**Nom assignatura**: Energia Renovable i Generació Distribuïda  
Energía Renovable y Generación Distribuida  
Renewable Energy and Distributed Generation

**Codi**: (A omplir pel centre)

**Crèdits ECTS**: 5

**Idioma d’impartació:** Anglès / Castellà

**Unitat responsable**: EUETIB – Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona

**Departament**: 709 Enginyeria Elèctrica

**Curs d’inici**: 2013/2014

**Titulacions**: Màster universitari en Enginyeria de l’Energia  
MSc EM Environomical Pathways for Sustainable Energy Systems - SELECT

**Responsable de l’assignatura**: Oriol Gomis-Bellmunt

|  |
| --- |
| **Requisits** |

Capacitats prèvies:

* Enginyeria bàsica elèctrica i mecànica.
* anàlisi de circuits elèctrics.

Requisits:

* No té requisits específics.

|  |
| --- |
| **Professorat** |

Professor Responsable: Oriol Gomis-Bellmunt

Professorat: Roberto Villafáfila, Agustí Egea, Andreas Sumper

Horari d’atenció: Es publicarà a la intranet docent.

|  |
| --- |
| **Metodologia** |

**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 pràctiques (PRAC): resolució individual o col·lectiva d'exercicis amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentacions: presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
* Laboratori/Taller (L/T): realització de dissenys, mesuraments, verificacions, etc.; i presentació dels resultats en forma oral o escrita 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 (presencial).
  + Classes pràctiques (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 (presencial).
  + Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts (presencial).
  + Laboratori / Taller (L/T): comprendre el funcionament d'equips, especificacions i documentació, realitzar dissenys, mesuraments, verificacions, etc., I presentar els resultats en forma oral o escrita 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 (presencial).
* 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 (no presencial).
  + 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 (no presencial).
  + Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements (no presencial).

**Dedicació prevista de l’estudiant**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **hores** |
| Classes teòriques i conferències (CTC) | 6 |
| Classes pràctiques (CP) | 20 |
| Pràctiques de laboratori o taller (L/T) | 4 |
| Presentacions (PS) | 0 |
| Total (Grup Gran/Mitjà/Petit) | **30** |
| Tutories de treballs teòric pràctics (TD) | 15 |
| Total AD (Activitats Dirigides) | **15** |
| Projecte, activitat o treball d’abast reduït (PR) | 20 |
| Projecte o treball d’abast ampli (PA) | 30 |
| Estudi autònom (EA) | 20 |
| Total AA (Aprenentatge Autònom) | **80** |
| TOTAL | **125** |

**Sistema de qualificació**

|  |  |
| --- | --- |
|  | % |
| Prova final escrita de control de coneixements. | 50 |
| Activitat 1 | 15 |
| Activitat 2 | 15 |
| Projecte | 20 |

**Normes de realització de les activitats**

Es publicaran a la intranet docent.

L'examen constarà de preguntes conceptuals i exercicis curts que inclouran els continguts teòrics i exercicis i activitats realitzades. Temps: 2 hores

|  |
| --- |
| **Objectius d’aprenentatge de l’assignatura** |

**Objectius**

El curs pretén proporcionar l’estudiant els coneixements i les eines necessàries per comprendre i analitzar la interacció entre les energies renovables i el sistemes energètics.

Els objectius específics inclouen cobrir següents temes:

* L'anàlisi de sistemes de potència amb una alta penetració de les energies renovables.
* Integració de l'energia renovable.
* Les xarxes intel·ligents.
* Codis de xarxa.
* Les microxarxes aïllades i connectades.
* Superxarxes HVDC per l'eòlica marina.
* El paper d'emmagatzematge d'energia i de la gestió de la demanda.

**Resultats de l’aprenentatge**

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

* Entén el rol de la generació distribuïda i de les xarxes intel·ligents en el context del sistema energètic mundial i regional, les seves connotacions econòmiques, socials i ambientals, així com l'impacte de les tecnologies en un context local i global.
* Coneix de les organitzacions rellevants, els principals projectes en l'àmbit internacional, les principals fonts d'informació i les normatives relacionades amb les tecnologies d’integració dels sistemes d’energia renovable a la xarxa elèctrica.
* Disposa dels elements d'anàlisi i coneixements necessaris per dur a terme un projecte, a escala d'enginyeria bàsica, relacionat amb el proveïment d'energia utilitzant les tecnologies d’integració dels sistemes d’energia renovable a la xarxa elèctrica. Específicament:
  + Entén com els sistemes d'energia interactuen amb els sistemes d'energia renovables.
  + És capaç d'analitzar els sistemes de potència amb una alta penetració de les energies renovables.
  + Entén com les energies renovables poden ser eficientment integrades en els sistemes d'energia.
  + Entén el concepte de xarxa intel·ligent i la importància de les energies renovables en el mateix.
  + És capaç d'analitzar i dissenyar microxarxes.
  + És capaç d'analitzar i dissenyar supergrids per l'energia eòlica marina.
* Coneix les principals línies de recerca en aquest àmbit i es capaç d’aportar noves idees.

|  |
| --- |
| **Competències** |

**BÀSIQUES I GENERALS**

CG1 Integrar i aplicar els coneixements matemàtics, analítics, científics, instrumentals, tecnològics i de gestió adquirits en la formació universitària, així com la seva capacitat de resolució de problemes, dins l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

CG3 Intervenir en processos de recerca, desenvolupament i innovació en l'àmbit de les tecnologies energètiques i de l'ús de l'energia en els sectors productius i de serveis, aportant nous coneixements, avenços tecnològics i solucions innovadores en equips de treball multidisciplinaris, nacionals o internacionals.

CG4 Analitzar de forma crítica les polítiques energètiques regionals, nacionals i supranacionals i saber aplicar la legislació en matèria energètica en qualsevol dels àmbits de l'enginyeria de l'energia i de la gestió energètica.

CG6 Dur a terme dictàmens i assessorament tècnic en l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

**ESPECÍFIQUES**

CE1 Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com, font d'energia fins al seu ús com 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.

CE4 Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic i 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 més noves en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.

CE6 Aplicar criteris tècnics i econòmics a 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 més noves en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.

CE7 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 d'aquests.

|  |
| --- |
| **Continguts** |

1. Introducció.

2. Suport a la xarxa elèctrica.

3. Superxarxes.

4. Microxarxes.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Introducció.** | **Dedicació**: | **2 h** |
| Classes teòriques i conferències | 2 h |
| Classes pràctiques | 0 h |
| Activitats dirigides | 0 h |
| Aprenentatge autònom | 0 h |
| **Descripció:**  El mòdul proporciona una introducció al camp de les energies renovables en el marc del sistema elèctric. S’introdueixen les principals tecnologies, tendències i reptes. | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant entengui el rol de la generació distribuïda i de les xarxes intel·ligents en el context del sistema energètic mundial i regional, les seves connotacions econòmiques, socials i ambientals, així com l'impacte de les tecnologies en un context local i global. | | |
| **Activitats vinculades:**  cap | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. Suport a la xarxa.** | **Dedicació**: | **30 h** |
| Classes teòriques i conferències | 2 h |
| Classes pràctiques | 4 h |
| Laboratori | 2 h |
| Activitats dirigides | 2 h |
| Aprenentatge autònom | 20 h |
| **Descripció:**  El mòdul introdueix suport de les energies renovables a la xarxa elèctrica, incloent el suport de freqüència, el suport de tensió i el suport d’estabilitat al sistema energètic. Es presenten els diferents codis de xarxa més rellevants. Es descriuen tecnologies de suport addicionals com l’emmagatzematge d'energia o els FACTS (flexible AC transmission systems) | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant comprengui els principis i característiques dels sistemes de suport de freqüència, de suport de tensió, de suport d’estabilitat al sistema energètic, d’emmagatzematge d'energia i els FACTS i sàpiga aplicar els conceptes i mètodes en la resolució de problemes d’aquest àmbit. | | |
| **Activitats vinculades:**  1. Suport a la xarxa elèctrica. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3. Superxarxes.** | **Dedicació**: | **32 h** |
| Classes teòriques i conferències | 2 h |
| Classes pràctiques | 4 h |
| Laboratori | 2 h |
| Activitats dirigides | 2 h |
| Aprenentatge autònom | 20 h |
| **Descripció:**  Es presenta el concepte de superxarxa, que permet la integració de grans quantitats de sistemes renovables (com l'eòlica marina), així com la interconnexió de diferents sistemes energètics. S’introdueixen i analitzen els sistemes de transmissió HVDC. Es presenten alguns projectes rellevants com Desertec, Medgrid, European Supergrid. | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant comprengui els principis i característiques dels sistemes de superxarxes i sàpiga aplicar els conceptes i mètodes en la resolució de problemes d’aquest àmbit. | | |
| **Activitats vinculades:**  2. Anàlisi de superxarxes. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **4. Microxarxes** | **Dedicació**: | **61 h** |
| Classes teòriques i conferències | 0 h |
| Classes pràctiques | 10 h |
| Laboratori | 0 h |
| Activitats dirigides | 2 h |
| Aprenentatge autònom | 40 h |
| **Descripció:**  Es presenta el concepte de microxarxa, que permet la integració de diferents fonts d'energia renovables, combinades amb dispositius d'emmagatzematge d'energia en les xarxes aïllades o connectades a xarxa. Es discutiran i analitzaran diferents exemples. | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant comprengui els principis i característiques de les microxarxes i sàpiga aplicar els conceptes i mètodes en la resolució de problemes d’aquest àmbit. | | |
| **Activitats vinculades:**  3. Projecte | | |

|  |
| --- |
| **Planificació d’activitats** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Suport de xarxa.** | **Dedicació**: | **24 h** |
| Classes teòriques i conferències | 0 h |
| Classes pràctiques | 0 h |
| Laboratori | 2 h |
| Activitats dirigides | 2 h |
| Aprenentatge autònom | 20 h |
| **Descripció:**  Es duran a terme simulacions de suport de xarxa amb energies renovables. | | |
| **Material:**  Matlab Simulink | | |
| **Lliurament:**  Informe de l’activitat. | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant sigui capaç de dur a terme simulacions amb el corresponent anàlisi dels resultats. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. Anàlisi de superxarxes.** | **Dedicació**: | **24 h** |
| Classes teòriques i conferències | 0 h |
| Classes pràctiques | 0 h |
| Laboratori | 2 h |
| Activitats dirigides | 2 h |
| Aprenentatge autònom | 20 h |
| **Descripció:**  S'analitzarà un sistema d'energia donat d'una súperxarxa emprant eines estàndard per a l'anàlisi de flux de potència d’un sistema energètics. S’inclouran i analitzaran diverses plantes d'energia eòlica marina. | | |
| **Material:**  Plantes d'energia eòlica offshore, paràmetres de potència del sistema, paràmetres de generació. | | |
| **Lliurament:**  Informe de l’activitat. | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant sigui capaç de dur a terme simulacions amb el corresponent anàlisi dels resultats. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3. Projecte** | **Dedicació**: | **51 h** |
| Classes teòriques i conferències | 0 h |
| Classes pràctiques | 0 h |
| Laboratori | 0 h |
| Activitats dirigides | 11 h |
| Aprenentatge autònom | 40 h |
| **Descripció:**  Realització d’un projecte tutoritzat. | | |
| **Material:**  A definir en funció de la temàtica del projecte. | | |
| **Lliurament:**  Memòria del projecte i presentació oral. | | |
| **Objectius específics:**  Que l’estudiant adquireixi i demostri les habilitats necessàries per dur a terme un projecte, a escala d'enginyeria bàsica, relacionat amb el proveïment d'energia utilitzant les tecnologies d’integració dels sistemes d’energia renovable a la xarxa elèctrica | | |

|  |
| --- |
| **Bibliografia** |

**Bàsica**:

* Materials del curs.

**Complementària**:

* Renewable energy in power systems, L. L. Freris, D.Infield, John Wiley and Sons, 2008
* Embedded Generation, N. Jenkins, R. Allan, P. Crossley, D. Kirschen and G. Strbac., The Institution of Electrical Engineers, 2000
* Wind Turbine Operation in Electric Power Systems: Advanced Modeling, Zbigniew Lubosny, Springer Verlag, 2003
* Wind Power in Power Systems, Thomas Ackermann (Editor), Wiley, 2005
* Wind energy generation: Modelling and Control, O. Anaya-Lara, N. Jenkins, J. Ekanayake, P. Cartwright, M. Hughes, John Wiley and Sons, 2009
* Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems, R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodriguez, F. Blaabjerg, John Wiley and Sons, 2011

**Enllaços relacionats:**

* EolicCat http://www.eoliccat.net/
* Asociación Empresarial Eólica http://www.aeeolica.es/
* British Wind Energy Association http://www.bwea.com/
* Danish Wind Industry Association http://www.vindselskab.dk/en/core.htm
* German Wind Energy Association http://www.wind-energie.de/en/
* European Wind Energy Association http://www.ewea.org/
* American Wind Energy Association http://www.awea.org/
* Chinese Wind Energy Association http://www.cwea.org.cn/main.asp
* World Wind Energy Association http://www.wwindea.org/
* International Energy Agency  http://www.iea.org/
* International Renewable Energy Agency http://www.irena.org/