



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
NombreCompleto	Máquinas Eléctricas
Código	DIE-GITI-312
Título	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Créditos	7,5
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Eduardo Pilo de la Fuente
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-301]
Correo electrónico	eduardo.pilo@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Fidel Fernández Bernal
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25
Correo electrónico	fidelf@icai.comillas.edu
Teléfono	2385
Profesor	
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
Profesor	
Nombre	Lukas Sigrist
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Francisco de Ricci, 3
Correo electrónico	Lukas.Sigrist@iit.comillas.edu
Teléfono	4507



Profesor	
Nombre	Michel Luis Rivier Abbad
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-504]
Correo electrónico	Michel.Rivier@iit.comillas.edu
Teléfono	6111
Profesor	
Nombre	Pablo Frías Marín
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25 Santa Cruz de Marcenado 26
Correo electrónico	Pablo.Frias@iit.comillas.edu
Teléfono	6232
Profesor	
Nombre	Carmen Serrano Alonso
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	csalonso@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Daniel Fernández Alonso
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	dfalonso@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	David Soler Soneira
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	soneira@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Francisco Javier Ponce Cintas
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	fjponce@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Francisco José Villalba Rosa
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	fjvillalba@icai.comillas.edu



Profesor	
Nombre	Gerardo Fernández Magéster
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	gfernandez@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Ignacio Rebollo Rico
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	ignacio.rebollo@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Javier Herrero Fuerte
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	j.herrero@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Luis Díez Maroto
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	Luis.Diez@iit.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Manuel Gómez de la Calle
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	mgdecalle@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Miguel Tejero Yagüe
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	mtejero@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Oswaldo Vázquez Bravo
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Correo electrónico	ovazquez@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.

Prerrequisitos

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

CG03	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.
CG04	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.
CG05	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

ESPECÍFICAS

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

Resultados de Aprendizaje

RA1	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

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

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.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades

1. **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.
2. **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.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **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

1. **Estudio del material presentado en clase.** Actividad realizada individualmente por el estudiante repasando y completando lo visto en clase.
2. **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.
3. **Resolución de problemas propuestos.** La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
4. **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.
5. **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 en clase de problemas prácticos	Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior	Resolución grupal de problemas
29,00	20,00	54,00	5,00
HORAS NO PRESENCIALES			
Prácticas de laboratorio, trabajo previo e informe posterior	Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos por parte del alumno	Estudios y Trabajos de carácter práctico individual	
54,00	41,00	50,00	
CRÉDITOS ECTS: 7,5 (253,00 horas)			

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
LABORATORIO: Examen práctico	<ul style="list-style-type: none"> Montaje eléctrico (10%). Realizar montajes eléctricos, uso de equipos de medida/control, y ejecución de los ensayos. Ensayo eléctrico (20%). Realizar y explicar el ensayo. Informe del examen (70%) <ul style="list-style-type: none"> Esquemas de montaje Explicación de ensayos y análisis crítico de los resultados Preguntas del enunciado y comprensión de conceptos. Presentación y comunicación escrita. 	15 %
	<ul style="list-style-type: none"> Actitud responsable en el trabajo en un entorno de riesgo eléctrico. Realizar montajes eléctricos, uso de equipos de medida/control, y ejecución de los ensayos. 	



LABORATORIO: Ensayo e informe escrito de la práctica realizada	<ul style="list-style-type: none">• Aplicación de conceptos a la realización de prácticas en el laboratorio.• Análisis crítico de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.• Presentación y comunicación escrita.	3 %
LABORATORIO: Ensayo e informe escrito de la práctica realizada	<ul style="list-style-type: none">• Actitud responsable en el trabajo en un entorno de riesgo eléctrico.• Realizar montajes eléctricos, uso de equipos de medida/control, y ejecución de los ensayos.• Aplicación de conceptos a la realización de prácticas en el laboratorio.• Análisis crítico de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio.• Presentación y comunicación escrita.	3 %
TEORÍA: exámenes intertrimestral y final	<ul style="list-style-type: none">• Comprensión de conceptos.• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.• Presentación y comunicación escrita.	49 %
TEORÍA Y LABORATORIO: pruebas tipo test	Teoría <ul style="list-style-type: none">• Comprensión de conceptos.• Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. Laboratorio <ul style="list-style-type: none">• Conocimiento de conceptos básicos del trabajo en laboratorio	28.5 %



	<p>y de seguridad eléctrica.</p> <ul style="list-style-type: none">• Comprensión de los ensayos característicos de las máquinas eléctricas.• Análisis crítico de los resultados obtenidos en los ensayos realizados.	
LABORATORIO:	<ul style="list-style-type: none">• Actitud responsable en el trabajo en un entorno de riesgo eléctrico.• Participación activa en el desarrollo de las prácticas	1.5 %

Calificaciones

Convocatoria ordinaria

Nota Total: 70% Teoría + 30% Laboratorio

Teoría (sobre 100%): 5% prueba de seguimiento (prueba corta), 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 corta + examen intertrimestral), 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



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**GUÍA DOCENTE
2018 - 2019**

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