



## 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 [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	7,5 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	Pablo Frías Marín
Horario	Tardes
Horario de tutorías	Mañanas

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Fidel Fernández Bernal
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	Fidel.Fernandez@iit.comillas.edu
Teléfono	2385
<b>Profesor</b>	
Nombre	Luis Rouco Rodríguez
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Francisco de Ricci, 3 [D-122]
Correo electrónico	Luis.Rouco@iit.comillas.edu
Teléfono	6109
<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



<b>Despacho</b>	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-504]
<b>Correo electrónico</b>	Michel.Rivier@iit.comillas.edu
<b>Teléfono</b>	6111
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Miguel Tejero Yagüe
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<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>	Alberto Aguilera 25 Santa Cruz de Marcenado 26
<b>Correo electrónico</b>	Pablo.Frias@iit.comillas.edu
<b>Teléfono</b>	6232
<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
<b>Correo electrónico</b>	fjvillalba@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Javier García Aguilar
<b>Departamento / Área</b>	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
<b>Despacho</b>	Francisco de Ricci, 3
<b>Correo electrónico</b>	jgaguilar@comillas.edu
<b>Teléfono</b>	4511
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Javier Herrero Fuerte
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	j.herrero@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Julio Rafael Portillo García
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	jrportillo@icai.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Luis Díez Maroto
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	Luis.Diez@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Manuel Gómez de la Calle
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	mgdecalle@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Manuel Pérez Bravo
<b>Departamento / Área</b>	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
<b>Correo electrónico</b>	mperezb@comillas.edu
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	Nicolás Afonso Ferrer
<b>Departamento / Área</b>	Departamento de Ingeniería Eléctrica
<b>Correo electrónico</b>	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
------------	--



RA2	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

#### Laboratorio

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

**T2. Ensayo en carga de transformadores trifásicos.** Construcción de un banco trifásico. Cálculo del esquema equivalente a partir de los ensayos de una unidad monofásica. Ensayo sobre carga resistiva: cálculo de la caída de tensión y del rendimiento.

**T3. 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 como motor.** Ensayo de carga como motor, con tarado de la máquina auxiliar (máquina de corriente continua), para el cálculo del rendimiento por balance de potencias.

**A3. Ensayo en carga de la máquina asíncrona como generador.** Ensayo de carga como generador, y determinación del rendimiento.

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

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

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

#### 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.

## **METODOLOGÍA DOCENTE**

### **Aspectos metodológicos generales de la asignatura**

### **RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO**

<b>HORAS PRESENCIALES</b>	
Clase magistral y presentaciones generales	Resolución en clase de problemas prácticos
29.00	20.00
<b>HORAS NO PRESENCIALES</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS: 7,5 (49,00 horas)</b>	

## **EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

### **Calificaciones**



## Convocatoria ordinaria

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

**Teoría** (sobre 100%): 25% pruebas de seguimiento (5% prueba corta y 20% examen intersemestral), 75% examen final. La prueba corta se realizará en horas de clase.

**Laboratorio** (sobre 100%): 25% ensayos e informes, 25% examen teórico 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 suspendidas (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.

## Convocatoria extraordinaria

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

**Teoría** (sobre 100%): 25% calificación que obtuvo el alumno en su **evaluación continua** de la teoría (prueba de seguimiento e intersemestral), 75% examen convocatoria extraordinaria.

**Laboratorio** (sobre 100%): 25% calificación que obtuvo el alumno en su **evaluación continua** del laboratorio (ensayos e informes), 25% examen teórico extraordinario y 50% examen convocatoria extraordinaria. Para aprobar el laboratorio se exige una **nota mínima de 5 en el 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. Si se repite la asignatura no se conservará la nota de la parte aprobada si se diera el caso.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

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)