



# Guia docent

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

Última modificació: 16/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2014). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN SISTEMES I ACCIONAMENTS ELÈCTRICS (Pla 2021). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2022). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 5.0      **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** FRANCISCO DÍAZ-GONZÁLEZ

**Altres:** FRANCISCO DÍAZ-GONZÁLEZ

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Autoaprenentatge, càlcul matemàtic, eines de simulació.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:

- Classe magistral o conferència (CM): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
- Classes participatives (PART): resolució col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització individual d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Projecte o treball d'abast ampli (PA): aprenentatge basat en el disseny, la planificació i realització en grup d'un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.
- Prova escrita de control de coneixements (PECC).

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius de l'aprenentatge:

Adquirir els coneixements bàsics sobre els sistemes d'emmagatzematge d'energia en les xarxes i sistemes elèctrics, fent èmfasi en l'emmagatzematge electromecànic (volants d'inèrcia, sistemes de bombeig d'aigua i sistemes d'aire comprimit), elèctric (supercondensadors i sistemes SMES), electroquímic (bateries) i químic (hidrogen).

Resultats de l'aprenentatge:

- Ha de conèixer les característiques principals dels diferents sistemes d'emmagatzematge d'energia que es poden incloure en xarxes elèctriques.
- Ha de dominar les expressions matemàtiques d'alt nivell per a poder dimensionar un sistema d'emmagatzematge segons les demandes d'energia a la xarxa.
- Ha de conèixer els mecanismes de gestió i supervisió dels sistemes d'emmagatzematge.
- Ha d'assolir una visió global de les opcions d'emmagatzematge a la xarxa, amb l'objectiu de comprendre la idoneïtat d'un sistema o altre segons l'aplicació al vehicle.
- Ha d'avançar en els seus coneixements de modelització i simulació de sistemes incloent emmagatzematge, com és el cas de les xarxes elèctriques.
- Ha de disposar dels coneixements, habilitats i elements d'anàlisi necessaris per a plantejar un projecte, a escala d'enginyeria bàsica o funcional, relacionat amb la concepció, el dimensionament i/o la utilització de sistemes d'emmagatzematge als sistemes elèctrics.
- Ha de ser capaç de proposar resultats transferibles mitjançant l'elaboració d'idees innovadores.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

| Tipus                      | Hores | Percentatge |
|----------------------------|-------|-------------|
| Hores grup gran            | 30,0  | 24.00       |
| Hores aprenentatge autònom | 80,0  | 64.00       |
| Hores grup petit           | 15,0  | 12.00       |

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### Introducció als sistemes elèctrics de potència i els mercats elèctrics

#### Descripció:

Breu introducció al funcionament de les xarxes elèctriques i els seus mercats associats, com a pas previ per a poder entendre els serveis que proveeix l'emmagatzematge d'energia en les xarxes.

#### Objectius específics:

- Coneixer els mecanismes per a l'activació de reserves de potència en les xarxes per a assegurar el balanç entre generació i demanda en tot moment.
- Entendre els problemes que, des del punt de vista de l'operació del sistema elèctric, provoca la connexió de sistemes de generació en base a energies renovables, en detriment d'altres tecnologies totalment gestionables.
- Coneixer els mecanismes de mercat associats a l'activació d'aquestes reserves de potència.

#### Activitats vinculades:

- La realització d'una activitat breu (E1), individual, a entregar via email al professor durant el curs.

#### Dedicació: 26h

Grup gran/Teoria: 5h

Activitats dirigides: 10h 10m

Aprenentatge autònom: 10h 50m



### Tecnologies d'emmagatzemage d'energia

**Descripció:**

Principis de funcionament, característiques, tipus de tecnologies que es poden trobar al mercat, càlculs bàsics de dimensionat, descripció de models per a simulació i avaluació de comportament en règim d'operació.

**Objectius específics:**

Adquirir coneixements sobre diversos sistemes d'emmagatzematge d'energia.

**Activitats vinculades:**

Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).

**Dedicació:** 52h

Grup gran/Teoria: 10h

Activitats dirigides: 20h 20m

Aprenentatge autònom: 21h 40m

### Model de costos per a sistemes d'emmagatzematge d'energia

**Descripció:**

Desenvolupament i aplicació d'un model matemàtic per a avaluar els costos d'un sistema d'emmagatzematge d'energia.

**Objectius específics:**

- Conèixer quins són els costos principals associats a la instal·lació i operació d'un sistema d'emmagatzematge.
- Adquirir coneixements per a poder aplicar el model en un cas particular.

**Activitats vinculades:**

Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).

**Dedicació:** 11h

Grup gran/Teoria: 2h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 5h

### Aplicacions dels sistemes d'emmagatzematge en xarxes elèctriques

**Descripció:**

Presentació de les aplicacions que l'emmagatzematge d'energia pot proveir en les xarxes elèctriques.

**Objectius específics:**

- Adquirir una visió general del potencial de l'emmagatzematge d'energia per a la modernització dels sistemes elèctrics.

**Activitats vinculades:**

Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).

**Dedicació:** 16h

Grup gran/Teoria: 3h

Activitats dirigides: 6h 30m

Aprenentatge autònom: 6h 30m



### Regulació i models de negoci

**Descripció:**

Introducció a les barreres de tipus legislatiu per a l'adopció de sistemes d'emmagatzematge d'energia en les xarxes elèctriques. Definició dels models de negoci al voltant de l'explotació d'aquests sistemes d'emmagatzematge d'energia.

**Objectius específics:**

- Promoure el caràcter innovador dels estudiants.

**Activitats vinculades:**

Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 4h

### Reciclatge i reserves naturals

**Descripció:**

Introduir l'àmbit del reciclatge de bateries. Donar una visió general de les reserves naturals de materials estratègics per a la fabricació de bateries.

**Activitats vinculades:**

Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 4h

## ACTIVITATS

### Classes magistrals i conferències (CM)

**Descripció:**

Conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants (presencial).

**Dedicació:** 22h

Grup gran/Teoria: 22h

### Presentacions (PS)

**Descripció:**

Avançar en el projecte de relativa extensió i abast (PA) amb l'assessorament del professor o professora (presencial).

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h



### Tutories de treball teòric pràctic dirigit (TD)

**Descripció:**

Avançar en el projecte de relativa extensió i abast (PA) amb l'assessorament del professor o professora.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 10h

### Treball d'abast reduït (PR)

**Descripció:**

Dur a terme individualment un treball o treballs de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats (no presencial).

**Dedicació:** 10h

Activitats dirigides: 9h

Grup gran/Teoria: 1h

### Projecte o treball d'abast ampli (PA)

**Descripció:**

Dissenyar, planificar i dur a terme individualment o en grup un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions (no presencial).

**Dedicació:** 41h

Grup gran/Teoria: 1h

Activitats dirigides: 40h

### Estudi autònom (EA)

**Descripció:**

Estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements (no presencial).

**Dedicació:** 40h

Aprenentatge autònom: 40h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Prova escrita de control de coneixements (PECC), 50%

Activitats d'abast reduït (PR), 15%

Projecte individual o en grup al llarg del curs (PA), 35%



## **NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.**

---

Per a la prova escrita final (PECC), només es podrà portar una calculadora. No es podrà fer servir de formulari ni cap altre documentació. Les activitats d'abast reduït (PR), s'hauran de realitzar individualment i s'hauran d'entregar a l'Atenea en el termini establert. Aquestes activitats seran exercicis puntuals sobre un tema particular presentat a l'assignatura. Finalment, el projecte d'abast ampli (PA), es podrà realitzar individualment o en grup, i s'haurà de defensar oralment l'últim dia de classe. La memòria d'aquest projecte s'haurà de presentar en format electrònic al professor.

RESPECTE A L'EXAMEN DE REVALUACIÓ: Es podran presentar a la revaluació només els i les estudiants que hagin suspès l'assignatura (això vol dir obtenir una nota final de curs inferior a 5.0 punts sobre una escala de 10.0 punts). En cas d'aprovar l'examen de revaluació, la nota final de l'assignatura serà de 5.0 punts sobre una escala de 10.0 punts.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

### **Bàsica:**

- Díaz-González, F. ; Sumper, A. ; Gomis-Bellmunt, O.. Energy Storage in Power Systems. Malaysia: John Wiley and Sons, 2016. ISBN 9781118971321.