

---

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura: Sistemas de almacenamiento de energía**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad: Maestría y Doctorado en  
Ingeniería Mecánica**

(posgrado, educación permanente o ambas)

Posgrado

Educación permanente

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>: Dr. Unai Iraola, Coordinador del grupo de investigación en Almacenamiento de Energía de la Facultad de Ingeniería de Mondragon Unibertsitatea.**  
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>: Msc. IQ. Mariana Silva, G<sup>o</sup>3, IEM.**

(título, nombre, grado, instituto)

**Otros docentes de la Facultad:**

(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**

(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:**

**Instituto o unidad: Instituto de Ensayo de Materiales**

**Departamento o área: Metales**

---

**Horas Presenciales: 34**

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 4**

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:** Egresados de las carreras de ingeniería.

**Cupos:** Sin cupo, máximo 30.

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** El objetivo del curso es mostrar de manera general las distintas tecnologías de almacenamiento de energía que actualmente existen y los beneficios que pueden aportar en distintas

---

aplicaciones de hoy en día. Además de esto se profundizará en la tecnología que más aplicaciones abarca, los sistemas electroquímicos y más concretamente las baterías de plomo ácido y las de litio-ion.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Electricidad, física y química básicas.

**Conocimientos previos recomendados:** Conocimiento básico de electroquímica y nivel básico de herramienta de software Matlab/Simulink

---

**Metodología de enseñanza:**

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología: La metodología será la impartición de clases magistrales combinadas con clases para realizar ejercicios de cálculos en papel y ejercicios utilizando el software de Matlab/Simulink [Obligatorio]

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 24 horas
- Horas de clase (práctico): 6 horas
- Horas de clase (laboratorio): No aplica
- Horas de consulta: 2 horas
- Horas de evaluación: 2 horas
  - Subtotal de horas presenciales: 34 horas
- Horas de estudio: 24 horas
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 6 horas
- Horas proyecto final/monografía: No aplica
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 64 horas

---

**Forma de evaluación:**

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde] Prueba final en EVA teórica y práctica.

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde] Prueba final en EVA teórica y práctica.

---

**Temario:**

1. Introducción a los sistemas de almacenamiento de energía
  - a. ¿Por qué son interesantes y en qué tipo de aplicaciones los utilizamos?
  - b. Scope general del almacenamiento de energía
  - c. Sistemas mecánicos
  - d. Sistemas térmicos
  - e. Sistemas electromagnéticos
  - f. Supercondensadores
  - g. Baterías (Nivel general y conceptos básicos)

2. Baterías de litio
  - a. Nomenclatura básica: SoC, SoH, SoP, SoS, C-rate.
  - b. Seguridad en baterías de litio y safe operating área.
  - c. Degradación, calendar life y cycle life.
  - d. Sistema de gestión de baterías o BMS y su algoritmia.
  - e. Dimensionamiento de una batería de litio.
  - f. Sistemas de refrigeración.
  - g. Elementos que componen un battery pack.
  - h. Ensayos en laboratorio y equipamiento necesario para realizarlos.
  - i. Investigación, en qué estamos investigando hoy en día en esta temática.
3. Baterías de plomo
  - a. Principios básicos.
  - b. Concepto de chemical reaction rate.
  - c. Dimensionamiento de un sistema de plomo.
  - d. Baterías de ciclo profundo.
4. Ejemplos de aplicaciones reales.
5. Ejercicios
  - a. Dimensionamiento de plomo y litio.
  - b. Modelado electro-térmico de una celda de iones de litio.
  - c. Ejercicio de comparativa de tecnologías de plomo y litio a través de datos experimentales de laboratorio.

---

**Bibliografía:**

1. Battery management systems volume 1, Battery modeling, de Gregory L. Plett. ISBN 10: 1630810231 / ISBN 13: 9781630810238. 2015
  2. Battery management systems volume 2, Equivalent circuit methods, de Gregory L. Plett. ISBN 10: 1630810274 / ISBN 13: 9781630810276. 2020
- (título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)
-



**Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado**

---

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** de 9 al 13 de octubre 2023

**Horario y Salón:** 9:30 a 12:30, de 14 a 17. Salón a definir.

**Arancel:** \$2000. Se otorgan becas

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:** \_

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** \$2000

---