



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

GUÍA DOCENTE DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA DE SISTEMAS

La presente guía docente corresponde a la asignatura Tecnología Electrónica de Sistemas (TES), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. La guía docente de TES aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

ASIGNATURA

TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA DE SISTEMAS (TES)

1.1. Código

18494 del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

1.2. Materia

Sistemas Electrónicos

1.3. Tipo

Obligatorio

1.4. Nivel

Grado

1.5. Curso

4º

1.6. Semestre

1º

1.7. Número de créditos

6 créditos ECTS

1.8. Requisitos previos

Tecnología Electrónica de Sistemas forma parte de la *Materia 3.1 (Sistemas Electrónicos)* del módulo *Formación de Tecnología Específica en Sonido e Imagen o en Sistemas Electrónicos* del plan de estudios del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

Esta materia está desglosada en ocho asignaturas semestrales que se complementan entre sí: *Dispositivos Integrados Especializados, Sistemas de Control, Sistemas Electrónicos Digitales, Electrónica de Comunicaciones, Instrumentación y Medida, Tecnología Electrónica de Sistemas, Antenas y Compatibilidad Electromagnética y Aritmética para Procesamiento de Señal.*



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

Puesto que el objetivo de esta asignatura es dar una visión global de la tecnología para el desarrollo y fabricación de sistemas electrónicos, es requisito necesario disponer de unos sólidos y amplios conocimientos de electrónica (analógica, digital, de comunicaciones y de potencia), de propagación de ondas electromagnéticas, de sistemas digitales y de redes de ordenadores.

En particular, es necesario haber superado las asignaturas de Análisis de Circuitos, Tecnología de Dispositivos, Circuitos Electrónicos Digitales, Fundamentos de Transmisión y Propagación de Ondas, Circuitos Analógicos y de Potencia, Fundamentos de Microprocesadores, Dispositivos Integrados Especializados, Sistemas Electrónicos Digitales, Electrónica de Comunicaciones y Arquitectura de Redes II. Por supuesto, al haber superado estas asignaturas se da por hecho que se dispone de una formación avanzada en Física y Matemáticas. Para esta asignatura resulta también necesario disponer de conocimientos elementales de Química.

Adicionalmente, desarrollar sistemas electrónicos requiere unas notables capacidades de análisis y síntesis, de organización y planificación, de gestión de grandes volúmenes de información, de tenacidad y de poder resolver problemas de una manera autónoma.

Finalmente, toda la documentación y bibliografía está en idioma inglés. Por lo tanto, es necesario un gran dominio en la lectura de textos técnicos en inglés.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

Esta asignatura dispone de dos métodos de evaluación: continua y no continua. Por defecto se supone que el estudiante opta por el método de evaluación continua, salvo que lo indique expresamente, o no cumpla con los requisitos para proseguir con la evaluación continua, que son:

- Superar las dos pruebas parciales que se realizarán durante el curso
- Obtener una evaluación positiva en al menos dos tercios de los problemas y ejercicios que se realizarán en clase
- Asistir a todas las sesiones de prácticas, permitiéndose un máximo de 2 faltas (4 horas) siempre que estén debidamente justificadas

Los detalles de los métodos de evaluación se encuentran en la sección 4 de esta guía.

Independientemente del método de evaluación que se siga, la asistencia a clase de teoría y prácticas es muy recomendable.



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

1.10. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico.

Coordinador:

Dr. Sergio López Buedo

Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones

Escuela Politécnica Superior

Despacho - Módulo: C-228 Edificio C - 2ª Planta

Teléfono: +34 91 497 2249

Correo electrónico: sergio.lopez-buedo

Página web: <http://www.ii.uam.es/~sergio>

Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

1.11. Objetivos del curso

El principal objetivo de TSE es dotar al estudiante de los conocimientos necesarios para poder diseñar y fabricar un sistema electrónico de complejidad media, que incluya un microprocesador o microcontrolador, memorias, diferentes tipos de interfaces y conexión de red. El propósito de TSE es por lo tanto complementar el resto de asignaturas, ofreciendo ese último paso de conocimientos que permita al estudiante abordar la construcción de un sistema real.

TSE tiene dos partes claramente diferenciadas. Por un lado está el diseño y fabricación de los sistemas electrónicos, unos contenidos que no se ven en ninguna otra asignatura del grado. Esta primera parte abarca la tecnología de circuitos impresos y el proceso de montaje y verificación de los sistemas electrónicos.

Por otro lado, la segunda parte de la asignatura es una colección de temas cuyo objetivo es complementar la información ya presentada en otras asignaturas, pero en este caso de una manera mucho más práctica, orientada al diseño de sistemas reales.

Las **competencias** que se pretenden adquirir con esta asignatura es:

SE1: Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos

SE7: Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación



Al final de cada unidad el estudiante deberá ser capaz de:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS POR TEMA	
TEMA 1.- Herramientas y metodología de diseño de circuitos impresos (PCBs)	
1.1.	Conocer qué herramientas son necesarias para diseñar un circuito impreso
1.2.	Diseñar un circuito impreso elemental, de dos caras
1.3.	Preparar los archivos necesarios para mandar a fabricar un circuito impreso
TEMA 2.- Encapsulados	
2.1.	Conocer los diferentes encapsulados que usan los circuitos integrados y los componentes pasivos
2.2.	Distinguir las ventajas e inconvenientes de la tecnología de orificio pasante en contraste con la de montaje superficial y la de encapsulado a escala de chip
2.3.	Discernir qué encapsulado es mejor desde los puntos de vista eléctricos, mecánicos, térmicos, de fiabilidad y económicos
2.4.	Comprender cómo la tecnología de conexión del circuito integrado al encapsulado influye en sus características térmicas, eléctricas y de coste
TEMA 3.- Tecnología y proceso de fabricación de circuitos impresos	
3.1.	Conocer cuáles son los diferentes tipos de circuitos impresos, y cuáles son sus elementos principales
3.2.	Diseñar un circuito impreso de acuerdo a las limitaciones tecnológicas en el proceso de fabricación
3.3.	Comprender cómo el proceso de fabricación y verificación de un circuito impreso influye en el diseño del trazado
TEMA 4.- Montaje y verificación de sistemas electrónicos	
4.1.	Comprender cómo los diferentes procesos de soldadura y de montaje de los componentes electrónicos influyen en los tipos de encapsulados que pueden emplearse y en el diseño del trazado de circuito impreso
4.2.	Implementar una estrategia de verificación del montaje de un sistema electrónico usando técnicas de boundary-scan (JTAG)
TEMA 5.- Integridad de señal	
5.1.	Diseñar circuitos impresos para sistemas digitales de alta velocidad, teniendo en cuenta las corrientes de retorno y los problemas de terminación y diafonía
5.2.	Discernir si es necesario añadir terminaciones a una señal, y qué tipo de terminaciones son las más adecuadas
5.3.	Definir el stackup de un circuito impreso multicapa
5.4.	Disponer las señales en los conectores de una manera adecuada, teniendo en cuenta las corrientes de retorno
5.5.	Diseñar una red de desacoplo eficiente
5.6.	Identificar los puntos críticos en un sistema mixto analógico/digital, y hacer un diseño que minimice el ruido en la sección analógica



TEMA 6.- Interfaces	
6.1.	Conocer los principales estándares de señalización digital
6.2.	Saber cómo funcionan las interfaces serie a alta velocidad, y cuál es la función de los serializadores/deserializadores
6.3.	Discernir cuáles son los estándares de interfaz más adecuados para una cierta aplicación, y cómo diseñar la electrónica asociada con cada uno de los estándares
TEMA 7.- Memorias	
7.1.	Discernir cuál es el tipo de memoria más adecuada para una cierta aplicación
7.2.	Usar los diferentes tipos de memorias en un sistema electrónico de complejidad media
TEMA 8.- Subsistema de reloj	
8.1.	Escoger el dispositivo encargado de generar la señal de reloj en un sistema digital
8.2.	Diseñar una red de distribución de reloj de acuerdo a las requerimientos
TEMA 9.- Subsistema de alimentación	
9.1.	Conocer las diferentes tecnologías de fuentes de alimentación y comprender cuál es la más apropiada para cada sección del subsistema de alimentación
9.2.	Utilizar reguladores lineales
9.3.	Diseñar y utilizar fuentes conmutadas
9.4.	Comprender cómo funcionan y para qué son necesarias las fuentes con aislamiento
9.5.	Diseñar y utilizar bombas de carga

1.12. Contenidos del programa

Programa Sintético

- TEMA 1. Herramientas y metodología de diseño de circuitos impresos (PCBs)
- TEMA 2. Encapsulados
- TEMA 3. Tecnología y proceso de fabricación de circuitos impresos
- TEMA 4. Montaje y verificación de sistemas electrónicos
- TEMA 5. Integridad de señal
- TEMA 6. Interfaces
- TEMA 7. Memorias
- TEMA 8. Subsistema de reloj
- TEMA 9. Subsistema de alimentación



Programa Detallado

1. **Herramientas y metodología de diseño de circuitos impresos (PCBs)**
 1. Flujo de diseño
 2. Captura de esquemáticos
 3. Trazado del circuito impreso
 4. Archivos para fabricación

2. **Encapsulados**
 1. Jerarquía de interconexión en un sistema electrónico
 2. Tecnología de orificio pasante vs. montaje superficial
 3. Tipos de encapsulados
 4. Características eléctricas, térmicas, mecánicas y de fiabilidad de los encapsulados
 5. Tecnologías de conexión del circuito integrado al encapsulado

3. **Tecnología y proceso de fabricación de circuitos impresos**
 1. Tipos de circuitos impresos
 2. Elementos de los circuitos impresos
 3. Limitaciones tecnológicas en el proceso de diseño de los circuitos impresos
 4. Proceso de fabricación y verificación de los circuitos impresos

4. **Montaje y verificación de sistemas electrónicos**
 1. Proceso de soldadura
 2. Técnicas de montaje de los circuitos impresos
 3. Verificación del montaje de los circuitos impresos
 4. Tecnología de verificación JTAG

5. **Integridad de señal**
 1. Motivación y descripción del problema
 2. Terminación de señales
 3. Corrientes de retorno
 4. *Stackup* del circuito impreso
 5. Conectores
 6. Problemática de los sistemas mixtos analógico/digitales
 7. Condensadores de desacoplo

6. **Interfaces**
 1. Estándares de señalización digital
 2. Interfaces serie de alta velocidad (serializadores/deserializadores)
 3. Interfaces para periféricos (USB)
 4. Interfaces de control (I2C, SPI)
 5. Interfaces industriales (CAN, RS485)
 6. Interfaces de dispositivos de red (GMI)
 7. Interfaces de dispositivos de visualización (HDMI)



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

7. Memorias

1. DRAM
2. SRAM y Flash NOR
3. Flash NAND y dispositivos de almacenamiento de estado sólido

8. Subsistema de reloj

1. Características de la señal de reloj: *jitter*, *spread spectrum*
2. Generación de la señal de reloj
3. Redes de distribución de reloj

9. Subsistema de alimentación

1. Requerimientos y características de las fuentes de alimentación
2. Reguladores lineales
3. Fuentes conmutadas
4. Bombas de carga
5. Fuentes aisladas: principios y necesidad

1.13. Referencias de consulta

Bibliografía:

- Clyde Coombs, “Printed Circuits Handbook”. McGraw-Hill Professional, 2007
- Peter Wilson, “The Circuit Designer's Companion (Third Edition)”. Newnes, 2012
- Howard Johnson, Martin Graham, “High Speed Digital Design: A Handbook of Black Magic”. Prentice Hall, 1993
- Kenneth P. Parker, “The Boundary - Scan Handbook”. Springer, 2003
- William D. Brown, “Advanced Electronic Packaging: With Emphasis on Multichip Modules”. Wiley-IEEE Press, 1998
- Sanjaya Maniktala, “Switching Power Supplies A - Z, Second Edition”. Newnes, 2012

Material adicional:

Por las especiales características de esta asignatura, tendrán especial significado como material de consulta las hojas de datos, notas de aplicación, manuales de referencia, etc. proporcionados por los fabricantes de circuitos integrados. El profesor proporcionará a través de *moodle* enlaces a estos documentos, así como a otros recursos electrónicos de utilidad, que serán la referencia básica para esta asignatura.



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

2. Métodos docentes

En primer lugar, la asignatura se impartirá mediante exposiciones teórico-prácticas, incluyendo demostraciones, resolución de problemas y ejercicios con la ayuda del ordenador. El profesor de la asignatura aportará una colección de transparencias y hojas de ejercicios, y propondrá una serie de lecturas relacionadas con los diferentes aspectos del temario

Durante la clase se realizarán ejercicios y problemas que ayuden a la comprensión de los conceptos que se presentan en cada tema. En caso de optar por el método de evaluación continua, parte de estos problemas serán evaluados, según se detalla en el punto 4 de esta guía.

En segundo lugar se realizarán prácticas en laboratorio, en equipos de 2 estudiantes. Las prácticas consistirán en trabajo de preparación, análisis del problema, formulación de la solución, pruebas de validación y análisis de resultados. Al finalizar la práctica se hará una presentación final, que podrá incluir la presentación de un informe.

En tercer lugar se harán tutorías individuales o en grupos reducidos, cuya utilidad será para resolver dudas, proporcionar material adicional, y para orientar a los estudiantes en la realización de ejercicios o problemas.

En cuarto lugar, los estudiantes desarrollarán un proyecto de desarrollo de un sencillo sistema electrónico empotrado. Esta actividad se realizará en equipos de dos estudiantes, los mismos que en las prácticas de laboratorio.

En quinto y último lugar, los estudiantes dedicarán parte de su tiempo al estudio individual, que consistirá en preparar las clases, realizar los problemas y ejercicios propuestos, y leer la documentación proporcionada por el profesor.

3. Tiempo de trabajo del estudiante

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teórico-prácticas	42h (28%)	83 h (55.3%)
	Tutorías	9h (6%)	
	Prácticas (en laboratorio)	26h (17.3%)	
	Realización de pruebas finales	6h (4%)	
No presencial	Prácticas (preparación y finalización)	11.5 h (7.7%)	67 h (44.6%)
	Realización del proyecto	19.5 h (13%)	
	Estudio individual	36 h (24%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

Existen dos métodos de evaluación en esta asignatura: continua y no continua.

Es imprescindible que el estudiante lea atentamente la normativas de evaluación de la EPS y de la UAM puesto que se aplicarán con rigor, concretamente en lo que se refiere a las copias.

Los pesos de los diferentes elementos de evaluación se han fijado de acuerdo a la memoria de verificación del título aprobada por la ANECA.

Método de evaluación continua, convocatoria ordinaria

$$\text{Calificación} = 0,2 \cdot \text{Prácticas} + 0,1 \cdot \text{Problemas y ejercicios} + 0,1 \cdot \text{Proyecto} + 0,1 \cdot \text{Parciales} + 0,5 \cdot \text{Examen final}$$

Con la salvedad de que ‘Problemas y ejercicios’ y ‘Parciales’ solo se tendrán en cuenta en la fórmula anterior si su calificación es superior a la del examen final. En caso contrario, su peso se incrementará al del examen final. Por ejemplo, si la calificación de los problemas y ejercicios es superior a la del examen final, pero no la de los parciales, en el cálculo de la calificación total el examen final contará 60%, los problemas y ejercicios 10%, y los parciales 0%.

Para hacer media, es necesario alcanzar 5,0 en cada uno de los apartados.

El estudiante será evaluado si se ha presentado al examen final, si se ha presentado a ambos parciales o si ha presentado dos o más prácticas. En caso contrario, recibirá la calificación de “no evaluado”.

Método de evaluación no continua, convocatoria ordinaria

$$\text{Calificación} = 0,2 \cdot \text{Prácticas} + 0,1 \cdot \text{Proyecto} + 0,7 \cdot \text{Examen final}$$

Para hacer media, es necesario alcanzar 5,0 en cada uno de los apartados.

Convocatoria extraordinaria

$$\text{Calificación} = 0,2 \cdot \text{Prácticas} + 0,1 \cdot \text{Proyecto} + 0,7 \cdot \text{Examen final}$$

Para hacer media, es necesario alcanzar 5,0 en cada uno de los apartados.

Si las prácticas y/o el proyecto no se han superado durante el periodo ordinario, se establecerá un periodo extraordinario para la entrega de los mismos, que podrán ser iguales o diferentes a los propuestos durante el curso para la convocatoria ordinaria.

Política de guardado de notas

La calificación del prácticas y/o proyecto se guardará para el curso siguiente siempre que sea igual o mayor a 7,0.

La calificación del examen final se guardará de la convocatoria ordinaria a la extraordinaria del mismo año solo en el caso de haber suspendido las prácticas y/o el proyecto en la convocatoria ordinaria.



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

5. Cronograma

Semana	Actividades Presenciales	Actividades no presenciales
1	<ul style="list-style-type: none">- Presentación de la asignatura- Tema 1. Herramientas y metodología de diseño de circuitos impresos (PCBs)	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 1- Preparación de la práctica 1
2	<ul style="list-style-type: none">- Tema 2. Encapsulados- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 2- Problemas del tema 2- Preparación de la práctica 1
3	<ul style="list-style-type: none">- Tema 3. Tecnología y proceso de fabricación de circuitos impresos- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 3- Problemas del tema 3- Preparación de la práctica 1
4	<ul style="list-style-type: none">- Tema 4. Montaje y verificación de sistemas electrónicos- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 4- Problemas del tema 4- Preparación de la práctica 1
5	<ul style="list-style-type: none">- Tema 4. Montaje y verificación de sistemas electrónicos- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 4- Problemas del tema 4- Preparación de la práctica 1
6	<ul style="list-style-type: none">- Tema 5. Integridad de señal- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 5- Problemas del tema 5- Preparación de la práctica 1
7	<ul style="list-style-type: none">- Tema 5. Integridad de señal- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 5- Problemas del tema 5- Entrega de la práctica 1- Preparación del proyecto
8	<ul style="list-style-type: none">- Tema 5. Integridad de señal- Práctica 1. Diseño de PCBs- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 5- Problemas del tema 5- Preparación y entrega de la práctica 1- Preparación del proyecto
9	<ul style="list-style-type: none">- Tema 6. Interfaces- Práctica 2. JTAG- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 6- Problemas del tema 6- Preparación de la práctica 2- Preparación del proyecto
10	<ul style="list-style-type: none">- Tema 6. Interfaces- Práctica 2. JTAG- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 6- Problemas del tema 6- Preparación y entrega de la práctica 2- Preparación del proyecto
11	<ul style="list-style-type: none">- Tema 7. Memorias- Práctica 3. Integridad de señal- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 7- Problemas del tema 7- Preparación de la práctica 3- Preparación del proyecto



Asignatura: Tecnología Electrónica de Sistemas
Código: 18494
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Obligatorio
Nº de créditos: 6

Semana	Actividades Presenciales	Actividades no presenciales
12	<ul style="list-style-type: none">- Tema 8. Subsistema de reloj- Práctica 3. Integridad de señal- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 8- Problemas del tema 8- Preparación de la práctica 3- Preparación del proyecto
13	<ul style="list-style-type: none">- Tema 9. Subsistema de alimentación- Práctica 3. Integridad de señal- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 9- Problemas del tema 9- Preparación de la práctica 3- Preparación del proyecto
14	<ul style="list-style-type: none">- Tema 9. Subsistema de alimentación- Práctica 3. Integridad de señal- Tutorías opcionales	<ul style="list-style-type: none">- Estudio del tema 9- Problemas del tema 9- Preparación y entrega de la práctica 3- Preparación del proyecto
15/16	<ul style="list-style-type: none">- Tutorías opcionales- Prueba final ordinaria	<ul style="list-style-type: none">- Repaso de todos los temas- Entrega del proyecto
17/18/19	<ul style="list-style-type: none">- Tutorías opcionales- Prueba final extraordinaria	<ul style="list-style-type: none">- Repaso de todos los temas- Entrega extraordinaria de las prácticas y proyecto