



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

# GUIA DOCENTE

CURSO 2023-24

## DOBLE GRADO ING. ELÉCTRICA + ING. ENERGÉTICA

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

CONTROL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

**Denominación en Inglés:**

Control of Electric Machines

**Código:**

609417214

**Tipo Docencia:**

Presencial

**Carácter:**

Obligatoria

**Horas:**

	<b>Totales</b>	<b>Presenciales</b>	<b>No Presenciales</b>
<b>Trabajo Estimado</b>	150	60	90

**Créditos:**

<b>Grupos Grandes</b>	<b>Grupos Reducidos</b>			
	<b>Aula estándar</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Prácticas de campo</b>	<b>Aula de informática</b>
4.5	0	1.5	0	0

**Departamentos:**

ING.ELECT. Y TERMICA, DE DISEÑO Y PROY.

**Áreas de Conocimiento:**

INGENIERIA ELECTRICA

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre**

Primer cuatrimestre

**DATOS DEL PROFESORADO (\*Profesorado coordinador de la asignatura)**

<b>Nombre:</b>	<b>E-mail:</b>	<b>Teléfono:</b>
* Jaime Prieto Thomas	jpthomas@dfaie.uhu.es	959 217 574
Manuel Jesus Castilla Gomez	manuel.castilla@die.uhu.es	959 217 570

**Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc... )**

Profesor: Jaime Prieto Thomas. Despacho ETP-329.

Profesor: Manuel Jesús Castilla Gómez. Despacho ETP-333.

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de Contenidos:

#### 1.1 Breve descripción (en Castellano):

Aplicaciones con accionamientos eléctricos.

Dispositivos electrónicos de potencia.

Convertidores electrónicos para máquinas eléctricas.

Control de máquinas de corriente continua.

Control de máquinas de corriente alterna síncronas y asíncronas.

Selección y diseño de accionamientos eléctricos.

#### 1.2 Breve descripción (en Inglés):

Applications with electric drives.

Power electronic devices.

Power converters for electric machinery.

Control of DC machines.

Control of AC synchronous and asynchronous machines.

Design and selection of electric drives.

### 2. Situación de la asignatura:

#### 2.1 Contexto dentro de la titulación:

La materia objeto de esta guía se centra en el desarrollo de las competencias específicas E02 y E07 de la especialidad de Electricidad. Por sus contenidos, esta asignatura aportará conocimientos tecnológicos avanzados orientados a obtener el máximo aprovechamiento de las máquinas y los accionamientos eléctricos; aplicando las últimas tecnologías de convertidores electrónicos de potencia y sistemas de control. Las máquinas eléctricas son elementos clave en los procesos de conversión de energía. El conocimiento de sus distintas formas de control y regulación son fundamentales para abordar un adecuado diseño y/o explotación de los sistemas eléctricos en todos los niveles. Desde este punto de vista, sus contenidos son una herramienta importante para un mejor aprovechamiento de asignaturas como Centrales Eléctricas, Explotación y Control de Sistemas Eléctricos de Potencia o Fuentes Alternativas de Energía. Es igualmente una asignatura adecuada para la realización de trabajos y proyectos, pues el enfoque de accionamiento eléctrico y su aplicación al proceso productivo en que se instale proporcionan una completa visión del proyecto de ingeniería.

## 2.2 Recomendaciones

Para un óptimo aprovechamiento de la asignatura, el alumno debe de haber adquirido unos conocimientos previos en las asignaturas de Máquinas Eléctricas, sobre el comportamiento de cada tipo de máquina eléctrica; en la asignatura de Electrónica Industrial, respecto a los distintos dispositivos electrónicos básicos; y en la asignatura de Teoría de Circuitos, en cuanto al comportamiento transitorio de los circuitos eléctricos.

## 3. Objetivos (resultado del aprendizaje, y/o habilidades o destrezas y conocimientos):

- Conocer los principios de control electrónico de las máquinas eléctricas.
- Proporcionar a los alumnos criterios de selección de máquinas eléctricas en el contexto de su aplicación como accionamiento eléctrico.
- Conocer el funcionamiento y estructura interna de los accionamientos en sus distintos modos de funcionamiento.
- Presentar una introducción al cálculo y diseño del control electrónico de las máquinas eléctricas.

## 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

### 4.1 Competencias específicas:

**E02:** Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.

**E07:** Conocimiento aplicado de electrónica de potencia.

### 4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

**CB2:** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

**CB3:** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**G01:** Capacidad para la resolución de problemas.

**G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

**G07:** Capacidad de análisis y síntesis.

**G17:** Capacidad para el razonamiento crítico.

**TC2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.

**TC3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1 Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Trabajo Individual/Autónomo del Estudiante.

### 5.2 Metodologías Docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3 Desarrollo y Justificación:

- Sesiones académicas teóricas: como medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas, destacando los aspectos más importantes de los mismos e intercalando ejercicios entre las explicaciones teóricas cuando se estime oportuno. Estas sesiones teóricas se impartirán de manera regular al inicio de cada tema. A través de las sesiones teóricas se desarrollarán las siguientes competencias: E02, E07, CB2, CB3, G01, G04, G07, G17, T01, T02.
- Sesiones académicas prácticas: Realización de montajes y ensayos de las máquinas estudiadas, en correlación con los conceptos teóricos impartidos. Las diferentes competencias que se potenciarán a través de las sesiones prácticas son: E02, E07, CB2, CB3, G01, G04, G07, G17.
- Tutorías especializadas: Sesiones colectivas al final de cada bloque temático, para resolver dudas comunes y puntuales de forma activa y participativa por parte del alumno. Se proporcionará material de trabajo (apuntes, colecciones de ejercicios, etc.) al inicio de cada tema, para una adecuada previsión y planificación por parte del alumno.
- Seminarios: Exposición y debate de trabajos propuestos, organizados en seminarios, en los que se

practiquen las capacidades de trabajo en grupo, exposición, defensa y discusión de un tema o trabajo. Las diferentes competencias que se potenciarán a través de las sesiones de seminarios son: E02, E07, CB2, CB3, G01, G04, G07, G17, T01, T02.

- Pruebas parciales: Al final del primer bloque temático se realizará una prueba parcial, que sirva como realimentación para el alumno, de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la asignatura.

## **6. Temario Desarrollado**

### **BLOQUE I: MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS**

#### **TEMA 1. ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS.**

1. Introducción a los accionamientos eléctricos. 2. Aplicaciones y configuraciones básicas. 3. Máquinas eléctricas: Comportamiento mecánico y eléctrico. 4. Tipos de carga arrastrada. 5. Parámetros de control. 6. Convertidores estáticos básicos.

#### **TEMA 2. CONTROL DE MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA.**

1. Conceptos básicos. 2. Circuito equivalente y característica mecánica. 3. Métodos de control de velocidad y par. 4. Control con fuentes de alimentación ideales.

#### **TEMA 3. CONTROL DE MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA.**

1. Conceptos básicos. 2. Circuito equivalente del motor de inducción y característica mecánica. 3. Métodos de control por variación de tensión. 4. Métodos de control por variación de frecuencia. 5. Regulación de máquinas asíncronas de rotor devanado. 6. Circuito equivalente de la máquina síncrona y característica mecánica. 7. Métodos de control por variación de frecuencia. 8. Modelo dinámico y control vectorial de máquinas de corriente alterna.

### **BLOQUE II: ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y CONVERTIDORES ESTÁTICOS**

#### **TEMA 4. ELECTRÓNICA DE POTENCIA**

1. Elementos básicos. 2. Clasificación de convertidores. 3. Rectificadores AC-DC. 4. Reguladores DC-DC. 5. Inversores DC-AC. 6. Convertidores AC-AC.

#### **TEMA 5. CONVERTIDORES PARA MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

1. Convertidores para máquinas de corriente continua. 2. Convertidores para máquinas de corriente alterna. 3. Arrancadores estáticos. 4. Aplicaciones y métodos de control.

**TEMA 6. SELECCIÓN DE ACCIONAMIENTOS.** 1. Introducción. 2. Características nominales de las máquinas eléctricas. 3. Características nominales de los convertidores. 4. Elementos de protección. 5. Consideraciones energéticas y de calidad.

## 7. Bibliografía

### 7.1 Bibliografía básica:

1. "Máquinas eléctricas". Jesús Fraile Mora. McGraw-Hill, 6ª ed, 2008.
2. "Máquinas eléctricas". S. J. Chapman. McGraw-Hill, 2005.
3. "Convertidores de frecuencia para motores de corriente alterna: funcionamiento y aplicaciones". J. M. Merino Azcárraga. McGraw-Hill, 1998.
4. "Manual de accionamientos eléctricos", Tomos I y II. J. M. Merino Azcárraga. Ed. CADEM, 1998.
5. "Analysis of electric machinery". P. C. Krause y otros. IEEE Press, 1995.
6. "Electronica de Potencia: convertidores, aplicaciones y diseño". Mohan, Undeland, Robins. Ed. McGraw-Hill, 2009.
7. "Accionamientos eléctricos a velocidad variable". VOL 1. Jean Bonal. Editions TEC & DOC, 1999.
8. "Iniciación a la variación de velocidad". Cuaderno Técnico Grupo Schneider, 1998.
9. "Vector control of ac machines". Peter Vas. Oxford University Press, 1990.
10. "Electrónica industrial. Electrónica de potencia". Hansruedi Bühler. Ed. Gustavo Gili, 1990.
11. "Control electrónico de los motores de corriente alterna". R. Chauprade, F. Milsant. Ed. Gustavo Gili, 1983.
12. "Máquinas y accionamientos eléctricos". R. Faure Benito. Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos, 2000.

### 7.2 Bibliografía complementaria:

- "Máquinas Eléctricas", Jesús Fraile Mora. McGraw-Hill, 2008. "Convertidores de frecuencia para motores de corriente alterna: funcionamiento y aplicaciones". J. M. Merino Azcárraga. McGraw-Hill, 1998. Libros de referencia principal para la asignatura
- "Electrotecnia Práctica". F. J. Alcántara Benjumea, J. L. Flores Garrido, S. Pérez Litrán, A. Pérez Vallés, J. Prieto Thomas, J. Rodríguez Vázquez, P. Salmerón Revuelta, R. Sánchez Herrera. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, Colección Materiales para la Docencia nº 35, 2004. (Cap. VI). Referencia para la realización de las prácticas de laboratorio y su elaboración posterior.
- "Manual de operación del excitador de frecuencia variable ETL-175", Feedback, 1998.
- "Manual de operación del convertidor de frecuencia SYS DRIVE 3G3FV", OMRON, 1997.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación

### 8.1 Sistemas de evaluación:

- Examen de Teoría/Problemas.
- Examen de Prácticas.

### 8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

#### 8.2.1 Convocatoria I:

La evaluación de los conocimientos y competencias se realizarán a través de la realización de problemas, prácticas y trabajos relacionados con los bloques temáticos descritos anteriormente.

- Se propone la realización de un examen teórico - práctico, consistente en la interpretación de una serie de cuestiones teóricas y en la resolución de un número determinado de problemas. A este examen se le dará un peso en la nota final de la asignatura del 80%. El peso relativo de cada parte se indicará en el enunciado del examen. Con estas pruebas se evaluarán las siguientes competencias: E02, E07, CB2, CB3, G01, G04, G07, G17, T01, T02.

- Las prácticas de laboratorio tendrán un peso en la nota final de la asignatura del 20%. La asistencia a prácticas no es obligatoria, si bien los alumnos tendrán que superar las pruebas correspondientes. Con estas pruebas se evaluarán las siguientes competencias: E02, E07, CB2, CB3, G01, G04, G07, G17.

Para superar la asignatura es necesario alcanzar un mínimo de 4 sobre 10 en cada parte, y que la media final supere el 5. Dichas partes superadas o compensables (nota mayor o igual que cuatro) se conservan hasta la Convocatoria II. En el caso de que un alumno se presente para mejorar la calificación de una de las partes en una convocatoria posterior, la nota correspondiente pasa a ser la última que se haya evaluado.

Las Convocatorias III y Extraordinaria se registrarán por el sistema de evaluación única, con una serie de cuestiones teóricas (40%), resolución de problemas (40%) y cuestiones prácticas (20%). Estas calificaciones son independientes de las obtenidas a lo largo del cuatrimestre y de las convocatorias ordinarias I y II.

No se permitirá el uso de calculadoras programables ni teléfonos móviles en los exámenes.

#### 8.2.2 Convocatoria II:

Ver lo indicado en Convocatoria I.

#### 8.2.3 Convocatoria III:

Ver lo indicado en Convocatoria I.

#### 8.2.4 Convocatoria extraordinaria:



Ver lo indicado en Convocatoria I.

### 8.3 Evaluación única final:

#### 8.3.1 Convocatoria I:

En el sistema de evaluación única final se realizarán una serie de cuestiones teóricas (40%), resolución de problemas (40%) y cuestiones prácticas (20%). Estas calificaciones son independientes de las obtenidas a lo largo del cuatrimestre y de las convocatorias ordinarias.

No se permitirá el uso de calculadoras programables ni teléfonos móviles en los exámenes.

#### 8.3.2 Convocatoria II:

Ver lo indicado en Convocatoria I.

#### 8.3.3 Convocatoria III:

Ver lo indicado en Convocatoria I.

#### 8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

Ver lo indicado en Convocatoria I.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

Fecha	Grupos Grandes	G. Reducidos				Pruebas y/o act. evaluables	Contenido desarrollado
		Aul. Est.	Lab.	P. Camp	Aul. Inf.		
11-09-2023	3	0	0	0	0		Tema 1
18-09-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 1
25-09-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 2
02-10-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 2
09-10-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 3
16-10-2023	3	0	1.5	0	0	Examen prácticas	Tema 3
23-10-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 3
30-10-2023	3	0	0	0	0		Tema 3
06-11-2023	3	0	1.5	0	0		Temas 1 a 3
13-11-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 4
20-11-2023	3	0	1.5	0	0		Tema 4
27-11-2023	3	0	1.5	0	0	Exámenes prácticas	Tema 5
04-12-2023	3	0	0	0	0		Tema 5
11-12-2023	3	0	0	0	0		Tema 6
18-12-2023	3	0	0	0	0		Temas 4 a 6

**TOTAL                    45                    0                    15                    0                    0**