



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Máquinas Eléctricas
Código	DIE-GITI-312
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad Pontificia Comillas</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y Grado en Administración y Dirección de Empresas [Tercer Curso] Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	7,5 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	FIDEL FERNANDEZ BERNAL
Horario	A determinar por el profesor
Horario de tutorías	A determinar por el profesor

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Fidel Fernández Bernal
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	D-307 Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	Fidel.Fernandez@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Luis Rouco Rodríguez
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	D-122 Francisco de Ricci, 3
Correo electrónico	Luis.Rouco@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Lukas Sigrist
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	Lukas.Sigrist@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Michel Luis Rivier Abbad
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	D-504 Santa Cruz de Marcenado 26



<b>Correo electrónico</b>	Michel.Rivier@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Miguel Tejero Yagüe
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Despacho</b>	D-301 Alberto Aguilera 25
<b>Correo electrónico</b>	mtejero@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Pablo Frías Marín
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Despacho</b>	6ª planta. Alberto Aguilera 25
<b>Correo electrónico</b>	Pablo.Frias@iit.comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Álvaro Ortega Manjavacas
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	aortega@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Daniel Fernández Alonso
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	dfalonso@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Eduardo Lorenzo Cabrera
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	elcabrera@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Fernando Ibañez Barrado
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	fibanez@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Francisco Javier Ponce Cintas
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	fjponce@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Francisco José Villalba Rosa
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica



Correo electrónico	fjvillalba@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Javier García Aguilar
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Francisco de Ricci, 3
Correo electrónico	jgaguilar@comillas.edu
Teléfono	4511
<b>Profesor</b>	
Nombre	Javier Herrero Fuerte
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	j.herrero@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Julio Rafael Portillo García
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	jrportillo@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Luis Díez Maroto
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	Luis.Diez@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Manuel Gómez de la Calle
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	mgdecalle@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Manuel Pérez Bravo
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	mperezb@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Nicolás Afonso Ferrer
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	nafonso@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura



## Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Electromecánica requiere un conocimiento profundo de Ingeniería Eléctrica por lo que esta asignatura amplía los conocimientos eléctricos adquiridos en las asignaturas de "Circuitos eléctricos", 1º curso, y "Electrotecnia" y "Campos Electromagnéticos", 2º curso.

Al finalizar el curso los alumnos conocerán los tipos de máquinas más habituales en los sistemas eléctricos con especial énfasis en los sistemas trifásicos: transformadores, maquinas de inducción y máquinas síncronas.

La asignatura tiene un claro carácter experimental por lo que los alumnos también serán capaces de ensayar según normas los tres tipos de máquinas, y de analizar en el laboratorio su comportamiento en carga y en vacío.

## Prerequisitos

Asignaturas relacionadas: Electrotecnia y Campos electromagnéticos de 2º curso.

Para la teoría se requieren conocimientos básicos de electromagnetismo, capacidad para la resolución de circuitos eléctricos, y capacidad de cálculo vectorial y numérico.

Por su parte, en el laboratorio de la asignatura se precisan conocimientos básicos de seguridad eléctrica, manejo de equipos de medida, montaje de esquemas eléctricos y la elaboración de informes de ensayos. Finalmente, se requiere el manejo adecuado de aplicaciones informáticas en la ingeniería.

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG03</b>	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
<b>CG04</b>	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
<b>CG05</b>	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

#### ESPECÍFICAS

<b>CEE01</b>	Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.
<b>CRI04</b>	Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Comprender y elegir el modelo adecuado de máquina eléctrica para el problema concreto que se pretende resolver
<b>RA2</b>	Calcular caídas de tensión, rendimientos y corrientes de cortocircuito en transformadores. Valorar dichos resultados dentro de contexto y elegir adecuadamente el transformador para optimizar su funcionamiento



RA3	Determinar el punto de operación de máquinas de inducción y máquinas síncronas y el efecto que ejercen las distintas variables de la instalación
RA4	Realizar ensayos normalizados de máquinas eléctricas para caracterizar las máquinas y obtener los modelos equivalentes correspondientes. Valorar adecuadamente los resultados de dichos ensayos.
RA5	Comprender y aplicar criterios y procedimientos de seguridad en los ensayos a máquinas eléctricas.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Teoría

##### Tema 1: Ampliación de transformadores monofásicos y trifásicos

1. Repaso de fundamentos de Campos Electromagnéticos aplicados a las máquinas eléctricas.
2. Repaso del modelo físico, modelo eléctrico, magnitudes unitarias, ensayos, índice horario.
3. Caída de tensión. Valor máximo. Aproximación de Kapp. Efecto del factor de potencia. Valores típicos.
4. Corriente de cortocircuito. Potencia de cortocircuito. Valores típicos. Efectos Electrodinámicos.
5. Rendimiento. Grado óptimo de carga y factor de potencia. Valores típicos.
6. Manejo de catálogos y placa de características.
7. Fundamentos de autotransformadores.

##### Tema 2: Profundización en los fundamentos de máquinas eléctricas rotativas

1. Tipos de máquinas rotativas.
2. Principio de funcionamiento de la máquina de corriente continua. Modelo simplificado. Regulación básica de velocidad. Par.
3. Máquina de corriente alterna. Campo magnético giratorio. Fuerza electromotriz inducida. Devanados distribuidos y acortados. Máquinas multipolares.
4. Principios básicos de funcionamiento de la máquina síncrona. Par motor y generador. Par máximo. Tipos constructivos.
5. Principios básicos de funcionamiento de la máquina de inducción de jaula de ardilla. Tipos constructivos.

##### Tema 3: La máquina de inducción

1. Circuito equivalente. Valores típicos.
2. Curva par-deslizamiento. Modos de funcionamiento. Curva par-velocidad.
3. Manejo de catálogos y placa características. Ensayos.
4. Problemática del arranque. Arranque estrella-triángulo. Arranque por resistencia adicional rotórica. Doble jaula. Ranuras profundas.
5. Motor monofásico. Funcionamiento básico y métodos de arranque.
6. Regulación de velocidad mediante control V/f y aplicación al arranque suave.

##### Tema 4: La máquina síncrona

1. Circuito equivalente. Valores típicos. Ensayos.
2. Diagrama vectorial de tensiones y flujos. Cargas inductivas y capacitivas y efectos magnetizantes y desmagnetizantes.
3. Funcionamiento sobre carga pasiva: regulación de tensión y velocidad. Característica exterior. Curva de regulación.



4. Funcionamiento sobre red infinita: regulación de potencias activa y reactiva. Curvas en V de Mordey.

5. Límites de funcionamiento y ábaco PQ.

## Laboratorio

Laboratorio

**SE. Seguridad eléctrica.** Efectos de la corriente eléctrica. Medidas de protección. Normas de seguridad.

**T1. Ensayos de rutina de transformador trifásico.** Medida de resistencia. Ensayo de vacío. Ensayo de cortocircuito. Modelo equivalente.

**T2. Autotransformador.** Construcción de un autotransformador. Ensayo de carga resistiva: cálculo de la caída de tensión y del rendimiento.

**A1. Ensayos de rutina de máquina asíncrona.** Medida de resistencia. Ensayo de vacío. Ensayo de rotor bloqueado. Modelo equivalente en L.

**A2. Ensayo en carga de la máquina asíncrona.** Ensayo de carga como motor y generador, con tarado de la máquina auxiliar (máquina de corriente continua), para el cálculo del rendimiento por balance de potencias.

**S1. Ensayos de rutina de la máquina síncrona.** Medida de resistencia. Ensayo de vacío. Ensayo de cortocircuito. Modelo equivalente.

**S2. La máquina síncrona como generador sobre carga pasiva.** Sin regulación. Con regulación de tensión. Con regulación de velocidad.

**S3. La máquina síncrona como generador sobre red infinita.** Acoplamiento de la máquina síncrona a la red eléctrica. Control de potencias activa y reactiva. Funcionamiento como compensador síncrono.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

#### Metodología Presencial: Actividades

- Lección expositiva:** Exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes. Previa a las sesiones teóricas se podrán realizar pequeñas pruebas para evaluar el trabajo no presencial de los alumnos.
- Resolución en clase de problemas ejemplo:** Resolución de algún problema clave para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
- Resolución en clase de problemas propuestos:** Resolución de problemas que el alumno ha debido preparar previamente. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
- Resolución grupal de problemas.** El profesor planteará pequeños problemas que los alumnos resolverán en pequeños grupos en clase y cuya solución discutirán con el resto de grupos.
- Prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas. Las prácticas de laboratorio requerirán de la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio. Previamente a toda práctica de laboratorio se realizará una pequeña prueba para comprobar la preparación de la misma así como el análisis de la última práctica.
- Tutorías** se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas. Y también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

CG03, CG04, CG05,  
CEE01, CRI04



## Metodología No presencial: Actividades

- Estudio del material presentado en clase.** Actividad realizada individualmente por el estudiante repasando y completando lo visto en clase.
- Estudio del material teórico no presentado en clase.** Algunos temas serán estudiados por el alumno sin presentación teórica en clase. Se mandarán problemas y actividades individuales y cooperativas que luego se discutirán en clase para asegurarse de la correcta comprensión por parte del alumno.
- Resolución de problemas propuestos.** La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
- Trabajo en grupo.** Se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar una tarea fuera del horario lectivo que requerirá compartir la información y los recursos entre los miembros con vistas a alcanzar un objetivo común.
- Preparación de las prácticas** de laboratorio y elaboración de los informes de laboratorio.

CG03, CG04, CG05,  
CEE01, CRI04

El objetivo principal del trabajo no presencial es entender y comprender los conceptos de la asignatura, que sólo pueden alcanzarse mediante el trabajo del alumno.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES		
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Prácticas de laboratorio
34.00	25.00	16.00
HORAS NO PRESENCIALES		
Resolución de problemas de carácter práctico o aplicado	Estudio de conceptos teóricos fuera del horario de clase por parte del alumno	Prácticas de laboratorio
41.00	75.00	34.00
<b>CRÉDITOS ECTS: 7,5 (225,00 horas)</b>		

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
Exámenes	<p>Exámenes de carácter teórico-práctico: intertrimestral y final</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> <li>Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	63
	<p>Pruebas cortas de evaluación continua</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión de conceptos.</li> </ul>	



Evaluación continua del rendimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li><li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li></ul> Asistencia y participación en clase	7
Evaluación del trabajo experimental	Informes y Ensayos <ul style="list-style-type: none"><li>• Actitud responsable en el trabajo en un entorno de riesgo eléctrico.</li><li>• Realizar montajes eléctricos, uso de equipos de medida/control, y ejecución de los ensayos.</li><li>• Aplicación de conceptos a la realización de prácticas en el laboratorio.</li><li>• Análisis crítico de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.</li><li>• Presentación y comunicación escrita.</li></ul> Examen práctico <ul style="list-style-type: none"><li>• Montaje eléctrico. Realizar montajes eléctricos, uso de equipos de medida/control, y ejecución de los ensayos.</li><li>• Ensayo eléctrico. Realizar y explicar el ensayo.</li><li>• Informe del examen<ul style="list-style-type: none"><li>◦ Esquemas de montaje</li><li>◦ Explicación de ensayos y análisis crítico de los resultados</li><li>◦ Preguntas del enunciado y comprensión de conceptos.</li><li>◦ Presentación y comunicación escrita.</li></ul></li></ul>	30

## Calificaciones

### Convocatoria ordinaria

**Nota Total:** 70% Teoría + 30% Laboratorio

**Teoría** (sobre 100%): 5% nota de clase, 5% prueba de seguimiento (prueba corta), 20% examen intersemestral, 70% examen final. La prueba corta se realizará en horas de clase.

**Laboratorio** (sobre 100%): 50% prácticas de laboratorio y 50% examen práctico final. Para aprobar el laboratorio se exige una **nota mínima de 5 en el examen práctico**. En caso de suspender el laboratorio, se tendrán que repetir las partes suspensas (examen teórico y/o examen práctico).

Para aprobar la asignatura se exige una **nota mínima de 5 en teoría y laboratorio**. Si se aprueba una parte y se suspende otra, en el acta figurará la calificación de la parte suspendida y se guardará la calificación de la parte aprobada hasta la convocatoria extraordinaria.

La asistencia a clase es obligatoria. La inasistencia no justificada a más de un 15% de las clases de teoría podría suponer la pérdida de la



convocatoria ordinaria. La inasistencia a dos o más prácticas del laboratorio (justificadas o no justificadas) podría suponer la pérdida de la convocatoria ordinaria y extraordinaria. En todo caso, para poder asistir al laboratorio es necesario aprobar un test de seguridad eléctrica.

### Convocatoria extraordinaria

**Nota Total:** 70% Teoría + 30% Laboratorio

**Teoría** (sobre 100%): 4.17% nota de clase, 4.17% prueba de seguimiento (prueba corta), 16.67% examen intersemestral, , 75% examen convocatoria extraordinaria.

**Laboratorio** (sobre 100%): 50% prácticas de laboratorio, 50% examen convocatoria extraordinaria. Para aprobar el laboratorio se exige una **nota mínima de 5 en el examen de convocatoria extraordinaria**.

Para aprobar la asignatura se exige una **nota mínima de 5 en teoría y laboratorio**. Si se aprueba una parte y se suspende otra, en el acta figurará la calificación de la parte suspendida. Si se repite la asignatura no se conservará la nota de la parte aprobada si se diera el caso.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- J. Fraile Mora, "Máquinas Eléctricas". 7ª ed., Garceta, Madrid, 2015. ISBN 978-841622813
- J. Fraile Mora, "Problemas de Máquinas Eléctricas". 2ª ed., Garceta, Madrid, 2015. ISBN 978-8416228140
- J. Sanz Feito, "Máquinas Eléctricas". Prentice Hall, Madrid, 2002. ISBN 978-8420533919

### Bibliografía Complementaria

- G.R. Slemon, A. Straughen, "Electric Machines". Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1980. ISBN 978-0201077308

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

[https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792](https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792)