascode. Respuesta a altas frecuencias del amplificador MOS CD. Respuesta a altas frecuencias del amplificador diferencial MOS. Respuesta en frecuencias de amplificadores multietapa.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
3.3	Análisis de la respuesta en baja frecuencia, frecuencias medias y alta frecuencia de los amplificadores con transistores bipolares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4	Realimentación y Estabilidad de los Amplificadores	7,00	4,00	4,00	0,00	0,00	2,00	2,00	8,00	12,00	0,00	0,00	4
4.1	Conceptos básicos de realimentación. Ventajas de la realimentación negativa. Tipos de amplificadores realimentados. Amplificadores realimentados serie-paralelo: Caso ideal y real. Amplificadores realimentados: serie-serie, paralelo-paralelo y paralelo-serie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2
4.2	Estabilidad de los amplificadores realimentados. Polos del amplificador realimentado: Lugar de las raíces. Análisis de los sistemas de 2º orden. Márgenes de ganancia y de fase. Amplificadores operacionales compensados y no compensados. Técnicas de compensación en frecuencia.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
4.3	Osciladores. Principios básicos de los osciladores sinusoidales. Osciladores con amplificadores operacionales y redes RC. Osciladores LC y osciladores de cristal de cuarzo. Multivibradores estables	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
5	El amplificador Operacional CMOS	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1
5.1	Topología de dos etapas. Ganancia de tensión. Respuesta y compensación en frecuencia. Concepto de 'slew-rate'. Configuraciones alternativas para amplificadores CMOS.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>30,00</b>	<b>15,00</b>	<b>15,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>9,00</b>	<b>6,00</b>	<b>30,00</b>	<b>45,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
Esta organización tiene carácter orientativo.													

TE	Horas de teoría
PA	Horas de prácticas en aula
PLE	Horas de prácticas de laboratorio experimental
PLO	Horas de prácticas de laboratorio en ordenador
CL	Horas de prácticas clínicas
TU	Horas de tutoría
EV	Horas de evaluación
TG	Horas de trabajo en grupo
TA	Horas de trabajo autónomo
TU-NP	Tutorías No Presenciales
EV-NP	Evaluación No Presencial

7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN				
Descripción	Tipología	Eval. Final	Recuper.	%
Prácticas de laboratorio	Evaluación en laboratorio	No	Sí	30,00
Calif. mínima	5,00			
Duración				
Fecha realización	A lo largo del curso			
Condiciones recuperación	Examen de laboratorio en convocatoria extraordinaria			
Observaciones	Es necesario superar el programa de prácticas para aprobar la asignatura. La evaluación de las prácticas de laboratorio es continua y se tendrá en cuenta el desempeño en el laboratorio, entregables y pruebas escritas que se realicen a lo largo del curso.			
Evaluación continua	Otros	No	Sí	30,00
Calif. mínima	0,00			
Duración				
Fecha realización	A lo largo del curso			
Condiciones recuperación	En convocatoria extraordinaria			
Observaciones	La calificación se basará en los resultados de pruebas escritas, ejercicios, entregables y presentaciones propuestas en clase a lo largo del cuatrimestre. Se valorará la participación en clase.			
Examen final	Examen escrito	Sí	Sí	40,00
Calif. mínima	4,00			
Duración				
Fecha realización	En fecha programada por la ETSIIT.			
Condiciones recuperación	En convocatoria extraordinaria			
Observaciones				
<b>TOTAL</b>				<b>100,00</b>
<b>Observaciones</b>				
<p>Es imprescindible superar el programa de prácticas de laboratorio para poder aprobar la asignatura.</p> <p>En la convocatoria extraordinaria se podrá recuperar la evaluación continua mediante la suma del porcentaje de ésta al peso del examen final.</p> <p>En el caso de que las condiciones sanitarias lo precisen, la evaluación pasará de presencial a 'Evaluación con Soporte Virtual' según el formato de docencia mixta.</p> <p>Se prevé la evaluación a distancia de los trabajos, ejercicios prácticos de laboratorio y pruebas escritas, en el caso de una nueva alerta sanitaria por COVID-19 haga imposible realizar la evaluación de forma presencial.</p> <p>Para estas actividades se utilizarán medios telemáticos a través del Aula Virtual (Moodle), correo electrónico, Microsoft Teams y/u otras herramientas que provea o permita la Universidad de Cantabria para la propia evaluación, o para garantizar la validez de las pruebas.</p> <p>Para todas las modalidades de docencia descritas se mantienen los pesos porcentuales de cada una de las actividades incluidas en el método de evaluación de la asignatura.</p> <p>Los alumnos deberán disponer, por tanto, de ordenador, webcam y micrófono, o teléfono móvil con cámara, conexión a internet, y Microsoft Teams y/u otras herramientas software que provea o permita la Universidad de Cantabria.</p>				
<b>Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial</b>				
<p>Para alumnos con matrícula a tiempo parcial que, por motivo justificado, no puedan asistir a las sesiones de prácticas de laboratorio programadas, se plantea la posibilidad de superar el programa de las mismas a través de un examen de prácticas específico para ellos en la convocatoria ordinaria.</p> <p>Además, para estos alumnos con incompatibilidad de horarios y matrícula a tiempo parcial se realizará un seguimiento y tutorización personalizados por vía telemática .</p>				



### 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

#### BÁSICA

A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectrónica Circuits, 7th ed., Edt. Oxford University Press, 2016  
 B. Razavi, Fundamentals of Microelectronics, 1st ed., Edt. Wiley & Sons, 2008  
 G.W. Roberts, A.S. Sedra, SPICE, 2nd ed. Edt. Oxford University Press, 1997

#### Complementaria

K.C. Smith, KC's problems and solutions for microelectronic circuits, 4th ed., Edt. Oxford University Press, 1998.  
 S. Franco, Design with operational amplifiers and analog integrated circuits, 3rd ed., Edt. McGraw-Hill, 2002  
 B. Razavi, Design of analog CMOS integrated circuits, 2nd ed., Edt. McGraw-Hill, 2017  
 R.W. Goody, OrCAD PSpice para Windows, Edt. Pearson Education, 2003  
 P.R. Gray, R.G. Meyer, Analysis and design of analog integrated circuits, 5th ed., Edt. Wiley, 2009

### 9. SOFTWARE

PROGRAMA / APLICACIÓN	CENTRO	PLANTA	SALA	HORARIO
Simulador de circuitos Spice	ETSIIT			
Matlab	ETSIIT			
Herramienta de prototipado virtual ViProBo	ETSIIT			

### 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita                       Comprensión oral  
 Expresión escrita                               Expresión oral  
 Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

#### Observaciones