

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 20/07/2023

## Modelado y Gestión de Sistemas de Almacenamiento de Energía (MC3/56/1/3)

**Máster**

Máster Universitario en Electrónica Industrial

**MÓDULO**

Sistemas Electrónicos de Potencia

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

4

**Tipo**

Obligatorio

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Es recomendable tener conocimientos básicos de electrónica de potencia.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

- Modelado eléctrico de los sistemas de almacenamiento de energía que se están utilizando en la tecnología actual.
  - Modelado basado en las ecuaciones de los procesos físicos que tienen lugar en los sistemas de almacenamiento de energía.
  - Análisis de los componentes esenciales de los circuitos de gestión de sistemas de almacenamiento de energía.
  - Diseño de circuitos de carga/descarga (tantos unidireccionales como bidireccionales) y de balanceo de celdas.
  - Estimación de los parámetros principales que definen el comportamiento de la batería: estado de carga y estado de salud.
- Electric modeling of energy storage systems in current technology.
  - Physical modeling of energy storage systems. Batteries
  - Electronic circuits in energy storage management systems



- Circuit design for driving battery loads and battery balance.
- Estimation of the main parameter defining battery behavior: State of Charge and State of Health.

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la electrónica industrial.
- CG04 - Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización en el ámbito de la electrónica industrial.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad para diseñar y desarrollar sistemas electrónicos de potencia, conversión y almacenamiento de energía.
- CE04 - Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Electrónica Industrial, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de las diferentes tareas.
- CT02 - Comprender y defender la importancia que la diversidad de culturas y costumbres tienen en la investigación.
- CT03 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.



## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Cómo se modela una batería desde el punto de vista físico.
- Cómo se modela una batería desde el punto de vista circuital.
- Cuáles son los parámetros fundamentales y las figuras de mérito de una batería.
- Cuáles son los principales circuitos de carga de batería.
- Qué es un Sistema de Gestión de Baterías y cuáles son las técnicas fundamentales para implementarlo.

El alumno será capaz de:

- Diseñar un sistema de gestión de baterías
- Aplicar los conocimientos adquiridos en las aplicaciones en las que se vislumbra que el uso de baterías puede ser una tecnología fundamental y entre las que cabe citar los respaldos de red, los desplazamientos del perfil de carga en sistemas de energías renovables, movilidad eléctrica, almacenamiento de energía en dispositivos portátiles, etc

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

Tema 1. Introducción.

Tema 2. Modelado circuital de baterías y supercondensadores.

Tema 3. Modelado físico de baterías y supercondensadores.

Tema 4. Cargadores de baterías.

Tema 5. Sistemas de gestión de baterías.

Tema 6. Almacenamiento de energía estacional. Tecnologías de almacenamiento. Hidrógeno verde.

Unit 1. Introduction.

Unit 2. Circuitual modeling of batteries and supercapacitors.

Unit 3. Physical modeling of batteries and supercapacitors.

Unit 4. Battery chargers.

Unit 5. Battery management system.

Unit 6. Seasonal energy storage. Green Hydrogen.



## PRÁCTICO

Práctica 1. Simulación circuital de baterías y supercondensadores.

Práctica 2. Simulación física de baterías.

Práctica 3. Circuitos de carga, descarga y balanceo de celdas en baterías.

Práctica 4. Obtención experimental de parámetros de baterías.

Lab 1: Circuital simulation of batteries and supercapacitors.

Lab 2: Physical simulation of batteries.

Lab 3: Circuits for charge, discharge and cell balancing in batteries.

Lab 4. Experimental determination of the characteristic parameters of a battery.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Gregory Plett. "Battery Management Systems. Vol. I, Battery Modeling ", Artech House, 2015
- Gregory Plett. "Battery Management Systems. Vol. II, Equivalent-Circuit Methods ", Artech House, 2015

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bard A.J., Faulkner L.R., "Electrochemical methods. Fundamentals and Applications", 2ª Ed. John Wiley and Sons, 2001
- Christopher D. Rahn and Chao-Yang Wang. "Battery Systems Engineering", Wiley, 2013
- Gianfranco Pistoia,. " Lithium-Ion Batteries. Advances and Applications", Elsevier, 2014
- Yasar Demirel, "Energy. Production, conversion, storage, conservation, and coupling", 3rd edition, Springer, 2021

## ENLACES RECOMENDADOS

- <https://batteryuniversity.com/>
- <https://www.elithion.com/index.php>

Enlaces a fabricantes de componentes electrónicos relacionados.

- <https://www.analog.com/en/index.html>
- <https://www.ti.com>



- <https://www.allegromicro.com>
- <https://www.onsemi.com/>
- <https://www.maximintegrated.com/en.html>
- [https://www.st.com/content/st\\_com/en.html](https://www.st.com/content/st_com/en.html)
- <https://www.microchip.com/>
- <https://www.agilent.com/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 Prácticas de laboratorio o clínicas
- MD05 Seminarios
- MD06 Ejercicios de simulación

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se le haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

Para realizar esa EVALUACIÓN CONTINUA se realizarán distintas pruebas que permitan valorar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia. La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación, dando como resultado una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica y otra práctica. El baremo establecido es:

- Una prueba escrita que representará el 50% de la nota final
- Informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo), que representarán el 30% de la nota final.
- Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso que constituirán el 20% de la nota final.

Hay que obtener una nota mínima de 4 sobre 10 en cada una de los anteriores ítems para poder realizar la baremación final

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo. Para obtener



la calificación se seguirá el siguiente baremo:

- Una prueba escrita teórico-práctica que representará el 60% de la nota final.
- Una prueba práctica que podrá realizarse en aula o laboratorio y representará el 40% de la nota final.

Hay que obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en cada uno de los anteriores ítems

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación se realizará de la misma manera que la evaluación de la convocatoria extraordinaria

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

