



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

595000033 - Tecnología De Produccion De Sistemas Electronicos

PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	595000033 - Tecnología de Producción de Sistemas Electrónicos
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59EC - Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones
Centro responsable de la titulación	59 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Neftali Nuñez Mendoza (Coordinador/a)	A4205	neftali.nunez@upm.es	Sin horario.
Francisco Javier Jimenez Martinez	A4201	franciscojavier.jimenez@upm.es	Sin horario.
Jorge Tornero Tornero	4205	jorge.tornero@upm.es	Sin horario.

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Juan Manuel López Navarro	juanmanuel.lopez@upm.es	ETSIST

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Electronica II
- Microprocesadores
- Electronica I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE EC04 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CE EC09 - Capacidad de analizar y solucionar los problemas de interferencias y compatibilidad electromagnética.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

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

RA236 - Conocer las reglas de diseño y análisis adecuadas para un circuito de alta frecuencia o de alta densidad de potencia.

RA238 - Realizar el diseño CAD-CAM (Computer Aided Design- Manufacturing) de un circuito.

RA234 - Conocer las propiedades, capacidades y limitaciones de cada tecnología de interconexión.

RA235 - Conocer los encapsulados y parámetros de selección de los componentes.

RA237 - Entender la aplicación de las reglas de diseño físicas y eléctricas en función de la aplicación.

RA239 - Conocer los procesos para la realización de una placa de circuito impreso y aplicarlos en la fabricación de una placa de circuito impreso en laboratorio.

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 aprende a usar una herramienta CAD para diseñar una placa de circuito impreso. La placa diseñada será montada y testeada en laboratorio.

5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1: Introducción a las tecnologías de producción de sistemas electrónicos.
 - 1.1. Presentación de la asignatura
 - 1.2. Introducción a la tecnología de circuitos impresos
 - 1.3. Elementos de la Placa de Circuito Impreso (PCB)
 - 1.4. Tecnologías de encapsulado de componentes
 - 1.5. Tecnologías de interconexión
2. Tema 2: Diseño de placas de circuitos impresos y reglas de diseño.
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Diseño asistido CAD
 - 2.3. Evaluación de la complejidad y estructura de la PCB
 - 2.4. Reglas de diseño físico de la PCB
 - 2.5. Diseño de footprints SMT con estándares IPC
 - 2.6. Recomendaciones de posicionado y ruteado
 - 2.6.1. Reglas generales
 - 2.6.2. Influencia de procesos de fabricación
 - 2.6.3. Diseño de alta velocidad
 - 2.6.4. Integridad de señal
 - 2.6.5. Líneas de transmisión y control de impedancia
 - 2.6.6. Diseño de PCBs para aplicaciones específicas
3. Tema 3: Materiales, procesos de fabricación y tipos de placa de circuito impreso.
 - 3.1. Tipos de circuitos impresos
 - 3.2. Materiales
 - 3.3. Proceso fabricación de circuitos bicapa
 - 3.4. Proceso fabricación de circuitos multicapa
 - 3.5. Proceso de serigrafía
 - 3.6. Proceso de colocación de componentes y soldadura
 - 3.6.1. Colocación de componentes

- 3.6.2. Procesos de soldadura
- 3.6.3. Soldadura sin plomo
- 3.7. Procesos de montaje de PCBs
- 3.8. Efectos medioambientales de la fabricación de PCBs
- 4. Tema 4: Mejora de ruido y compatibilidad electromagnética, marcado CE.
 - 4.1. Tipos de acoplo en una PCB
 - 4.2. Acoplo por impedancia común
 - 4.3. Acoplo por diafonía
 - 4.4. Acoplo campo-PCB
 - 4.5. Acoplo PCB-chasis
 - 4.6. Apantallamiento
 - 4.7. Normativa, marcado CE
- 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 de proceso y acabado
 - 6.2. Defectos típicos
 - 6.3. Fiabilidad de la PCB
- 7. Práctica 1: Aprendizaje de diseño de placas de circuito impresos (CAD-CAM) y reglas de diseño.
- 8. Práctica 2: Diseño físico de una placa de circuito impreso con aplicación de la teoría.
- 9. Práctica 3: Fabricación de la placa de circuito impreso diseñada, montaje y pruebas.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Examen de diseño PCB Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Examen de diseño PCB EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
6	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 3 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7		Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		PARCIAL 1º parte teoría EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
8	Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 3 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 4 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 5 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

11	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 5 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 5 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
13	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 6 Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
14				
15				
16				PARCIAL 2º parte de teoría EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:45 EXAMEN FINAL de teoría EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00 Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00
17	Exámenes extraordinarios Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas			

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 (progresiva)

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	01:30	10%	0 / 10	CE EC04 CG 04 CG 13
7	PARCIAL 1º parte teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	17%	4.5 / 10	CE EC04 CG 04 CG 10 CG 13
13	Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE EC04 CE EC09 CG 04 CG 10 CG 13
16	PARCIAL 2º parte de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	33%	4.5 / 10	CE EC04 CE EC09 CG 04 CG 10 CG 13

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	EXAMEN FINAL de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	4.5 / 10	CE EC04 CE EC09 CG 04 CG 10 CG 13
16	Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CE EC04 CE EC09 CG 04 CG 10 CG 13

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
EXAMEN FINAL EXTRAORDINARIO	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	4,5 / 10	CE EC04 CE EC09 CG 04 CG 10 CG 13
Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CE EC04 CE EC09 CG 04 CG 10 CG 13

7.2. Criterios de evaluación

- Modalidad de Evaluación: Progresiva.

Cualquier alumno que realice alguna prueba de la Evaluación Progresiva, será evaluado por este formato en la convocatoria ordinaria.

- La Nota Final de la asignatura (NF) se consigue con la suma ponderada de las notas de las siguientes pruebas:
- PARCIAL 1º (NP1). Consiste en cuestiones teóricas y prácticas con los contenidos cubiertos hasta el Tema 2.
- PARCIAL 2º (NP2). Consiste en cuestiones teóricas y prácticas con los contenidos cubiertos desde el Tema 3 hasta el final de la impartición de la asignatura. Coincide con el examen final ordinario de la asignatura.
- Examen de Diseño CAD (NCAD). Consiste en la realización del diseño de una PCB, en el laboratorio, con la herramienta CAD usada en la asignatura.
- Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB (NPCB). Se proporcionará al estudiante, con suficientes días de antelación, la documentación y el material necesario para que diseñe, fabrique, monte y pruebe una PCB. Estas fases se irán realizando de forma progresiva en las sesiones de laboratorio programadas. El estudiante será evaluado en el Laboratorio de la asignatura.
- La fórmula para el cálculo de NF es la siguiente:
- $NF = 0,17 \cdot NP1 + 0,33 \cdot NP2 + 0,1 \cdot NCAD + 0,4 \cdot NPCB$

Tanto la Parte de Teoría, como la Parte de Laboratorio son bloques liberables, y la nota obtenida se mantendrá de forma indefinida.

La Parte de Teoría se libera si la Nota de Teoría (NT) es igual o mayor que 5 puntos:

$$NT = (0,34 \cdot NP1 + 0,66 \cdot NP2) \geq 5$$

La Parte de Laboratorio se libera si la Nota de Laboratorio (NL) es igual o mayor que 5 puntos:

$$NL = (0,2 \cdot NCAD + 0,8 \cdot NPCB) \geq 5$$

Para superar la asignatura debe obtenerse una NF ≥ 5 . Si el estudiante no llega a conseguir alguna de las notas mínimas obtendría, como MÁXIMO, la calificación de 3,5 puntos.

- Modalidad de evaluación: Prueba de evaluación global, sólo prueba final.

Esta forma de evaluación en la convocatoria ordinaria está dirigida a aquellos alumnos que no hayan realizado ninguna prueba programada de la Evaluación progresiva. Coincide con la convocatoria de examen ordinaria marcada por la Subdirección de Ordenación Académica.

También está dirigida a los alumnos que en la Evaluación progresiva necesiten recuperar alguna prueba con la nota mínima no alcanzada.

La Nota Final de la asignatura (NF) se consigue con la suma ponderada de las notas de las siguientes pruebas:

? PARCIAL 1º (NP1). Consiste en cuestiones teóricas y prácticas con los contenidos cubiertos hasta el Tema 2.

? PARCIAL 2º (NP2). Consiste en cuestiones teóricas y prácticas con los contenidos cubiertos desde el Tema 3 hasta el final de la impartición de la asignatura.

? Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB (NPCB). Se proporcionará al estudiante, con suficientes días de antelación, la documentación necesaria para que diseñe, fabrique, monte y pruebe una PCB. El estudiante será evaluado en el Laboratorio de la asignatura.

La fórmula para el cálculo de NF, para alumnos que necesiten recuperar alguna prueba con la nota mínima no

alcanzada en la Evaluación Progresiva:

$$NF = 0,17 \cdot NP1 + 0,33 \cdot NP2 + 0,1 \cdot NCAD + 0,4 \cdot NPCB$$

La fórmula para el cálculo de NF, para alumnos que tienen no hayan realizado ninguna prueba programada de la Evaluación progresiva:

$$NF = 0,17 \cdot NP1 + 0,33 \cdot NP2 + 0,5 \cdot NPCB$$

Tanto la Parte de Teoría, como la Parte de Laboratorio son bloques liberables, y la nota obtenida se mantendrá de forma indefinida.

La Parte de Teoría se libera si la Nota de Teoría (NT) es igual o mayor que 5 puntos:

$$NT = (0,34 \cdot NP1 + 0,66 \cdot NP2) \geq 5$$

La Parte de Laboratorio se libera si la Nota de Laboratorio (NL) es igual o mayor que 5 puntos:

$$\text{Alumnos que recuperan alguna prueba no superada: } NL = (0,2 \cdot NCAD + 0,8 \cdot NPCB) \geq 5$$

$$\text{Alumnos que no han realizado ninguna prueba en la progresiva: } NL = NPCB \geq 5$$

Para superar la asignatura debe obtenerse una NF ≥ 5 . Si el estudiante no llega a conseguir alguna de las notas mínimas obtendría, como MÁXIMO, la calificación de 3,5 puntos.

Evaluación convocatoria Extraordinaria.

Se realizará en la convocatoria extraordinaria marcada por la Subdirección de Ordenación Académica.

La Nota Final de la asignatura (NF) se consigue con la suma ponderada de las notas de las siguientes pruebas:

? PARCIAL 1º (NP1). Consiste en cuestiones teóricas y prácticas con los contenidos cubiertos hasta el Tema 2.

? PARCIAL 2º (NP2). Consiste en cuestiones teóricas y prácticas con los contenidos cubiertos desde el Tema 3 hasta el final de la impartición de la asignatura. Coincide con el examen final ordinario de la asignatura.

? Examen de Diseño, Fabricación y Prueba de una PCB (NPCB). Se proporcionará al estudiante, con suficientes días de antelación, la documentación y el material necesario para que diseñe, fabrique, monte y pruebe una PCB. El estudiante será evaluado en el Laboratorio de la asignatura.

La fórmula para el cálculo de NF es la siguiente:

$$NF = 0,17 \cdot NP1 + 0,33 \cdot NP2 + 0,5 \cdot NPCB$$

Tanto la Parte de Teoría, como la Parte de Laboratorio son bloques liberables, y la nota obtenida se mantendrá de forma indefinida.

La Parte de Teoría se libera si la Nota de Teoría (NT) es igual o mayor que 5 puntos:

$$NT = (0,34 \cdot NP1 + 0,66 \cdot NP2) \geq 5$$

La Parte de Laboratorio se libera si la Nota de Laboratorio (NL) es igual o mayor que 5 puntos:

$$NL = NPCB \geq 5$$

Para superar la asignatura debe obtenerse una NF ≥ 5 . Si el estudiante no llega a conseguir alguna de las notas mínimas obtendría, como MÁXIMO, la calificación de 3,5 puntos.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Transparencias, documentos, prácticas, ejercicios y exámenes resueltos y normas. Plataforma Moodle.	Recursos web	La información de la asignatura en la plataforma Moodle es el contenido nuclear de la asignatura
High-Speed PCB Design Guide (Sierra Circuits).	Bibliografía	Apuntes avanzados generales: High-Speed PCB Design Guide (Sierra Circuits). https://s3vi.ndc.nasa.gov/ssri-kb/static/resources/High-Speed%20PCB%20Design%20Guide.pdf (Accedido 4-2-2023)
The circuit designer's companion.	Bibliografía	Williams, T. (2004). The circuit designer's companion. Elsevier. Accesible desde O`reilly library
Part 5- Printed Circuit Board (PCB) Design and Layout. EMC standards	Bibliografía	EMC techniques in electronic design Part 5 - Printed Circuit Board (PCB) Design and Layout. EMC standards (https://www.emcstandards.co.uk/files/part_5_text_and_graphics_21_may_09.pdf) accedido 20-jun-2023
Printed Circuits Handbook.	Bibliografía	Printed Circuits Handbook. C.F. Coombs. McGraw Hill Handbooks

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.