



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

CARACTERÍSTICAS GENERALES*

Tipo: Formación básica, Obligatoria, Optativa

Trabajo de fin de grado, Prácticas externas

Duración: Cuatrimestral

Semestre/s: 3

Número de créditos ECTS: 4

Idioma/s: Catalán, Castellano, Inglés

DESCRIPCIÓN

BREVE DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN (del sentido de la asignatura en relación a los estudios. Entre 100 y 200 palabras.)

La presente asignatura se divide en dos bloques. El primero de ellos está enfocado al estudio de los dispositivos semiconductores de potencia (diodos, tiristores, IGBTs, etc.), que son los elementos de los que están constituidos los convertidores de potencia (rectificadores, inversores, etc.), cuya estructura y funcionamiento se estudia en segundo lugar. En el segundo bloque se tratan los temas relacionados con el control de las máquinas eléctricas convencionales (máquina de corriente continua, máquina de inducción y máquina síncrona). Al finalizar cada tema, se analiza el comportamiento de cada máquina por medio de simulación informática. Por último, se estudia el control de un inversor trifásico conectado a la red eléctrica. Los inversores han ido cobrando una notable importancia durante los últimos años debido a la penetración de las energías renovables en la red eléctrica, así como al desarrollo de las denominadas redes inteligentes o *smart grids*.

COMPETENCIAS (de la asignatura puestas en relación con las competencias preasignadas en la materia.)

Competencias básicas:

1. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación [CB6].
2. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio [CB7].
3. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios [CB8].
4. Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc. [CG1].

5. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial [CG7].

Competencias transversales:

1. Capacidad de utilizar el inglés como idioma de trabajo [T2].

Competencias específicas:

1. Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica [E1].
2. Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial [E7].
3. Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos [E8].
4. Conocimiento y capacidades para proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad [E20].

REQUISITOS PREVIOS* (módulos, materias, asignaturas o conocimientos necesarios para el seguimiento de la asignatura. Pueden hacerse constar asignaturas que deben haberse cursado.)

Teoría de circuitos. Electrónica. Máquinas eléctricas.

CONTENIDOS (como relación de los apartados que constituyen el temario de la misma, hasta un detalle de segundo nivel.)

Parte 1. Electrónica de potencia

Tema 1. Dispositivos semiconductores de potencia

1. Introducción
2. Diodos
3. Tiristores
4. GTOs
5. BJTs
6. MOSFETs
7. IGBTs
8. MCTs

Tema 2. Convertidores electrónicos de potencia

1. Introducción
2. Rectificadores (CA a CC)
3. Rectificadores controlados

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

4. Inversores (CC a CA)
5. Troceadores o *choppers* (CC a CC)
6. Cicloconvertidores (CA a CA)

Parte 2. Control de máquinas y accionamientos eléctricos

Tema 3. Introducción a los accionamientos eléctricos

Tema 4. Control de la máquina de corriente continua

1. Modelo de la máquina de continua
2. Control de velocidad con rectificadores controlados
3. Control de velocidad con *choppers*
4. Control a lazo cerrado
5. Aplicación: control de velocidad en Simulink

Tema 5. Control de la máquina de inducción

1. Modelo de la máquina de inducción
2. Control de la tensión del estátor
3. Control tensión-frecuencia (control escalar)
4. Resistencia adicional en el rotor
5. Máquina de inducción doblemente alimentada
6. Control vectorial
7. Aplicación: control de velocidad en Simulink

Tema 6. Control de la máquina síncrona

1. Modelo de la máquina síncrona
2. Regulación de velocidad en lazo abierto
3. Regulación de velocidad en lazo cerrado
4. Aplicación: control de velocidad en Simulink

Tema 7. Control del inversor trifásico

1. Modelo en componentes abc
2. Transformación de *Park*
3. Modelo en componentes dq
4. Control de corriente
5. Control de tensión
6. Sintonización de los controladores PI
7. PWM senoidal
8. Referencias de corriente y límites
9. Esquema completo del control

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

METODOLOGÍA

ACTIVIDADES FORMATIVAS* (Completar la tabla relacionando actividades, carga de trabajo, en créditos ECTS, y competencias.)

Actividades formativas	Créditos ECTS	Competencias
Sesiones de exposición de conceptos	1,5	CB6, CG1, CG7, T2, E1, E20
Sesiones de resolución de ejercicios, problemas y casos	0,5	CB7, CB8, E7, E8
Seminarios	-	-
Actividades obligatorias despacho profesor	-	-
Trabajo práctico / laboratorio	0,5	CB6, CB7, CB8, T2, E7, E8, E20
Presentaciones	0,2	CB7, CB8, CG1, T2, E7, E8
Actividades de estudio personal por parte de los estudiantes	0,8	CB7, CB8, CG7, T2, E7, E8
Actividades de evaluación (exámenes, controles de seguimiento...)	0,5	CB6, CB7, CB8, CG1, CG7, E1, E7, E8, E20
TOTAL	4,0	

EXPLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA (justificando los métodos didácticos usados en relación a las competencias y los contenidos de la asignatura. Entre 100 y 200 palabras.)

La asignatura se imparte realizando clases teóricas, en las cuales el profesor expone los contenidos básicos de cada tema e intercala clases de problemas, en las cuales los alumnos deben afianzar los conocimientos y métodos impartidos en las clases teóricas. Se recomienda que el alumno asista a la clase habiendo realizado una primera lectura del material docente utilizado por el profesor, el cual se encontrará disponible en el Campus Virtual. Las sesiones de teoría y de problemas se complementarán con sesiones prácticas, en las cuales el alumno realizará simulaciones por ordenador y/o ensayos en el laboratorio. Finalizada las sesiones prácticas, el alumno deberá entregar un informe con los resultados obtenidos y su discusión. Por último, la asignatura también contempla la realización de un trabajo individual o en grupos de dos personas, cuya temática y fecha de entrega serán definidas en clase por parte del profesor. Cabe decir que la participación en clase será valorada positivamente.

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

EVALUACIÓN

MÉTODOS DE EVALUACIÓN* (Completar la tabla relacionando métodos de evaluación, competencias y peso en la calificación de la asignatura.)

Métodos de evaluación	Peso	Competencias
Examen final	50%	CB7, CB8, CG1, E1, E7, E8, E20
Examen/es parcial/es	-	-
Actividades de seguimiento	15%	CB7, CB8, CG1, CG7, E1
Trabajos y presentaciones	15%	CB6, CB7, CB8, CG1, T2, E7, E8
Trabajo experimental o de campo	15%	CB6, CB7, CB8, E7, E8, E20
Proyectos	-	-
Valoración de la empresa o institución	-	-
Participación	5%	CB8

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Explicación de las realizaciones del alumno que permiten la evaluación de competencias, relacionándolos con las competencias y los métodos de evaluación.)

El estudiante debe demostrar que:

- Está familiarizado con los dispositivos semiconductores electrónicos de potencia [CB6, CB7, CB8, CG1, CG7, T2, E7].
- Conoce el funcionamiento de los dispositivos utilizados para la rectificación controlada (monofásica y trifásica), conversión AC-DC, conversión DC-AC, conversión DC-DC y conversión AC-AC [CB6, CB7, CB8, CG1, CG7, T2, E1, E7, E8].
- Conoce las estrategias de control/accionamiento avanzado de motores por medio de Inteligencia Artificial y estimación de velocidad del motor por medio de Redes Neuronales [CB6, CB7, CB8, CG1, CG7, T2, E1, E7, E8, E20].

CALIFICACIÓN (Explicación del sistema de cómputo de la calificación de la asignatura.)

La nota final de la asignatura (NF) se obtiene por medio del examen final (EF) y de la evaluación continua (EC). La evaluación continua (EC), por su parte, consta de las calificaciones de los trabajos de seguimiento (TS), del trabajo final (TF), de los trabajos de laboratorio (TL) y de la participación del estudiante (PE). Los pesos de cada una de estas partes en la nota final son los siguientes:

$$NF = 0,5 EF + 0,5 EC$$

$$EC = 0,15 TS + 0,15 TF + 0,15 TL + 0,05 PE$$

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

No obstante, para aprobar la asignatura se deberá obtener una nota mínima tanto en la evaluación continua (EC) como en el examen final (EF). En las dos partes, se deberá obtener una nota igual o superior a 4 sobre 10. Por último, a partir de la tercera convocatoria (inclusive), no se tendrá en cuenta la nota de la evaluación continua, por lo que la calificación final de la asignatura será igual a la obtenida en el examen final de la correspondiente convocatoria.

EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS (Definir expresiones de cálculo para cada competencia en función de las actividades de evaluación correspondientes.)

- Para la evaluación de la competencia CB6 se usarán como indicadores las notas del trabajo final y del laboratorio.
- Para la evaluación de la competencia CB7 se usarán como indicadores las notas del examen final, de las actividades de seguimiento, del trabajo final y del laboratorio.
- Para la evaluación de la competencia CB8 se usarán como indicadores las notas del examen final, de las actividades de seguimiento, del trabajo final, del laboratorio y la participación del alumno.
- Para la evaluación de la competencia CG1 se usarán como indicadores las notas del examen final, de las actividades de seguimiento, y del trabajo final.
- Para la evaluación de la competencia CG7 se usará como indicador la nota de las actividades de seguimiento.
- Para la evaluación de la competencia T2 se usará como indicador la nota del trabajo final.
- Para la evaluación de la competencia E7 se usarán como indicadores las notas del examen final, del trabajo final y del laboratorio.
- Para la evaluación de la competencia E8 se usarán como indicadores las notas del examen final, del trabajo final y del laboratorio.
- Para la evaluación de la competencia E20 se usarán como indicadores las notas del examen final y del laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA (recomendada y accesible al alumno.)

Básica:

- MOHAN, N.; UNDELAND, T. M. y ROBBINS, W. P.: "Power electronics: converters, applications and design". 3ª Ed. Nueva York: John Willey & Sons, 2003.
- LEONHARD, Werner: "Control of electrical drives". 3ª Ed. Berlín: Springer, 2001.
- KRAUSE, Paul C.: "Analysis of electric machinery and drive systems". 3ª Ed. Nueva York: IEEE Wiley-Interscience, 2013.
- FRAILE, Jesús: "Máquinas eléctricas". 6ª Ed. Madrid: McGraw-Hill, 2008.
- BARRADO, Andrés y LÁZARO, Antonio: "Problemas de electrónica de potencia". Madrid: Pearson-Prentice Hall, 2007.

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).



PERSONA CIENCIA EMPRESA
UNIVERSITAT RAMON LLULL

ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS

MATERIA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática

MÓDULO: M4 (Especialización)

ESTUDIOS: Máster en Ingeniería Industrial

Complementaria:

- BOSE, Bimal K.: "Modern power electronics and AC drives". Nueva Jersey: Prentice-Hall, 2002.
- NOVOTNY, D. W. y LIPO, T. A.: "Vector control and dynamics of AC drives". Nueva York: Oxford University Press, 1996.
- BOLDEA, Ion y NASAR, Syed A.: "Vector control of AC drives". Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group, 1992.
- VAS, Peter: "Vector control of AC machines". Nueva York: Oxford University Press, 1990.
- VAS, Peter: "Electrical machines and drives: a space-vector theory approach". Nueva York: Oxford University Press, 1992.
- KAZMIERKOWSKI, Marian P.; KRISHNAN, R. y BLAABJERG, Frede: "Control in power electronics: selected problems". California: Academic Press (Elsevier): 2002.
- OGATA, Katsuhiko: "Ingeniería de control moderna". 5ª Ed. Madrid: Pearson Educación, 2010.

HISTÓRICO DEL DOCUMENTO

MODIFICACIONES ANTERIORES (Indicar fecha y autor/es, las más recientes primero.)

19 de junio de 2017, Prof. Dr. Alejandro Rolán.

27 de julio de 2016, Prof. Dr. Alejandro Rolán.

2 de octubre de 2015, Prof. Dr. Alejandro Rolán.

ÚLTIMA REVISIÓN (Indicar fecha y autor/es.)

18 de junio de 2018, Prof. Dr. Alejandro Rolán.

* Estas características no deben ser modificadas sin la aprobación de los órganos responsables de las estructuras académicas de nivel superior (materia, módulo y/o plan de estudios).