

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

Unitat responsable: 240 - ETSEIB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
Unitat que imparteix: 709 - EE - Departament d'Enginyeria Elèctrica  
Curs: 2019  
Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

### Professorat

Responsable: FRANCISCO DÍAZ-GONZÁLEZ  
Altres: FRANCISCO DÍAZ-GONZÁLEZ

### Horari d'atenció

Horari: Flexible.

### 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'aprenentatge 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

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

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 totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 120h	Hores grup petit:	30h	25.00%
	Hores activitats dirigides:	10h	8.33%
	Hores aprenentatge autònom:	80h	66.67%

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

### Continguts

<p><b>Introducció als sistemes elèctrics de potència i els mercats elèctrics</b></p>	<p>Dedicació: 26h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 10h 10m Aprentatge autònom: 10h 50m</p>
<p><b>Descripció:</b> 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.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> - La realització d'una activitat breu (E1), individual, a entregar via email al professor durant el curs.</p> <p><b>Objectius específics:</b> - 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.</p>	
<p><b>Tecnologies d'emmagatzematge d'energia</b></p>	<p>Dedicació: 52h</p> <p>Grup gran/Teoria: 10h Activitats dirigides: 20h 20m Aprentatge autònom: 21h 40m</p>
<p><b>Descripció:</b> 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.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).</p> <p><b>Objectius específics:</b> Adquirir coneixements sobre diversos sistemes d'emmagatzematge d'energia.</p>	

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

<p><b>Model de costos per a sistemes d'emmagatzematge d'energia</b></p>	<p>Dedicació: 11h Grup gran/Teoria: 2h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 5h</p>
<p><b>Descripció:</b> Desenvolupament i aplicació d'un model matemàtic per a avaluar els costos d'un sistema d'emmagatzematge d'energia.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).</p> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conèixer quins són els costos principals associats a la instal·lació i operació d'un sistema d'emmagatzematge.</li> <li>- Adquirir coneixements per a poder aplicar el model en un cas particular.</li> </ul>	
<p><b>Aplicacions dels sistemes d'emmagatzematge en xarxes elèctriques</b></p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 3h Activitats dirigides: 6h 30m Aprentatge autònom: 6h 30m</p>
<p><b>Descripció:</b> Presentació de les aplicacions que l'emmagatzematge d'energia pot proveir en les xarxes elèctriques.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).</p> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adquirir una visió general del potencial de l'emmagatzematge d'energia per a la modernització dels sistemes elèctrics.</li> </ul>	
<p><b>Regulació i models de negoci</b></p>	<p>Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 2h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p><b>Descripció:</b> 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.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).</p> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoure el caràcter innovador dels estudiants.</li> </ul>	

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

Reciclatge i reserves naturals	Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 2h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 4h
<p>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.</p> <p>Activitats vinculades: Treball d'abast ampli realitzat de forma individual o grupal (PA).</p>	

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

### Planificació d'activitats

Classes magistrals i conferències (CM)	Dedicació: 22h Grup gran/Teoria: 22h
Descripció: Conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants (presencial).	
Presentacions (PS)	Dedicació: 2h Grup gran/Teoria: 2h
Descripció: Avançar en el projecte de relativa extensió i abast (PA) amb l'assessorament del professor o professora (presencial).	
Tutories de treball teòric pràctic dirigit (TD)	Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 10h
Descripció: Avançar en el projecte de relativa extensió i abast (PA) amb l'assessorament del professor o professora.	
Treball d'abast reduït (PR)	Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 1h Activitats dirigides: 9h
Descripció: Dur a terme individualment un treball o treballs de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats (no presencial).	
Projecte o treball d'abast ampli (PA)	Dedicació: 41h Grup gran/Teoria: 1h Activitats dirigides: 40h
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).	
Estudi autònom (EA)	Dedicació: 40h Aprenentatge autònom: 40h
Descripció: Estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements (no presencial).	

## 820773 - EMGE - Emmagatzematge de l'Energia

### 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 de realització de les activitats

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 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.

### Bibliografia

Bàsica:

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