# Guía docente
# 300027 - CESA - Circuitos Electrónicos y Sistemas de Alimentación

**Última modificación:** 11/05/2026

**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).
GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2019). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2026 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano

## PROFESORADO

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

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

## CAPACIDADES PREVIAS

· Conocer las relaciones tensión-corriente en resistencias, condensadores, bobinas, transformadores ideales, transistores y diodos.
· Análisis de circuitos lineales, tanto con elementos resistivos como con reactivos.
· Análisis de circuitos con amplificadores operacionales aplicando el cortocircuito virtual.
· Conocer los circuitos básicos con amplificadores operacionales.
· Resolver ecuaciones diferenciales lineales de primer y segundo orden.
. Conocer la representación de Bode identificando los polos y ceros de la función de transferencia.
· Conocer los conceptos básicos de distorsión armónica, potencia activa y reactiva.
· Conocer las ecuaciones de Maxwell de electromagnetismo.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura se estructura en actividades formativas de carácter presencial y no presencial, que incluyen clases teóricas y prácticas de laboratorio. Las clases teóricas se desarrollan mediante sesiones magistrales en las que el profesorado expone los contenidos fundamentales de la asignatura, apoyándose en material audiovisual y en el desarrollo de los conceptos en la pizarra. Estos contenidos son posteriormente aplicados por el alumnado en la preparación y realización de las actividades prácticas. Las prácticas de laboratorio, de carácter guiado, tienen como objetivo la aplicación práctica y la consolidación de los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al finalizar la asignatura Circuitos Electrónicos y Sistemas de Alimentación, el estudiantado será capaz de:
. Identificar los bloques funcionales básicos que constituyen un sistema de alimentación.
. Conocer y analizar las topologías fundamentales de rectificadores e inversores monofásicos, tanto en configuración de semipuente como de puente completo.
. Comprender el funcionamiento de los convertidores DC/DC, en particular los reguladores lineales, las bombas de carga y los convertidores conmutados.
. Analizar el funcionamiento de los convertidores conmutados (Buck, Buck-Boost, Boost, SEPIC, Ćuk, Forward y Flyback) y dimensionar sus componentes en régimen de conducción continua.
. Conocer la topología de la red eléctrica, incluyendo su estructura, los procesos de conversión de trifásico a monofásico y los distintos esquemas de distribución en baja tensión.
. Identificar los principales problemas de seguridad asociados a la red eléctrica, tanto para los circuitos como para las cargas y los usuarios, así como los dispositivos de protección disponibles en el mercado.
. Comprender el principio físico de funcionamiento, el modelo eléctrico y las características I–V y P–V de las celdas y paneles fotovoltaicos.
. Dimensionar un sistema de alimentación fotovoltaico para aplicaciones autónomas, determinando la orientación óptima y el número mínimo de paneles requeridos.
. Conocer las características principales de las baterías secundarias y los circuitos de acondicionamiento asociados, incluidos los circuitos de carga, balanceo y regulación de tensión.
. Conocer diferentes técnicas de medida de corriente para la supervisión de sistemas de alimentación.
. Comprender las estructuras básicas de amplificadores con y sin entrada diferencial, basados en amplificadores operacionales.
. Conocer las principales características no ideales de los amplificadores operacionales, tales como corrientes de polarización y de offset, tensión de offset, CMRR, slew rate y producto ganancia–ancho de banda.
. Analizar el offset de salida de un amplificador debido a las corrientes y tensiones de offset de los amplificadores operacionales.
. Analizar la influencia del CMRR en la ganancia real de un amplificador respecto al valor obtenido en un análisis ideal.
. Calcular el ancho de banda de la ganancia de un amplificador a partir del producto ganancia–ancho de banda del amplificador operacional.
. Evaluar si el slew rate limita la respuesta dinámica de un amplificador.
. Conocer las estructuras de las fuentes de alimentación lineales y conmutadas, distinguiendo sus características y ámbitos de aplicación.
. Conocer la estructura y funcionamiento de los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI), diferenciando entre configuraciones offline y online.
. Comprender la estructura interna de un sistema MPPT y los algoritmos básicos utilizados para el seguimiento del punto de máxima potencia.
. Conocer las características y el funcionamiento de la alimentación mediante PoE (Power over Ethernet).
. Conocer las características y el funcionamiento de la alimentación a través de un puerto USB 2.0.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|---|---|---|
| Horas grupo grande | 39,5 | 26.33 |
| Horas grupo pequeño | 26,5 | 17.67 |
| Horas aprendizaje autónomo | 84,0 | 56.00 |

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Circuitos de acondicionamiento de energía

**Descripción:**
Descripción de la funcionalidad de los circuitos de acondicionamiento de energía, así como de sus principales factores de mérito —tales como el rendimiento energético y la calidad del suministro— y de su clasificación, distinguiendo entre convertidores AC–DC (rectificadores), DC–DC (reguladores), DC–AC (inversores) y AC–AC (cicloconvertidores). A continuación, se aborda el estudio del funcionamiento y el análisis de los principales circuitos empleados en cada una de estas formas de conversión.

En el ámbito de los rectificadores, se analiza el dimensionado de rectificadores no controlados con cargas capacitivas, considerando distintas topologías. Se estudia el rizado de la tensión en la carga, la tensión inversa máxima soportada por los diodos y la corriente de pico en conducción, con el objetivo de establecer criterios adecuados de dimensionado y poner de manifiesto los compromisos de diseño asociados.

Posteriormente, se presentan las diferentes alternativas para la implementación de reguladores de tensión DC–DC, distinguiendo entre reguladores lineales, reguladores conmutados y bombas de carga. En primer lugar, se analiza el principio de funcionamiento de cada una de estas soluciones, destacando sus ventajas, limitaciones y ámbitos de aplicación. A continuación, se realiza un estudio más detallado de cada alternativa, mediante el análisis de los circuitos más representativos, tanto para la reducción como para la elevación de la tensión.

Finalmente, se describe el funcionamiento de los inversores de potencia con control unipolar y bipolar, sin entrar en un análisis exhaustivo, con el objetivo de proporcionar una visión general de su operación y de sus principales características.

**Objetivos específicos:**
1. Conocer las distintas alternativas disponibles para adaptar una fuente de energía eléctrica a los requisitos de alimentación de una carga determinada.
2. Disponer de criterios para la selección del circuito de acondicionamiento más adecuado en función de la aplicación.
3. Dimensionar correctamente los componentes que integran un circuito de acondicionamiento de energía.
4. Interpretar y analizar las especificaciones y características proporcionadas por los fabricantes de circuitos de acondicionamiento energético.

**Actividades vinculadas:**
1. Clases magistrales de teoría
2. Proyectos de laboratorio
3. Examenes y controles

**Dedicación:** 59h
Grupo grande/Teoría: 17h
Grupo pequeño/Laboratorio: 9h 30m
Aprendizaje autónomo: 32h 30m

**Fuentes de energía**

**Descripción:**
Descripción de las características y de los circuitos específicos utilizados cuando se emplean como fuentes de energía la red eléctrica, los paneles fotovoltaicos y los sistemas de almacenamiento con baterías.

Red de distribución eléctrica
Se presenta la topología de la red eléctrica, describiendo su estructura general (generación, transporte y distribución), así como los distintos esquemas de distribución en baja tensión (TT, TN e IT). A continuación, se analizan los principales problemas asociados a la seguridad eléctrica, tanto desde el punto de vista de los circuitos (sobrecorrientes y sobretensiones) como de la protección de las personas (riesgo de choque eléctrico). Finalmente, se describen las soluciones técnicas para prevenir estos riesgos mediante la utilización de dispositivos de protección adecuados.

Alimentación solar fotovoltaica
Se estudia el funcionamiento físico de las células fotovoltaicas, su modelo eléctrico y sus características corriente–tensión y potencia–tensión. Se presentan los principales parámetros eléctricos de interés y se explica cómo utilizarlos para estimar la energía generada en función de la irradiación solar, la temperatura y la topología del sistema. Se describe la asociación de varias células en serie y en paralelo para formar paneles fotovoltaicos, así como los problemas derivados de estas configuraciones. También se introducen los diferentes tipos de células fotovoltaicas de silicio (amorfas, policristalinas y monocristalinas) y sus características principales. Finalmente, se explica el cálculo de la energía suministrada por un panel fotovoltaico en función de la localización geográfica, la inclinación y las condiciones atmosféricas, así como su dimensionamiento para una carga determinada.

Dispositivos de almacenamiento energético
Se describen las características básicas de los principales dispositivos de almacenamiento electroquímico: baterías primarias y secundarias, supercondensadores y pilas de combustible, destacando sus diferencias fundamentales. En el caso de las baterías secundarias, se analizan con mayor detalle sus características principales, como las curvas de carga y descarga, la tensión nominal, la capacidad, la resistencia interna y los distintos tipos existentes. Asimismo, se introducen los circuitos asociados a la carga, la seguridad y la supervisión de las baterías. Finalmente, se explica el dimensionamiento de un sistema de almacenamiento con baterías secundarias para una aplicación determinada, con especial atención a los sistemas fotovoltaicos autónomos.

**Objetivos específicos:**
Al finalizar este tema, el estudiante será capaz de:
1. Identificar y describir las características fundamentales de los distintos tipos de fuentes de energía empleadas en sistemas eléctricos y electrónicos.
2. Analizar las particularidades del diseño de los sistemas de alimentación en función de la fuente de energía utilizada, considerando sus limitaciones, requisitos técnicos y criterios de seguridad.
3. Dimensionar y seleccionar adecuadamente las fuentes de energía para una aplicación concreta, teniendo en cuenta las condiciones de operación, la demanda energética y la eficiencia del sistema.

**Actividades vinculadas:**
1. Clases magistrales de teoría
2. Proyectos de laboratorio
3. Actividad dirigida
4. Control

**Dedicación:** 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 9h
Aprendizaje autónomo: 22h 10m

## Supervisión de la energía

**Descripción:**
Se describen las funciones y las variables de interés en la supervisión de un sistema de alimentación y se muestra cómo determinarlas mediante medidas de corriente y de tensión. A partir de su sensado, se analiza la cadena de señal con el fin de digitalizar la información, presentando diversos ejemplos. Posteriormente, se describen con mayor detalle los diferentes tipos de sensores de corriente (resistencia shunt, transformadores de corriente y sensores de efecto Hall) y los circuitos de acondicionamiento adecuados. A continuación, se introduce el diseño de amplificadores mediante amplificadores operacionales, abordando los efectos de las tensiones de offset, las corrientes de polarización, el CMRR, el slew rate y el ancho de banda.

**Objetivos específicos:**
Al finalizar este tema, el estudiante será capaz de:
1. Identificar y describir las distintas etapas que componen un sistema de medida.
2. Reconocer y comparar los diferentes sensores empleados para la medida del consumo de corriente de una carga, así como sus correspondientes circuitos de acondicionamiento.
3. Interpretar las especificaciones técnicas de los amplificadores operacionales a partir de sus hojas de datos.
4. Identificar y analizar las topologías más habituales de amplificadores, tanto con entrada diferencial como con entrada no diferencial.
5. Analizar un circuito de acondicionamiento de señal considerando las características no ideales de los amplificadores operacionales y su impacto en el comportamiento del sistema.

**Actividades vinculadas:**
1. Clases magistrales de teoría
2. Proyectos de laboratorio
3. Actividad dirigida
4. Examen

**Dedicación:** 46h
Grupo grande/Teoría: 11h
Grupo pequeño/Laboratorio: 8h
Aprendizaje autónomo: 27h

## Aplicaciones de sistemas de alimentación

**Descripción:**
Esta última parte tiene un carácter de síntesis e integración de los conceptos tratados a lo largo de la asignatura. Se presentan de forma muy breve las características fundamentales y el funcionamiento, a nivel de diagrama de bloques, de algunos sistemas de alimentación. En concreto, se describe el funcionamiento de las fuentes de alimentación, los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), los sistemas fotovoltaicos y la alimentación a través de la red Ethernet y del bus USB.

**Objetivos específicos:**
Al finalizar este tema, el estudiante será capaz de:
1. Identificar y describir los bloques funcionales que integran los diferentes tipos de sistemas de alimentación.
2. Diferenciar y analizar las distintas tipologías de implementación de los sistemas de alimentación, valorando sus ventajas y desventajas desde el punto de vista técnico y funcional.

**Actividades vinculadas:**
1. Clases magistrales de teoría
2. Proyectos de laboratorio
3. Actividad dirigida
4. Examen

**Dedicación:** 3h 20m
Grupo grande/Teoría: 1h
Aprendizaje autónomo: 2h 20m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

El sistema de evaluación de la asignatura se basa en la evaluación continua y se articula mediante distintas actividades evaluables que permiten valorar de forma progresiva la adquisición de los resultados de aprendizaje previstos. La evaluación de los contenidos teóricos se realiza a través de un examen parcial y un examen final, ambos con una ponderación del 25 % de la calificación final, así como mediante una prueba de control asociada a dicha parte, con un peso del 15 %. La evaluación de las prácticas de laboratorio se lleva a cabo mediante la valoración del seguimiento continuado del alumnado, con una ponderación del 20 %, y a través de controles específicos de los proyectos desarrollados durante las sesiones de laboratorio, que representan un 15 % de la calificación final.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

La asistencia a las prácticas de laboratorio será obligatoria.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**
- Franco, Sergio R. Design with operational amplifiers and analog integrated circuits. 3rd ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001. ISBN 0072320842.
- Guirado Torres, Rafael. Tecnología eléctrica. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2006. ISBN 844814807X.
- Roberts, Simon. Solar electricity : a practical guide to designing and installing small photovoltaic systems. New York [etc.]: Prentice Hall, 1991. ISBN 0138263140.
- Stanley, William D. Operational amplifiers with linear integrated circuits. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 0130320137.
- Buchmann, Isidor. Batteries in a portable world : a handbook on rechargeable batteries for non-engineers. 3rd ed. British Columbia: Cadex Electronics, cop. 2011. ISBN 9780968211830.
- Erickson, Robert W; Maksimovic, Dragan. Fundamentals of power electronics. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, cop. 2001. ISBN 0792372700.

**Complementaria:**
- Linden, David; Reddy, Thomas B. Handbook of batteries. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, cop. 2002. ISBN 0071359788.
- Castañer Muñoz, Luis. Energía solar fotovoltaica. Barcelona: Edicions UPC, 1994. ISBN 8476533756.
- Mohan, Ned ; Undeland, Tore M ; Robbins, William P. Power electronics : converters, applications, and design. 3rd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 2003. ISBN 0471226939.
- Pérez García, Miguel Ángel. Instrumentación electrónica. Madrid: Thomson Paraninfo, cop. 2004. ISBN 8497321669.

## RECURSOS

**Otros recursos:**
1. Software: Proteus y aplicaciones específicas desarrolladas en LabVIEW para el control del emulador de baterías y del emulador solar.
2. Hardware: Instrumentación de laboratorio (multímetro, osciloscopio y fuente de alimentación), emulador de baterías y emulador solar.
3. Material docente: Apuntes de clase, presentaciones comentadas, vídeos y colecciones de exámenes resueltos, disponibles a través del campus digital ATENEA.