**Nom assignatura**: ACCIONAMENTS ELÈCTRICS D’ELEVAT RENDIMENT I BAIX IMPACTE AMBIENTAL (AEERBIA)

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

**Crèdits ECTS**: 5

**Idioma d’impartació: CAT/CAS/ANG**

**Unitat responsable**: 240 – ETSEIB – Escola Tècnica Superior d’Enginyeria Industrial de Barcelona

**Departament**: Enginyeria Elèctrica.

**Curs d’inici**: 2013/2014

**Titulacions**: Màster Universitari en Enginyeria de l’Energia

**Responsable de l’assignatura**: Pere Andrada Gascón.

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

Capacitats prèvies: Tenir coneixements bàsics de màquines i accionaments elèctrics.

Requisits:

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

Professor Responsable: Pere Andrada Gascón.

Professorat: Pere Andrada Gascón, , Balduí Blanqué Molina, José Ignacio Perat Benavides, Marcel Torrent Burgués.

Horari d’atenció: A determinar cada quadrimestre.

|  |
| --- |
| **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 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.
* 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 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 (presencial).
	+ Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts (presencial).
	+ 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) | 16 |
| Classes pràctiques (CP) | 6 |
| Pràctiques de laboratori o taller (L/T) | 6 |
| Presentacions (PS) | 2 |
| 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) | 6 |
| Projecte o treball d’abast ampli (PA) | 24 |
| Estudi autònom (EA) | 50 |
| Total AA (Aprenentatge Autònom) | **80** |
| TOTAL | **125** |

**Sistema de qualificació**

|  |  |
| --- | --- |
|  | % |
| Prova escrita de control de coneixements (PE). | 40 |
| Prova oral de control de coneixements (PO). | 0 |
| Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR).  | 50 |
| Assistència i participació en classes i laboratoris (AP). | 5 |
| Qualitat i rendiment del treball en grup (TG) | 5 |

**Normes de realització de les activitats**

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

**Objectius**

* Conèixer els diferents tipus d’accionaments elèctrics.
* Analitzar les pèrdues en els motors i accionaments elèctrics.
* Estudiar l’estalvi energètic dels motors i dels accionaments elèctrics.
* Donar una metodologia per l’anàlisi del cicle de vida de motors i accionaments elèctrics.
* Introduir càlculs econòmics per avaluar els estalvis energètics i l’impacte ambiental dels motors i accionaments elèctrics.
* Estudiar en profunditat els accionaments amb motors d’inducció trifàsics d’elevat rendiment.
* Mostrar el potencial dels motors sense escombretes (brushless) amb imants permanents i de reluctància com accionaments d’elevat rendiment.

**Resultats de l’aprenentatge**

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

* Avaluarà l’impacte econòmic, social i mediambiental de l’ús de l’energia en els accionaments elèctrics.
* Aplicarà l’anàlisi del cicle de vida dels diferents accionaments elèctrics.
* Avaluarà l’eficiència energètica dels diferents accionaments elèctrics i les possibilitats de millora d’aquesta eficiència.
* Coneixerà les polítiques energètiques i la normativa que té influència sobre l’ús racional de l’energia en general i en els accionaments elèctrics en particular.

|  |
| --- |
| **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.** ACCIONAMENTS ELÈCTRICS. | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | 2 h |
| Classes pràctiques | 1 h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 6 h |
| **Descripció:**1. Definició. Constitució.
2. Tipus d’accionaments elèctrics. Classificació.
3. Aplicacions segons el rang de potència.
 |
| **Objectius específics:** 1. Descriure les diferents parts constitutives dels accionaments elèctrics. Conèixer les aplicacions dels accionaments elèctrics en els diferents rangs de potències.
 |
| **Activitats vinculades:**1. Classe de problemes dirigida a realitzar a l’aula.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2.** CONSIDERACIONS D’EFICIÈNCIA ENERGÈTICA, MEDIAMBIENTALS I ECONÒMIQUES EN ELS ACCIONAMENTS ELÈCTRICS. | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | 3 h |
| Classes pràctiques | 1 h |
| Activitats dirigides | 2 h |
| Aprenentatge autònom | 10 h |
| **Descripció:**1. Avaluació de pèrdues. Rendiment.
2. Possibilitats de millora del rendiment.
3. Velocitat variable i l’estalvi energètic.
4. Consideracions ambientals. Anàlisis del cicle de vida (LCA).
5. Metodologies de LCA: MEERP (Methodology for the Eco-Design of Energy Related Products).
6. Directiva Europea (EuP 2005/32/EC).
7. Consideracions econòmiques (Payback, VAN, TIR).
 |
| **Objectius específics:** 1. Identificar els diferents paràmetres d’influència en l’estalvi energètic de motors i accionaments elèctrics.
2. Conèixer els diferents tipus de pèrdues existents en els motors i accionaments elèctrics.
3. Utilitzar la metodologia d’anàlisi del cicle de vida en motors i accionaments elèctrics.
4. Aplicar la metodologia d’anàlisi del cicle a diferents tipus de motors i accionaments elèctrics.
 |
| **Activitats vinculades:**1. Pràctica: Aplicació de la metodologia MEERP al cas d’un accionament elèctric.
2. Classe de problemes dirigida a realitzar a l’aula.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3.** ACCIONAMENTS AMB MOTOR D’INDUCCIÓ (IM). | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | 4 h |
| Classes pràctiques | 2 h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 12 h |
| **Descripció:**1. Motors d’inducció trifàsics. Anàlisi de pèrdues.
2. Classes d’eficiència energètica (IEC: IE1, IE2, IE3, IE4; NEMA: EPACT, Premium).
3. Determinació del rendiment. Assaigs. International Standards (IEC 60034-2-1, IEEE Std. 112).
4. Accionaments amb motors d’inducció: estratègies per millorar el rendiment.
 |
| **Objectius específics:** 1. Estudiar i mostrar el potencial dels accionaments amb motor d’inducció trifàsic com accionaments d’elevat rendiment.
 |
| **Activitats vinculades:**1. Classe de problemes dirigida a realitzar a l’aula.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **4.** ACCIONAMENTS SENSE ESCOMBRETES (BRUSHLESS) AMB IMANTS PERMANENTS. | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | 4 h |
| Classes pràctiques | 1 h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 10 h |
| **Descripció:**1. Accionaments sense escombretes amb imants permanents. Classificació.
2. Motors síncrons amb imants permanents (PMSM). Constitució i principi de funcionament.
3. Anàlisis de pèrdues i estratègies de control.
4. Motors de corrent continu sense escombretes (BDCM). Constitució i principi de funcionament.
5. Anàlisis de pèrdues i estratègies de control.
 |
| **Objectius específics:** Estudiar i mostrar el potencial dels accionaments amb motor d’imants permanents com accionaments d’elevat rendiment. |
| **Activitats vinculades:**1. Classe de problemes dirigida a realitzar a l’aula.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **5.** ACCIONAMENTS DE RELUCTÀNCIA | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | 3 h |
| Classes pràctiques | 1 h |
| Activitats dirigides | 4 h |
| Aprenentatge autònom | 12 h |
| **Descripció:**1. Accionaments de reluctància. Classificació.
2. Accionaments amb motor síncron de reluctància (SyncREL). Constitució i principi de funcionament.
3. Anàlisis de pèrdues i estratègies de control.
4. Accionaments amb motor de reluctància autocommutat (SRM). Constitució i principi de funcionament.
5. Anàlisis de pèrdues i estratègies de control.
 |
| **Objectius específics:** 1. Estudiar i mostrar el potencial dels accionaments amb motor de reluctància com accionaments d’elevat rendiment.
 |
| **Activitats vinculades:**1. Pràctica: Modelat i simulació de motors de Reluctància Autoconmutats.
2. Pràctica: Motors de reluctància. Principi de funcionament. Estratègies de control.
3. Classe de problemes dirigida a realitzar a l’aula.
 |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Classes de problemes dirigides a realitzar a l’aula.** | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 6 h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | h |
| **Descripció:** Realització d’exercicis d’aplicació a l’aula. |
| **Material:** Edició d’una col.lecció d’exercicis per resoldre. |
| **Lliurament:** Entrega dels exercicis resolts a la mateixa aula en acabar l’activitat. |
| **Objectius específics:** Posar en pràctica les expressions estudiades a les classes teòriques. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. Pràctiques.** | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 6 h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | h |
| **Descripció:** Realització de pràctiques utilitzant eines informàtiques de càlcul i/o simulació. |
| **Material:** Ordinadors i programes específics de simulació. |
| **Lliurament:** Entrega d’informes de la tasca realitzada. |
| **Objectius específics:** Conèixer les possibilitats i el potencial de diferents eines de càlcul i de simulació aplicades als accionaments elèctrics. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3. Treball en grup.** | **Dedicació**:  | **h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | 15 h |
| Aprenentatge autònom | 24 h |
| **Descripció:** Realització d’un estudi sobre algun aspecte relacionat amb la millora del rendiment o de l’impacte ambiental d’un accionament específic (a escollir entre els accionaments estudiats a classe). |
| **Material:** Bibliografia específica per la realització del treball (articles en revistes i/o congressos, pàgines web,...). |
| **Lliurament:** Entrega del treball a final de quadrimestre. Defensa pública del treball davant la resta d’estudiants a classe. |
| **Objectius específics:** Desenvolupar el treball en grup aplicant i ampliant alguns dels coneixements impartits, redactant una memòria on s'expliqui el plantejament del treball, els resultats i les conclusions. |

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

**Bàsica**:

* I.Boldea, S:A: Nasar. “Electric Drives”. CRC Press, Inc. 2n Edition 2005.
* “Energy efficiency improvements in electric motors and drives”. Edited by Paolo Bertoldi, Anibal T. De Almeida, and Hugh Falkner. Springer 2000.
* http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/eco\_design\_en.htm
* http://lca.jrc.ec.europa.eu/
* Boldea, S.A. Nasar. “The induction machine handbook”. CRC Press, 2002.
* A T. de Almeida, F.J.T.E. Ferreira, J. Fong, P. Fonseca. “EUP Lot 11 Motors - FINAL”- February 2008.
* http://www.motorsystems.org/

**Complementària**:

* Duane Hanselman. “Brushless permanent magnet motor design”, 2nd Edition. The Writer’s Collective, 2003.
* T.J.E. Miller. “Brushless Permanent-Magnet and Reluctance Motor Drives”. Oxford Science Publications, 1989.
* R.Krishnan. “Switched reluctance motor drives”. CRC Press, Boca Ratón 2001.