

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 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 SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2010). (Unitat docent Obligatòria)<br>MÀSTER PROPI EN ENERGIES RENOVABLES (Pla 2011). (Unitat docent Optativa)<br>MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2012). (Unitat docent Optativa)<br>MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)<br>MÀSTER UNIVERSITARI EN SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)<br>MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES ENERGÈTICS SOSTENIBLES (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)<br>MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa) |
| Crèdits ECTS:         | 5   |
| Idiomes docència:     | Anglès  |

### Professorat

Responsable: Gomis Bellmunt, Oriol

Altres: Gomis Bellmunt, Oriol

### Capacitats prèvies

Basic electrical and mechanical engineering  
Electrical circuits analysis

### Requisits

Basic electrical and mechanical engineering  
Electrical circuits analysis

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

- CEMT-1. Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com a font d'energia fins al seu ús com a servei energètic. Identificar, descriure i analitzar la situació i característiques dels diferents recursos energètics i dels usos finals de l'energia, en les seves dimensions econòmica, social i ambiental; i formular judicis valoratius.
- CEMT-2. Identificar i descriure els diferents components del sistema elèctric (producció, transport, distribució, mercats, contractació i consum) i avaluar les solucions tecnològiques utilitzades en la producció d'electricitat.
- CEMT-3. Avaluar l'impacte econòmic, social i ambiental de la producció, ús i gestió de l'energia, amb una visió holística del cicle de vida dels diferents sistemes. Reconèixer i valorar les novetats més destacables en els àmbits de l'eficiència energètica i l'ús racional de l'energia.
- CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com aplicar coneixements i criteris de valoració en el disseny i avaluació de solucions tecnològiques per a l'aprofitament de recursos renovables d'energia, tant per a sistemes aïllats com connectats a xarxa. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.
- CEMT-5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.

CEMT-6. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip elèctric més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions elèctriques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.

CEMT-7. Analitzar el comportament d'equips i instal·lacions en operació per tal d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a millorar l'eficiència energètica dels mateixos.

CEMT-8. Entendre, descriure i analitzar de forma clara i àmplia el funcionament dels mercats energètics i dur a terme la contractació de subministraments energètics de forma optimitzada.

CEMT-9. Dur a terme projectes relacionats amb la gestió de l'energia en diferents sectors productius i de serveis, reconeixent i valorant els avenços i novetats en aquest camp i aportant idees noves.

### Metodologies docents

#### Metodologies docents

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

- Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
- Classes participatives (CP): 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.
- Treball teòric-pràctic dirigit (TD): realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.
- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, 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.
- Activitats d'Avaluació (EV).

#### Activitats formatives:

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents activitats formatives:

#### Presencials

- Classes magistrals i conferències (CM): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants.
- Classes participatives (CP): participar en la resolució col·lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula.
- Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Treball teòric pràctic dirigit (TD): realitzar a l'aula una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.

#### No Presencials

- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): dur a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Projecte o treball d'abast ampli (PA): 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.
- Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

The course will focus on providing the knowledge and the tools needed to understand and analyze the interaction between renewable energies and power systems.

Specific objectives include covering the following topics:

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

- Analysis of power systems with a high penetration of renewables
- Grid integration of renewables
- Smart grids
- Grid codes
- Isolated and connected Microgrids
- HVDC Supergrids for offshore wind
- The role of energy storage and demand side management

At the end of the course the students will be able to:

- Understand how power systems interact with renewable energy systems
- Analyze power systems with a high penetration of renewables
- Understand how renewable energies can be efficiently integrated in power systems
- Understand the smart grid concept and the relevance of renewable energies in it
- Analyze and design microgrids
- Analyze and design supergrids for offshore wind power

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                             |     |        |
|-----------------------|-----------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 125h | Hores grup gran:            | 30h | 24.00% |
|                       | Hores activitats dirigides: | 15h | 12.00% |
|                       | Hores aprenentatge autònom: | 80h | 64.00% |

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

### Continguts

|   |   |
|---|---|
| <p>Introduction</p>   | <p>Dedicació: 11h<br/>Grup petit/Laboratori: 1h<br/>Aprentatge autònom: 10h</p> |
| <p>Descripció:<br/>The module provides an introduction to the field of renewable energies to the electrical power system. The main technologies, trends and challenges will be introduced.</p>  |   |
| <p>Grid support</p>   | <p>Dedicació: 26h<br/>Grup petit/Laboratori: 6h<br/>Aprentatge autònom: 20h</p> |
| <p>Descripció:<br/>The module introduces grid support from renewable energies, including frequency support, voltage support and power system stability support. The different relevant grid codes are presented. Additional support technologies as energy storage or FACTs (flexible AC transmission systems) are described.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Activity 1.</p> <p>Objectius específics:<br/>Voltage support, Frequency support, Grid codes, Energy storage, FACTS.</p> |   |
| <p>Supergrids</p>   | <p>Dedicació: 28h<br/>Grup petit/Laboratori: 8h<br/>Aprentatge autònom: 20h</p> |
| <p>Descripció:<br/>The Supergrid concept is presented. It allows integration of large amounts of renewable (as offshore wind), also interconnecting different power system. HVDC transmission systems are introduced and analyzed. Some relevant projects as Desertec, Medgrid, European Supergrid are presented.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Activity 2.</p>   |   |

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

|   |  |
|---|--|
| Microgrids  | Dedicació: 28h<br>Grup petit/Laboratori: 8h<br>Aprentatge autònom: 20h |
| <p>Descripció:<br/>The microgrid concept is presented. It allows integration of different renewable energy sources combined with energy storage devices in isolated or grid connected grids. Different microgrid example will be discussed and analyzed.</p> <p>Activitats vinculades:<br/>Activity 3</p> |  |

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

### Planificació d'activitats

|   |  |
|---|--|
| Grid support  | Dedicació: 12h<br>Grup petit/Laboratori: 2h<br>Aprentatge autònom: 10h |
| <p>Descripció:<br/>Simulations on grid support from renewables will be performed.</p> <p>Material de suport:<br/>Matlab Simulink</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:<br/>An activity report will be submitted.</p>  |  |
| Supergrids analysis   | Dedicació: 12h<br>Grup petit/Laboratori: 2h<br>Aprentatge autònom: 10h |
| <p>Descripció:<br/>A given power system of a Supergrid will be analyzed using standard tools for power system power flow analysis. Several offshore wind power plants will be included and analyzed.</p> <p>Material de suport:<br/>Offshore wind power plants, Power system parameters, generation parameters.</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:<br/>An activity report will be submitted.</p> |  |
| Microgrids  | Dedicació: 12h<br>Grup petit/Laboratori: 2h<br>Aprentatge autònom: 10h |
| <p>Descripció:<br/>After discussion with the instructor, a project on microgrids will be assigned and developed by the students with appropriate tutoring.</p> <p>Material de suport:<br/>to be defined</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:<br/>An activity report will be submitted. Oral presentation.</p>  |  |

## 820747 - IERXE - Integració d'Energies Renovables a la Xarxa Elèctrica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Freris, L. L. Renewable energy in power systems. Chichester, U.K: John Wiley & Sons, 2008. ISBN 9780470017494.

Jenkins, Nick. Embedded generation [en línia]. London: The Institution of Electrical Engineers, cop. 2000 [Consulta: 17/09/2018]. Disponible a: <<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10263818>>. ISBN 9780863419805.

Ackermann, Thomas (ed.). Wind power in power systems. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9780470974162.

Wind energy generation : modelling and control [en línia]. Chichester, U.K: John Wiley & Sons, 2009 [Consulta: 11/10/2016]. Disponible a: <<http://lib.myilibrary.com?id=234958>>. ISBN 9781282349582.

Van Hertem, Dirk ; Oriol Gomis-Bellmunt ; Jun Liang. HVDC grids for offshore and supergrid of the future. Hoboken, New Jersey: IEEE/Wiley, cop. 2016. ISBN 9781118859155.