



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000009 - Introduccion a la Electronica**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000009 - Introduccion a la Electronica
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Basica
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Pablo Benitez Gimenez (Coordinador/a)	IES-209	pablo.benitez@upm.es	Sin horario.
Maria Asuncion Santamaria Galdon	IES-209	asun.santamaria@upm.es	Sin horario.

Ignacio Tobias Galicia	IES-106	ignacio.tobias@upm.es	Sin horario.
Juan Carlos Gonzalez Lopez	IES-209	juancarlos.gonzalezl@upm.es	Sin horario.
Cesar Tablero Crespo	IES-202	cesar.tablero@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Introduccion Al Analisis De Circuitos

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Matemáticas: Aproximación lineal de funciones de una variable. Propiedades de funciones elementales (e.g. logaritmo y exponencial); Física: corrientes eléctricas, campo eléctrico, función potencial, resistencia, capacidad.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CEB4 - 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

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA22 - Conocimientos cualitativos y cuantitativos del comportamiento de los circuitos eléctricos más simples, necesarios para el análisis y diseño de los componentes básicos de los sistemas electrónicos y de comunicaciones.

RA24 - Conocimiento de los componentes electrónicos pasivos, activos (electrónicos y fotónicos)

RA350 - Conocimiento de los dispositivos fundamentales (diodos y transistores bipolares y de efecto de campo) mediante modelos funcionales que los aproximan para distintos regímenes de funcionamiento (no lineales para gran señal; lineales para pequeña señal)

RA351 - Conocimiento básico de la interacción de los materiales semiconductores con la luz, y su aplicación a dispositivos optoelectrónicos (LEDs, Diodos Láser, fotodiodos, células solares, fototransistores).

RA352 - Familiarización con el manejo de los modelos funcionales en circuitos analógicos sencillos (punto de trabajo) y amplificación a frecuencias medias.

RA353 - Conocimiento de los circuitos digitales básicos y sus propiedades, incluyendo el uso de los modelos funcionales simples para el análisis de los inversores bipolares, N<sup>?</sup>MOS y C<sup>?</sup>MOS, en particular la conmutación de diodos y transistores con capacidades externas.

RA349 - Conocimiento descriptivo de la Electrónica como disciplina, con comprensión y diferenciación conceptual entre los sistemas analógico y digitales, y de los fundamentos tecnológicos sobre los que se apoyan

RA19 - Adquirir los conocimientos cualitativos y cuantitativos de los fenómenos físicos básicos, imprescindibles para poder iniciarse en el aprendizaje de los de mayor nivel de complejidad.

RA17 - Aprender a razonar científicamente y poder resolver problemas a partir de las leyes básicas de la Física.

RA20 - Comprender los fenómenos naturales como base de conocimiento para las tecnologías actuales.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura es el primer contacto del alumno con la electrónica y tiene por tanto un enfoque introductorio. Se hace énfasis en la asignatura en el aprendizaje de conceptos de modelado básico de componentes electrónicos para el análisis y diseño en primera aproximación de circuitos sencillos que los utilicen. De forma general, se tratará por tanto que el alumno conozca los fundamentos de la electrónica, sus dispositivos y aplicaciones principales, con capacidad de diferenciar conceptualmente las electrónicas analógica y digital.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Introducción a la Electrónica

- 1.1. Repaso de conocimientos previos recomendados
- 1.2. Introducción a la Electrónica. Señales analógicas y digitales.
- 1.3. Introducción a los semiconductores. Breves nociones de tecnología.

#### 2. Componentes electrónicos básicos

- 2.1. Introducción a las técnicas de análisis de circuitos. Definiciones, notaciones y convenios de signos.
- 2.2. Componentes de dos terminales. Curva característica. Ejemplos. Componentes activos y pasivos. Componentes lineales.
- 2.3. Disipación del calor de circuitos electrónicos. Nociones sobre diseño y análisis térmico.
- 2.4. Componentes reales. Tolerancias y sensibilidad

#### 3. El diodo

- 3.1. Introducción. Regímenes de funcionamiento.
- 3.2. El diodo en cuasi-estática. Ecuación de Shockley. Curva característica. Estados del diodo. Descripción cualitativa de su funcionamiento interno. Modificaciones de la ecuación de Shockley. Disrupción de la unión
- 3.3. Modelos aproximados del diodo en cuasi-estática y gran señal. Ilustración de la dificultad del análisis analítico con el modelo de Shockley. Análisis de circuitos mediante hipótesis-verificación, y cálculo de funciones de transferencia.
- 3.4. Modelo aproximado del diodo en cuasi-estática (baja frecuencia) y pequeña señal. Análisis de circuitos mediante descomposición en polarización y pequeña señal.
- 3.5. El diodo en dinámica. Modelo aproximado en pequeña señal y alta frecuencia.

- 3.6. Otros diodos (varicap, túnel, zener, Schottky)
- 3.7. Ejemplos de circuitos con diodos
- 4. El transistor bipolar
  - 4.1. Introducción y tipos (nnp, npn). Convenios de signos. Descripción cualitativa de su funcionamiento interno. Regímenes de funcionamiento.
  - 4.2. El transistor bipolar (BJT) en cuasi-estática. Estados del transistor bipolar. Ecuaciones de Ebers-Moll. Curvas características como cuadripolo en emisor común. Modificaciones de las ecuaciones de Ebers-Moll.
  - 4.3. Modelos aproximados del BJT en cuasi-estática y gran señal. Análisis de circuitos mediante procesos de hipótesis-verificación, incluyendo el cálculo de funciones de transferencia.
  - 4.4. Modelos aproximados del BJT en cuasi-estática (baja frecuencia) y pequeña señal. Análisis de circuitos mediante descomposición en polarización y pequeña señal
  - 4.5. El BJT en dinámica. Modelo aproximado en pequeña señal y alta frecuencia.
  - 4.6. Ejemplos de circuitos con BJTs
- 5. Transistores de efecto de campo
  - 5.1. Introducción y tipos (canal n, canal p). Convenios de signos. Similitud con el transistor bipolar.
  - 5.2. El MOSFET y el JFET. Descripción cualitativa de su funcionamiento interno.
  - 5.3. Los FET en cuasi-estática. Estados y ecuaciones cuadráticas. Curvas características como cuadripolo en fuente común. Modificaciones de las ecuaciones de los FET.
  - 5.4. Análisis de circuitos con FETs en cuasi-estática y gran señal mediante procesos de hipótesis-verificación, incluyendo el cálculo de funciones de transferencia.
  - 5.5. Modelos aproximados de los FET en cuasi-estática (baja frecuencia) y pequeña señal. Análisis de circuitos mediante descomposición en polarización y pequeña señal
  - 5.6. Los FET en dinámica. Modelo aproximado en pequeña señal y alta frecuencia.
  - 5.7. Ejemplos de circuitos con FETs
- 6. Dispositivos optoelectrónicos
  - 6.1. Interacción entre los semiconductores y la luz. Absorción de luz con generación luminosa de pares electrón-hueco. Generación de luz por recombinación radiativa de pares electrón-hueco.
  - 6.2. Modulación de la conductividad del semiconductor. Fotorresistencias
  - 6.3. Fotodiodos. Circuito equivalente y aplicaciones.
  - 6.4. Diodos emisores de luz. Emisión espontánea y estimulada. Diodos LED y láser. Aplicaciones.
  - 6.5. La célula solar. Circuito equivalente y parámetros de calidad. Descripción del estado del arte.

6.6. El fototransistor. Circuito equivalente y aplicaciones.

## 7. Introducción a los circuitos de conmutación

7.1. Introducción. Conmutación cuasi-estática y dinámica

7.2. Circuitos conformadores de onda con diodos.

7.3. Circuitos de conmutación con diodos y condensadores. Cálculo de tiempos de retardo.

7.4. Introducción a los circuitos digitales. Circuitos combinacionales. Ejemplos de puertas lógicas. Circuitos secuenciales. Ejemplo de celda biestable.

7.5. Familias lógicas bipolares y MOS. Visualización de los transistores como interruptores controlados. Introducción a las puertas básicas NMOS y CMOS. Análisis en cuasi.-estática y gran señal de la función de transferencia de inversores.

7.6. Conmutación cuasi-estática de transistores concargas capacitivas. Cálculo de tiempos de retardo.

## 8. Aplicaciones de la Electrónica

8.1. Breve historia de la Electrónica.

8.2. Aplicaciones de la Electrónica. El mercado de la Electrónica. Previsiones de futuro.

8.3. Electrónica en la Ingeniería de Telecomunicación



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1: Introducción a la Electrónica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 1: Introducción a la Electrónica</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2: Componentes electrónicos básicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Tema 2: Componentes electrónicos básicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3. El diodo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Tema 3. El diodo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. El diodo</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>Tema 3. El diodo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. El diodo</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Tema 3. El diodo</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 4. El transistor bipolar</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

7	<p><b>Tema 4. El transistor bipolar</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
	<p><b>Tema 4. El transistor bipolar</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>Tema 4. El transistor bipolar</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
	<p><b>Tema 4. El transistor bipolar</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Tema 4. El transistor bipolar</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Prueba 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:15</p>
	<p><b>Tema 5. Transistores de efecto de campo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Tema 5. Transistores de efecto de campo</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
	<p><b>Tema 5. Transistores de efecto de campo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 5. Transistores de efecto de campo</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
	<p><b>Tema 6. Dispositivos optoelectrónicos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Tema 6. Dispositivos optoelectrónicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
	<p><b>Tema 6. Dispositivos optoelectrónicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Tema 6. Dispositivos optoelectrónicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
	<p><b>Tema 7. Circuitos de conmutación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Tema 7. Circuitos de conmutación</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
	<p><b>Tema 7. Circuitos de conmutación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

15	<p><b>Tema 7. Circuitos de conmutación</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 8. Aplicaciones de la Electrónica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16				
17				<p><b>Prueba 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:15</p> <p><b>Prueba final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:30</p>

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Prueba 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	50%	0 / 10	CG2 CG4 CEB4 CG1 CG5
17	Prueba 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	50%	0 / 10	CEB4 CG1 CG2 CG4 CG5

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CEB4 CG1 CG2 CG4 CG5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CG2 CG4 CG5 CEB4 CG1

## 7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito a través de correo electrónico con acuse de recibo al coordinador de la asignatura (pablo.benitez@upm.es) antes de las 23:59 del día anterior a la celebración de la primera prueba del régimen de evaluación continua de la asignatura.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua, y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

Para los alumnos que escojan la opción de evaluación continua, la calificación final (CF) se calculará como la media aritmética de las calificaciones de las dos pruebas (C1 y C2) que se detallan en la siguiente tabla. Si lo desea, previa solicitud que se realizará respondiendo a un mensaje que se enviará desde Moodle antes del viernes 22 de mayo de 2020 a las 23:59, el alumno podrá repetir la Prueba 1 junto con la Prueba 2 (que coincidirá en lugar y fecha con el examen final). Su calificación final de la Prueba 1 será la mayor de las dos obtenidas en dicha prueba.

PRUEBA	TIPO Y MATERIA	CALIFICACIÓN MÁXIMA
1	Respuesta a preguntas y resolución de ejercicios relacionados con los temas 1 al 4	10
2	Respuesta a preguntas y resolución de ejercicios relacionados con los temas del 1 al 8, con énfasis en los temas 5 al 8.	10

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación igual o superior a 5 puntos.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
A.S. Sedra, K.C. Smith. "Circuitos Microelectrónicos", 5ª Edición edition. Oxford Univ. Press, 2005	Bibliografía	La asignatura use puede seguir bien con aproximadamente un tercio de este texto. Los otros dos tercios son útiles para seguir otras dos asignaturas en cuatrimestres posteriores
N.R. Malik. "Circuitos Electrónicos: Análisis, Diseño y Simulación". Edit. Prentice Hall, 1997	Bibliografía	Texto alternativo al anterior. La asignatura use puede seguir bien con aproximadamente un tercio de este libro. Los otros dos tercios son útiles para seguir otras dos asignaturas en cuatrimestres posteriores
Moodle en <a href="http://www.upm.es">www.upm.es</a>	Recursos web	Estarán ahí accesibles tanto el el material didactico para los alumnos de cada grupo como las colecciones de ejercicios resueltos por temas y los exámenes de convocatorias anteriores.
Canal de YouTube "Asun Santamaria"	Recursos web	Conjunto de videos con problemas resueltos y explicaciones realizado por la profesora Asunción Santamaría
Aula	Equipamiento	La designada por Jefatura de Estudios