

## Guía docente

### 300032 - CET - Circuitos Electrónicos para las Telecomunicaciones

Última modificación: 19/05/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels

**Unidad que imparte:** 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 4.5

**Idiomas:** Catalán

#### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Otros:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

#### CAPACIDADES PREVIAS

- Analizar las relaciones tensión-corriente en los componentes electrónicos pasivos ideales.
- Analizar circuitos lineales, tanto con componentes resistivos como con reactivos, obteniendo tanto la evolución en el tiempo como la respuesta frecuencial de cualquiera de las variables eléctricas.
- Análisis de circuitos con amplificadores operacionales ideales y otros componentes activos (diodo ideal, transistor ideal)
- Identificar los tipos de filtros existentes en función de su respuesta en los dominios temporal y frecuencial
- Conocer el funcionamiento básico de los circuitos digitales elementales: tabla de verdad, niveles lógicos, multiplexores
- Conocer las arquitecturas y el subsistemas básicos que conforman los sistemas de telecomunicación.

#### REQUISITOS

Prerequisito:

- Circuitos electrónicos y sistemas de alimentación

Corequisito:

- Emisores y receptores

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

**Específicas:**

1. CE 24 SIS. Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

**Genéricas:**

4. USO EFICIENTE DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN - Nivel 1: Utilizar correctamente instrumental, equipos y software de los laboratorios de uso general o básicos. Realizar los experimentos y prácticas propuestos y analizar los resultados obtenidos.

**Transversales:**

2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 1: Llevar a cabo tareas encomendadas en el tiempo previsto, trabajando con las fuentes de información indicadas, de acuerdo con las pautas marcadas por el profesorado.
3. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.
5. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 1: Identificar las propias necesidades de información y utilizar las colecciones, los espacios y los servicios disponibles para diseñar y ejecutar búsquedas simples adecuadas al ámbito temático.
6. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Considerando como hilo conductor la arquitectura de los sistemas electrónicos para telecomunicaciones, la asignatura desarrolla conceptos clave en el diseño electrónico de alta frecuencia de una manera tanto teórica como práctica. La metodología docente se fundamenta en los siguientes ejes:

1. Preparación previa de algunos temas de teoría (trabajo autónomo, no presencial)
2. Actividades de resolución de dudas y aplicación, realizadas por el alumnado en clase de teoría (presencial)
3. Actividades de consolidación, en forma de resolución de ejercicios (trabajo autónomo, no presencial)
4. Actividades de aplicación práctica, en forma de resolución de un proyecto a desarrollar a lo largo del cuatrimestre (trabajo autónomo en horas fuera de clase, y presencial en horas de clase de laboratorio)

El temario se distribuye en vídeos semanales que el alumnado deberá estudiar de manera autónoma, previamente a cada sesión teórica (competencia de aprendizaje autónomo). Las sesiones de teoría consistirán en una primera actividad de discusión de los temas, donde el alumnado resolverá todas las dudas respecto de los conceptos preparados previamente, seguida de una actividad de aplicación de conceptos, donde el profesorado propondrá una serie de ejercicios a resolver dentro de clase, con la posterior discusión de resultados. Estas actividades romperán la monotonía de las explicaciones haciendo que el alumno participe activamente en la clase, y servirán para que el alumnado pueda tener información inmediata de su grado de consecución de objetivos.

El material de la asignatura estará mayoritariamente realizado en inglés y se potenciará que los alumnos presenten los trabajos también en inglés (competencia de tercera lengua).

Las sesiones de prácticas están orientadas al desarrollo de un proyecto donde habrá que aplicar muchos de los conceptos estudiados, así como integrar capacidades previas indicadas al inicio de esta guía y buscar información respecto de soluciones circuito a cada bloque del proyecto (competencia de uso solvente de los recursos de información). El alumnado trabajará en parejas estables durante el cuatrimestre (competencia de trabajo en equipo), y documentará todo el proceso del proyecto: objetivos, diseño, experimentos, validación y, discusión de resultados. Esta documentación se hará en una libreta de laboratorio online (a través de Google Docs). El profesorado podrá dar feedback a cada pareja de trabajo mediante esta herramienta. Durante la realización de estas sesiones de laboratorio se profundizará en el conocimiento de la instrumentación típica de los laboratorios de comunicaciones y electrónica (competencia sobre el uso correcto de equipos e instrumentación).

Las actividades de consolidación tienen la finalidad de revisar, ampliar y aplicar los conceptos aparecidos en las clases y facilitar su asimilación. Se trata de problemas, lecturas y búsqueda de información (competencias de aprendizaje autónomo y uso solvente de los recursos de la información).

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al terminar la asignatura Circuitos Electrónicos para Telecomunicaciones, el alumnado debe ser capaz de:

1. Identificar las tecnologías y dispositivos empleados en los sistemas de telecomunicación, y ser capaz, a partir de sus especificaciones, de seleccionar el óptimo para cada aplicación.
2. Identificar las alternativas de diseño de los circuitos de alta frecuencia para el procesamiento analógico tanto lineal como no lineal en sistemas de telecomunicación.
3. Identificar las limitaciones de los circuitos activos y pasivos analógicos de alta frecuencia.
4. Identificar las diferentes técnicas de digitalización de alta frecuencia y su relación con las especificaciones y arquitectura de los convertidores analógico-digital de alta frecuencia.
5. Conocer diferentes alternativas de generación de señales analógicas.
6. Identificar las técnicas para mejorar la integridad de la señal en circuitos de alta frecuencia.
7. Utilizar de forma metódica y crítica la instrumentación habitual en los laboratorios de telecomunicación.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo                       | Horas | Porcentaje |
|----------------------------|-------|------------|
| Horas aprendizaje autónomo | 66,5  | 59.11      |
| Horas grupo pequeño        | 24,0  | 21.33      |
| Horas grupo grande         | 22,0  | 19.56      |

**Dedicación total:** 112.5 h

## CONTENIDOS

### Introducción a los sistemas electrónicos de alta frecuencia

**Descripción:**

Como introducción a la asignatura se da al alumno una visión de la arquitectura de los sistemas electrónicos para telecomunicaciones detallando los subsistemas que los conforman. De estos subsistemas, en este contenido se hace un breve repaso de los conceptos básicos de la digitalización de la señal, el multiplexado de señal, los circuitos de procesamiento analógico de señal para las señales y los sensores de alta frecuencia, como los piezoeléctricos, complementando los conocimientos de asignaturas previas. Se introducen herramientas como los diagramas de Bode, que servirán para describir la respuesta frecuencial de los componentes pasivos y activos trabajando a altas frecuencias

**Actividades vinculadas:**

Actividades de preparación  
Actividades en el aula  
Actividades de consolidación  
Proyecto de laboratorio  
control 1  
Examen de medio cuatrimestre

**Dedicación:** 21h

Grupo grande/Teoría: 4h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h  
Aprendizaje autónomo: 12h

### Procesamiento analógico lineal de alta frecuencia

**Descripción:**

Se describe la respuesta frecuencial de los amplificadores operacionales VFA y CFA, comunes en aplicaciones de audio, vídeo, y RF. Se identifican sus principales ventajas y limitaciones como elementos de procesamiento analógico dentro de la cadena de la señal. Por otra parte, se estudian los amplificadores con entradas y salidas diferenciales (fully-differential amplifiers) y sus limitaciones en frecuencia. También se hace una introducción a los modelos de ruido de estos amplificadores, y la manera de analizarlos. Se estudia el diseño de filtros analógicos activos (basados en amplificadores operacionales) y pasivos.

**Actividades vinculadas:**

Actividades de preparación  
Actividades en el aula  
Actividades de consolidación  
Proyecto de laboratorio  
Examen de medio cuatrimestre

**Dedicación:** 46h 30m

Grupo grande/Teoría: 8h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 14h  
Aprendizaje autónomo: 24h 30m

### Convertidores analógicos-digitales y digitales-analógicos para telecomunicaciones

**Descripción:**

A partir de los conocimientos básicos de conversión A-D, se profundiza en las técnicas de sobremuestreo para mejorar la SNR y el submuestreo en sistemas de telecomunicación, así como el diseño de filtros antialiasing. Se introducen las especificaciones de los convertidores en c: SNR, SFDR, SINAD, THD, y su impacto en el diseño de cadenas de señal para receptores en telecomunicación. Se introducen las principales arquitecturas de los convertidores analógicos-digitales de alta frecuencia. En cuanto a los convertidores digitales-analógicos de alta frecuencia, se estudian sus especificaciones ac, las arquitecturas y las técnicas de generación de portadoras de alta frecuencia, incluido los DDS. También se estudian las principales arquitecturas y la aplicación de filtros de suavizado para mejorar la SFDR.

**Actividades vinculadas:**

Actividades de preparación  
Actividades en el aula  
Actividades de consolidación  
Proyecto de laboratorio  
control 2  
Examen final de cuatrimestre

**Dedicación:** 24h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 18h

### Procesamiento analógico no lineal

**Descripción:**

Los conceptos a tratar complementarán el del procesamiento analógico lineal. Se estudiarán los amplificadores logarítmicos de baja y alta frecuencia para aplicaciones de telecomunicaciones, circuitos basados en diodos, multiplicadores, demoduladores y comparadores.

**Actividades vinculadas:**

Actividades de preparación  
Actividades en el aula  
Actividades de consolidación  
Proyecto de laboratorio  
Examen final de cuatrimestre

**Dedicación:** 21h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 12h

## ACTIVIDADES

### Actividades en el aula

**Descripción:**

En cada sesión de teoría se dedicará al inicio de clase a resolver las dudas identificados durante las actividades de preparación. Después, se propondrán 2 ejercicios de aplicación para que los alumnos los trabajen. El profesorado discutirá las posibles soluciones a estos ejercicios

**Objetivos específicos:**

- Aplicar los conceptos estudiados previamente
  - Hacer participar al alumno de manera activa durante las sesiones de teoría
- Resolver dudas sobre los conceptos tratados.
- Observar el nivel de seguimiento del alumno.

**Material:**

Enunciados de los ejercicios publicados en la página de Atenea.

**Entregable:**

Ninguno

**Dedicación:** 20h

Grupo grande/Teoría: 20h

### Controles

**Descripción:**

Dos evaluaciones individuales de una hora de duración.

**Objetivos específicos:**

Verificar el grado en que se han alcanzado los objetivos de aprendizaje

**Material:**

Enunciados distribuidos por el profesor  
Ejercicios de estudio autónomo

**Entregable:**

En clase

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

### Actividades de preparación

**Descripción:**

Son actividades que se realizarán fuera del aula. Se trata del estudio de los vídeos que contendrán las explicaciones de los conceptos teóricos y algunos ejemplos de aplicación. Cada semana, el alumnado deberá hacer su estudio de manera autónoma antes de la respectiva sesión en el aula (grupo grande) identificando las dudas que surjan de su estudio.

**Objetivos específicos:**

- Entender los nuevos contenidos teóricos, semanalmente, de manera autónoma y activa
- Identificar las dudas sobre los conceptos estudiados.

**Material:**

Vídeos y documentos complementarios publicados en la página de Atenea

**Dedicación:** 20h 30m

Aprendizaje autónomo: 20h 30m

### Evaluación y preparación de exámenes

**Descripción:**

El alumnado será evaluado mediante dos exámenes individuales presenciales, uno en medio cuatrimestre (Examen de medio cuatrimestre) y un final de cuatrimestre (Examen de final de cuatrimestre).

**Objetivos específicos:**

- Evaluar el nivel de asimilación de los conceptos estudiados
- Mujer retroalimentación a los alumnos sobre su proceso de aprendizaje
- Demostrar las habilidades de trabajo individual.

**Material:**

- Documentación disponible a Atenea.
- Bibliografía de la asignatura.
- Documentación disponible en la biblioteca.
- Documentación disponible on-line.

**Entregable:**

Presencial

**Dedicación:** 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

### Proyecto de aplicación

**Descripción:**

El alumnado recibirá la guía e instrucciones durante la primera sesión de laboratorio. Aparte de la aplicación los conceptos teóricos tratados, se estudiará la integridad de la señal en los circuitos electrónicos de alta frecuencia. Por ello se presentarán los conceptos de impedancia en componentes pasivos reales y sus modelos y valores para los circuitos electrónicos de alta frecuencia, así como el efecto de estas impedancias en la interconexión de los sistemas diseñados. Se estudiarán los transitorios presentes en los circuitos digitales y su reducción; la conexión a masa de los circuitos y los modelos de acoplamiento capacitivo e inductivo, que permitan analizar la presencia de interferencias en el circuito, así como los métodos para reducirlas.

**Material:**

Guía publicada a Atenea, y libreta de seguimiento en Google Docs  
Componentes entregados por el profesor

**Entregable:**

Definido en la guía del proyecto

**Dedicación:** 43h

Grupo pequeño/Laboratorio: 24h

Aprendizaje autónomo: 19h

### Estudio autónomo

**Dedicación:** 19h

Aprendizaje autónomo: 19h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se aplicarán los criterios de evaluación definidos a la infoweb de la asignatura

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Zumbahlen, H. Linear circuit design handbook. Amsterdam: Ed. Elsevier, 2008. ISBN 9780750687034.
- Moreira, J. An engineer's guide to automated testing of high-speed interfaces [en línea]. Boston: Ed. Artech House, 2010 [Consulta: 22/11/2023]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=4845579>. ISBN 9781607839835.

### Complementaria:

- Malaric, K. EMI protection for communication systems. Boston: Ed. Artech House, 2010. ISBN 9781596933132.
- Kester, W. High speed design techniques [en línea]. Ed. Analog devices, 2006 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a : <https://www.analog.com/en/education/education-library/high-speed-design-techniques.html#>. ISBN 9781566199094.
- Kester, W. The data conversion handbook [en línea]. Ed. Elsevier, 2005 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a : <https://www.analog.com/en/education/education-library/data-conversion-handbook.html#>. ISBN 0750678410.