



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595300033 - Tecnología de Producción de Sistemas Electrónicos**

### PLAN DE ESTUDIOS

59ET - Doble Grado en Ing. electrónica de Comunicaciones y en Ing. telemática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - 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.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595300033 - Tecnología de Producción de Sistemas Electrónicos
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59ET - Doble Grado en Ing.electrónica de Comunicaciones y en Ing.telemática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Antonio Fernandez Fernandez	A4205	antonio.fernandez.fernandez@upm.es	Sin horario.
Neftali Nuñez Mendoza	A4205	neftali.nunez@upm.es	Sin horario.
Eduardo Nogueira Díaz (Coordinador/a)	A4201	eduardo.nogueira.diaz@upm.es	Sin horario.

Francisco Javier Jimenez Martinez	A4201	franciscojavier.jimenez@up m.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

- Electronica II
- Electronica I
- Microprocesadores

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

El plan de estudios Doble Grado en Ing.electronica de Comunicaciones y en Ing.telematica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE SC07 - Capacidad para realizar proyectos en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación, de naturaleza profesional en que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

CG 13 - Habilidades de aprendizaje con un alto grado de autonomía.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA74 - RA511 - Realizar el diseño CAD-CAM (Computer Aided Design- Manufacturing) de un circuito.

RA73 - RA510 - Conocer las propiedades, capacidades y limitaciones de cada tecnología de interconexión.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura aborda el diseño y realización de placas de circuito impreso (PCB), esta es una de las tecnologías utilizadas en electrónica como método de interconexión de los componentes que forman un equipo, sistema etc.

Los temas abordados en la asignatura son:

- Diseño de placas de circuito impresos y reglas de diseño.
- Materiales, procesos de fabricación y tipos de placa de circuito impreso.
- Mejora de ruido y compatibilidad electromagnética, marcado CE.
- Análisis térmico de circuitos impresos de potencia.
- Evaluación de calidad y fiabilidad de circuitos.

En el laboratorio se diseña, realiza y monta una placa de circuito impreso.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1: Introducción a las tecnologías de producción de sistemas electrónicos.
  - 1.1. 1.1- Presentación de la asignatura
  - 1.2. 1.2- Introducción a las tecnologías de circuitos impresos
  - 1.3. 1.3- Terminología
2. Tema 2: Diseño de placas de circuito impresos y reglas de diseño.
  - 2.1. 2.1- Introducción
  - 2.2. 2.2- Evaluación de complejidad
  - 2.3. 2.3- Estructura de la PCB
  - 2.4. 2.4- Reglas de diseño
    - 2.4.1. 2.4.1-Reglas de diseño físico de PCB
    - 2.4.2. 2.4.2-Reglas de posicionado y ruteado
  - 2.5. 2.5-Diseño asistido CAD
3. Tema 3: Materiales, procesos de fabricación y tipos de placa de circuito impreso.
  - 3.1. 3.1- Tipos de circuitos impresos
  - 3.2. 3.2- Materiales
  - 3.3. 3.3- Proceso fabricación de circuitos bicapa
  - 3.4. 3.4- Proceso fabricación de circuitos multicapa
  - 3.5. 3.5- Proceso de serigrafía
  - 3.6. 3.6- Proceso de soldadura
    - 3.6.1. 3.6.1- Soldadura sin plomo
  - 3.7. 3.7- Proceso de montaje
  - 3.8. 3.8- Encapsulados
4. Tema 4: Mejora de ruido y compatibilidad electromagnética, marcado CE.
  - 4.1. 4.1- Tipos de acoplo en una PCB
  - 4.2. 4.2- Acoplo por impedancia común
  - 4.3. 4.3- Acoplo por diafonía

- 4.4. 4.4- Acoplo campo-PCB
- 4.5. 4.5- Acoplo PCB-chasis
- 5. Tema 5: Análisis térmico de circuitos impresos de potencia.
  - 5.1. Formas de transmisión de calor
  - 5.2. Resistencias térmicas
  - 5.3. Simulación térmica
    - 5.3.1. Método de diferencias finitas
- 6. Tema 6: Evaluación de calidad y fiabilidad de circuitos.
  - 6.1. Control de calidad del proceso
  - 6.2. Control de calidad del producto acabado
  - 6.3. Herramientas de evaluación
  - 6.4. Defectos típicos
  - 6.5. Criterios de aceptación, rechazo.
  - 6.6. Fiabilidad de PCI
- 7. Práctica 1: Aprendizaje de diseño de placas de circuito impresos (CAD/CAM) y reglas de diseño.
- 8. Práctica 2: Demostración de fabricación de una PCB.
- 9. Práctica 3: Diseño físico de una placa de circuito impreso con aplicación de la teoría.
- 10. Práctica 4: Fabricación de la placa de circuito impreso diseñada, montaje y pruebas.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen de diseño PCB</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Práctica 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen de diseño PCB</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
6	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 5</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PARCIAL 1º</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00



11	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 5</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen de fabricación y montaje de una PCB</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
12	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 5</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13	<b>PARCIAL 2º</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas  <b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 6</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PARCIAL 2º</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
14				
15				
16				
17				<b>PARCIAL 3º</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>EXAMEN FINAL</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
5	Examen de diseño PCB	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	0 / 10	CG 10 CE SC07 CG 13
10	PARCIAL 1º	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	20%	0 / 10	CG 10 CE SC07 CG 13
11	Examen de fabricación y montaje de una PCB	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	80%	/ 10	CG 10 CE SC07 CG 13
13	PARCIAL 2º	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	0 / 10	CG 10 CE SC07 CG 13
17	PARCIAL 3º	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	/ 10	CG 10 CE SC07

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	EXAMEN FINAL	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	/ 10	CG 13 CG 10 CE SC07

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

### - Modalidad de Evaluación Continua:

- La evaluación continua de teoría consiste en tres pruebas escritas (de carácter individual. Las dos primeras se realizarán en horario de clase, la última en el horario del examen final fijado por Jefatura de Estudios. Las dos primeras pruebas consistirán en un test de teoría más cuestiones cortas. La última prueba consistirá en un examen de cuestiones prácticas y cuestiones teóricas. Para superar esta parte habrá que obtener una nota media superior o igual a 5 puntos.
- La evaluación continua de laboratorio consiste en dos pruebas prácticas de carácter individual. La primera prueba consistirá en la realización del diseño de una PCB. Y la segunda prueba en la evaluación del diseño, fabricación, pruebas y funcionamiento de la PCB, y de la documentación para la fabricación de la PCB entregada. Ambas pruebas se realizarán en horario de clase. Para superar esta parte habrá que obtener una nota media superior o igual a 5 puntos. Para realizar las pruebas hay que realizar todas las prácticas de laboratorio.
- Para aprobar la asignatura habrá que superar con aprobado (5 puntos) tanto la teoría como el laboratorio. La nota de la asignatura será la media de ambas. **La presentación a la primera prueba implica que se opta por la modalidad de evaluación continua**

### - Modalidad de evaluación, Examen Final:

Para la evaluación de teoría, se realizará un examen de teoría el día del examen final fijado por Jefatura de Estudios. Para la evaluación de laboratorio, se siguen las mismas normas indicadas en la modalidad continua. Para aprobar la asignatura habrá que superar con aprobado (5 puntos) tanto la teoría como el laboratorio. La nota de la asignatura será la media de ambas.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Tecnología Microelectrónica Vol 2: Circuitos Impresos. Ramiro Álvarez Santos. Editorial Ciencia.	Bibliografía	 
Printed Circuits Handbook. C.F. Coombs. McGraw Hill Handbooks	Bibliografía	
Complete PCB Design Using OrCAD® Capture and PCB Editor. Kraig Mitzner. Ed Newnes	Bibliografía	Para laboratorio
Transparencias de la asignatura	Otros	
Plataforma Moodle.	Recursos web	

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### INFORMACIÓN SOBRE ACTUACIONES EN CASO DE COPIA O PLAGIO

Los derechos y deberes de los estudiantes universitarios están desarrollados en el Estatuto del Estudiante Universitario (RD 1791/2010 de 30 de diciembre) y en el artículo 13 del referido estatuto en el punto d) especifica que es deber del estudiante universitario ***abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad.***

En el caso de que en el desarrollo de las pruebas de evaluación se aprecie el incumplimiento de los deberes como estudiante universitario, el coordinador de la asignatura podrá ponerlo en conocimiento del Director o Decano del Centro, que de acuerdo con lo establecido en el artículo 77 (n) de los Estatutos de la UPM tiene competencias para proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela o Facultad, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas

de aplicación.

Por lo tanto, ante tales hechos el Tribunal de la asignatura calificará con un 0 dicha prueba, al no poder determinar los conocimientos adquiridos por el alumno. Se informará a la dirección del departamento del hecho y a la Subdirección de Ordenación Académica para analizar los casos reincidentes y ponerlo en conocimiento del Director según el párrafo anterior.

## **USO DE DISPOSITIVOS DE COMUNICACIONES**

No se pueden utilizar dispositivos de comunicaciones durante la realización de las pruebas ni en clase.

## **Comentario sobre el apartado Cronograma**

En este apartado aparecen las actividades teóricas duplicadas en dos formas de impartición "actividad presencial en clase" y "tele-enseñanza", la primera aparece con las hora reales de clase y la segunda como cero horas, lo que se quiere indicar es que si fuera necesario se podrían impartir las clase en en formato "tele-enseñanza" con la misma duración semanal.