



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT
**MÀQUINES ELÈCTRIQUES A LA
INDÚSTRIA**

Coordinació: GREGORIO LÓPEZ, EDUARD

Any acadèmic 2019-20

Informació general de l'assignatura

Denominació	MÀQUINES ELÈCTRIQUES A LA INDÚSTRIA			
Codi	14538			
Semestre d'impartició	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Màster Universitari en Enginyeria Industrial (R 2014)	2	OPTATIVA	Presencial
Nombre de crèdits assignatura (ECTS)	6			
Tipus d'activitat, crèdits i grups	Tipus d'activitat	PRAULA	TEORIA	
	Nombre de crèdits	3	3	
	Nombre de grups	1	1	
Coordinació	GREGORIO LÓPEZ, EDUARD			
Departament/s	ENGINYERIA AGROFORESTAL			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	60 h presencials (40%) 90 h treball autònom (60%)			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Anglès			
Horari de tutoria/lloc	A concertar amb el professor.			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
GREGORIO LÓPEZ, EDUARD	eduard.gregorio@udl.cat	6	A concertar

Informació complementària de l'assignatura

En aquesta assignatura es presenten les màquines elèctriques més utilitzades en la indústria (transformadors, motors d'inducció, generadors, motors de contínua). Per cada màquina, s'explica el seu principi de funcionament, les característiques més rellevants i els càlculs necessaris per determinar els principals paràmetres operatius. És recomanable disposar de coneixements bàsics de teoria de circuits.

Es tracta d'una assignatura optativa que es cursa el 2on quadrimestre del 2n curs del Màster en Enginyeria Industrial. D'acord amb l'estructura del títol, aquesta assignatura pertany al Mòdul de formació optativa, i a l'Optativitat de Sistemes Energètics, juntament amb l'assignatura "Anàlisi d'Equips Tèrmics Industrials".

És **OBLIGATORI** que els estudiants portin els següents equips de protecció individual (EPI) a les pràctiques docents.

- Bata laboratori UdL unisex
- Ulleres de protecció
- Guants de protecció mecànica

Poden adquirir-se a través de la botiga Údels de la UdL:

Carrer de Jaume II, 67 baixos
Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera

<http://www.publicacions.udl.cat/>

L'ús d'altres equips de protecció (per exemple taps auditius, mascaretes respiratòries, guants de risc químic o elèctric, etc.) dependrà del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el personal docent responsable informará si és necessari la utilització d'EPI's específics.

No portar els EPI's descrits o no complir les normes de seguretat generals que es detallen a sota comporta que l'estudiant no pugui accedir als laboratoris o hagi de sortir del mateixos. La no realització de les pràctiques docents per aquest motiu comporta les **conseqüències en l'avaluació** de l'assignatura que es descriuen en aquesta guia docent.

NORMES GENERALS DE SEGURETAT EN LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

- Mantenir el lloc de realització de les pràctiques net i ordenat. La taula de treball ha de quedar lliure de motxilles, carpetes, abrics...
- En el laboratori no es pot anar amb pantalons curts ni faldilles curtes.
- Portar calçat tancat i cobert durant la realització de les pràctiques.
- Portar el cabell llarg sempre recollit.
- Mantenir les bates cordades per protegir enfront d'esquitxades i vessaments de substàncies químiques.
- No portar polseres, penjolls o mànigues amples que puguin ser atrapats pels equips, muntatges...

- Evitar portar lents de contacte, ja que l'efecte dels productes químics és molt més gran si s'introdueixen entre la lent de contacte i la còrnia. Es pot adquirir un cobre-ulleres de protecció.
- No menjar ni beure dins el laboratori.
- Està prohibit fumar dins dels laboratoris.
- Rentar-se les mans sempre que es tingui contacte amb algun producte químic i abans de sortir del laboratori.
- Seguir les instruccions del professor i dels tècnics de laboratori i consultar qualsevol dubte sobre seguretat.

Per a major informació es pot consultar el manual d'acollida del Servei de Prevenció de Riscos Laborals de la UdL que es troba a: <http://www.spri.udl.cat/alumnes/index.html>

Objectius acadèmics de l'assignatura

Dotar als alumnes dels coneixements, així com de les tècniques, eines, destreses i habilitats necessàries per poder desenvolupar eficaçment les activitats professionals relacionades amb la selecció i aplicació de màquines elèctriques. L'assoliment d'aquest objectiu general es concreta en:

- Identificar les principals màquines elèctriques utilitzades en la indústria.
- Calcular circuits elèctrics monofàsics i trifàsics.
- Calcular i seleccionar transformadors monofàsics i trifàsics per una aplicació.
- Calcular i seleccionar motors d'inducció per una aplicació.
- Programar un variador de freqüència per controlar un motor d'inducció.
- Calcular i seleccionar generadors síncrons per una aplicació.
- Calcular i seleccionar motors de continua per una aplicació.
- Implementar diferents connexions elèctriques en laboratori a partir d'un esquema.

Competències

Competències Generals segons Ordre CIN/311/2009 i criteris EPS:

- CG3 Capacitat de transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- CG4 Capacitat de concebre, dissenyar i implementar projectes i / o aportar solucions noves, utilitzant eines pròpies de l'enginyeria.

Competències Bàsiques segons Reial decret 861/2010 i Ordre CIN/311/2009:

- CG7 Projectar, calcular i dissenyar productes, processos, instal·lacions i plantes.
- CG9 Realitzar recerca, desenvolupament i innovació en productes, processos i mètodes.

Competències Específiques segons Ordre CIN/311/2009:

- CE1 Coneixement i capacitat per a l'anàlisi i disseny de sistemes de generació, transport i distribució d'energia elèctrica.

Competències transversals aprovades per la Comissió Plenària dels Graus d'Enginyeria Industrial, Enginyeria Informàtica i Enginyeria de l'Edificació, reunida el 16 de Juny de 2008:

- CT1 Tenir una correcta expressió oral i escrita.
- CT2 Dominar una llengua estrangera.

Continguts fonamentals de l'assignatura

1. Principis de les màquines elèctriques.

- 1.1 Introducció a les màquines elèctriques.
- 1.2 Revisió: moviment rotacional i potència.
- 1.3 El camp magnètic.
- 1.4 La llei de Faraday.
- 1.5 Producció d'una força induïda en un conductor.
- 1.6 Tensió induïda en un conductor que es desplaça dins un camp magnètic.
- 1.7 Potència activa, reactiva i aparent en circuits de ca.
- A.1 Generació de tensions i corrents trifàsiques.
- A.2 Tensions i corrents en un circuit trifàsic.
- A.3 Relacions de potència en un circuit trifàsic.
- A.4 Anàlisi de sistemes trifàsics equilibrats.
- A.5 *Diagrames unifilars.*
- A.6 Utilització del triangle de potència.

2. Transformadors.

- 2.1 Importància dels transformadors.
- 2.2 Tipus i construcció dels transformadors.
- 2.3 El transformador ideal.
- 2.4 Circuit equivalent del transformador.
- 2.5 Sistema de mesures per unitat.
- 2.6 Regulació de tensió i rendiment d'un transformador.
- 2.7 Tomes d'un transformador.
- 2.8 L'autotransformador.
- 2.9 Transformadors trifàsics.
- 2.10 Transformadors de mesura.

3. Motors d'Inducció.

- B.1 El camp magnètic rotatiu.
- B.2 Tensió induïda en màquines de ca.
- B.3 Parell induït en màquines de ca.
- 3.1 Construcció del motor d'inducció.
- 3.2 Conceptes bàsics del motor d'inducció.
- 3.3 Circuit equivalent del motor d'inducció.
- 3.4 Potència i parell en motors d'inducció.

3.5 *Característiques parell-velocitat d'un motor d'inducció.*

3.6 Variacions en les característiques parell-velocitat.

3.7 Arrencada de motors d'inducció.

3.8 *Control de velocitat en motors d'inducció.*

3.9 *Variadors de freqüència.*

4. Màquines Síncrones.

4.1 Introduccio: màquines síncrones.

4.2 Construcció de màquines síncrones.

4.3 La tensió interna generada.

4.4 Circuit equivalent d'un generador síncron.

4.5 Diagrama fasorial d'un generador síncron.

4.6 Potència i parell en generadors síncrons.

4.7 El generador síncron treballant sol.

5. Motors de corrent contínua.

5.1 Introducció: motors de corrent contínua.

5.2 Circuit equivalent d'un motor de corrent contínua.

5.3 Motors cc d'excitació separada i en derivació.

5.4 Motor cc d'imants permanents.

5.5 Motor cc sèrie.

5.6 Motor cc compost.

Eixos metodològics de l'assignatura

- **Classes magistrals:** es realitzen classes d'exposició de la teoria i de resolució de problemes a la pissarra.
- **Classes de problemes:** els estudiants resolen problemes de forma autònoma durant aquestes sessions sota la supervisió del professorat de l'assignatura.
- **Entrega d'exercicis:** els estudiants entreguen la resolució d'exercicis proposats pel professor (a realitzar a classe o a casa), qui el corregeix i el retransmet a l'estudiant.
- **Pràctiques en laboratori:** muntatge i control de màquines i circuits elèctrics utilitzant el material disponible al laboratori. És imprescindible que els estudiants portin els EPIs indicats en cada pràctica i segueixin les normes de prevenció de riscos que s'especifiquin en cada cas.
- **Examen:** es realitzaran dues proves escrites durant el quadrimestre. També hi ha una prova recuperatòria final.

Pla de desenvolupament de l'assignatura

Setmana	Metodologia	Temari	Hores presencials	Hores treball autònom

1-3	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	1. Principis de les màquines elèctriques	10	15
3-5	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	2. Transformadors	8	12
5-10	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	3. Motor d'inducció	10	15
8	Pràctiques en laboratori	3. Motor d'inducció	4	6
9	1ª prova d'avaluació (examen)	1. Principis de les màquines elèctriques 2. Transformadors	2	
11-13	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	4. Màquines síncrones	6	9
10-15	Pràctiques en laboratori	2. Transformador 3. Motor d'inducció 4. Màquines síncrones 5. Motor de contínua	10	15
14-15	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	5. Motor de contínua	4	6
16 i 17	2ª prova d'avaluació (examen)	3. Motor d'inducció 4. Màquines síncrones 5. Motor de contínua	2	
19	Prova de recuperació (examen)	Tot el temari de l'assignatura	2	

Sistema d'avaluació

Activitats d'avaluació	%	Dates
PA 1. Examen escrit	40	Setmana 9
PA 2. Examen escrit	40	Setmanes 16 i 17
Exercicis a classe i a casa	10	Al llarg del curs
Pràctiques en el laboratori	10	Al llarg del curs
Examen escrit de recuperació	80	Setmana 19

Pautes d'avaluació de l'assignatura.

Nota d'exàmens

- En las setmanes 9a i 16/17a es realitzen les proves d'avaluació programades (exàmens escrits) PA1 i PA2. Cadascuna d'aquestes proves té un pes d'un 40% sobre la nota final de l'assignatura.
- Per superar l'assignatura cal tenir una nota final de 5 i simultàniament una nota igual o superior a 3 de cadascun dels blocs (PA1 i PA2).
- En la 19a setmana es podrà recuperar/millorar nota de l'assignatura mitjançant la realització d'un examen escrit. L'alumne podrà recuperar/millorar nota dels dos blocs de l'assignatura o be, d'un únic bloc. Per superar l'assignatura, és necessària una nota final de 5 i simultàniament tenir una nota igual o superior a 3 de cadascun d'aquests blocs.

Nota d'exercicis

- Al llarg del curs es proposaran diferents exercicis a resoldre a classe o a casa i que s'hauran de lliurar en la data establerta. La nota d'exercicis representa un 10% de la nota final de l'assignatura.
- La nota d'exercicis no es pot recuperar/millorar mitjançant la realització d'una altra activitat de recuperació.

Nota de pràctiques i treball d'aplicació

- Al llarg del curs es realitzaran diferents pràctiques de laboratori. La nota de pràctiques representa un 10% de la nota final de l'assignatura.
- L'assistència a les pràctiques de laboratori i el lliurament dels informes corresponents és obligatori. La nota de pràctiques no es pot recuperar/millorar mitjançant la realització d'una altra activitat de recuperació.

Bibliografia i recursos d'informació

Bibliografia bàsica

- Stephen J. Chapman, "Máquinas Eléctricas", 5a edición, McGraw-Hill, 2012.
- Jesús Fraile Mora, "Máquinas Eléctricas", 6a edición, McGraw-Hill, 2008.

Bibliografia complementària

- Jesús Fraile Mora y Jesús Fraile Ardanuy, "Problemas de Máquinas Eléctricas", McGraw-Hill, 2005.
- Pedro Ponce Cruz y Javier Sampé López, "Máquinas Eléctricas y Técnicas Modernas de Control", Alfaomega, 2008.
- Guzmán Díaz González, Arsenio Barbón Álvarez y Javier Gómez-Aleixandre Fernández, "Variación de la Velocidad de los Motores Eléctricos", Universidad de Oviedo, 2002.

Adaptacions a la metodologia degudes al COVID-19

- **Classes per videoconferència:** es realitzen classes d'exposició de la teoria i de resolució de problemes per videoconferència.
- **Software de simulació:** resolució de problemes de màquines elèctriques utilitzant software específic (MATLAB).
- **Treballs:** completen l'estudi dels diferents tipus de màquines elèctriques presentades en l'assignatura mitjançant la realització de diverses tasques: resolució de problemes, programació amb software específic, cerca bibliogràfica, entre altres.
- **Tutories:** utilitzant les eines del Campus Virtual (videoconferència, xat) i mitjançant correu electrònic.

Adaptacions al pla de desenvolupament degudes al COVID-19

Setmana	Metodologia	Temari
1-3	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	1. Principis de les màquines elèctriques

3-5	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	2. Transformadors
5-9	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	3. Motor d'inducció
9	Pràctica online	3. Motor d'inducció
11	Presentació del Treball 1	1. Principis de les màquines elèctriques 2. Transformadors
10-12	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	4. Màquines síncrones
13-15	Classes magistrals Classes de problemes Entrega d'exercicis	5. Motor de contínua
13	Presentació del Treball 2	3. Motor d'inducció 4. Màquines síncrones 5. Motor de contínua
15	Pràctica online	4. Màquines síncrones

Adaptacions a l'avaluació degudes al COVID-19

Activitats d'avaluació	%
Treball 1. Temes 1 i 2.	30
Treball 2. Temes 3, 4 i 5.	30
Exercicis lliurats	30
Pràctiques online	10

Pautes d'avaluació de l'assignatura.

- Per superar l'assignatura cal tenir una nota final de 5.
- En cas de no aprovar Treball 1 (30%), l'estudiant tindrà la possibilitat de recuperar-lo mitjançant la realització d'un treball complementari que el professor plantegi.
- En cas de no aprovar el Treball 2 (30%), l'estudiant tindrà la possibilitat de recuperar-lo mitjançant la realització d'un treball complementari que el professor plantegi.
- Al llarg del curs es proposarà la realització de diferents exercicis que s'hauran de lliurar en la data establerta. En cas de no aprovar la nota global d'exercicis (30%), l'estudiant tindrà la possibilitat de recuperar-la mitjançant la realització d'aquells exercicis que el professor indiqui.
- La nota de pràctiques online representa un 10% de la nota final de l'assignatura.