



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53000553 - Diseño De Maquinas Electricas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BE - Master Universitario En Ingenieria Electrica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53000553 - Diseño de Maquinas Electricas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Básica
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BE - Master Universitario en Ingenieria Electrica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Carlos Antonio Platero Gaona	UD. M.Elect	carlosantonio.platero@upm.es	Sin horario. En cualquier horario previa petición del interesado
Francisco Blazquez Garcia (Coordinador/a)	UD. M.Elect	francisco.blazquez@upm.es	Sin horario. En cualquier horario previa petición del interesado

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías

con el profesorado.

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CE03 - Aplicar los conocimientos adquiridos en los métodos de cálculo de campos electromagnéticos para identificar, formular y resolver problemas en la simulación y el diseño de las máquinas eléctricas y de los equipos e instalaciones eléctricas de alta tensión

CG02 - Ser capaces de aplicar sus conocimientos y su comprensión, así como sus habilidades para resolver problemas, en entornos nuevos o no familiares y en contextos amplios (multidisciplinarios) relativos a su campo de estudio

CG03 - Tener habilidad de integrar conocimientos y de afrontar la complejidad y también de formular juicios a partir de información incompleta o limitada, pero que incluye reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas ligadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CG05 - Haber desarrollado habilidades de aprendizaje que les permitan continuar los estudios de manera ampliamente autodirigida o autónoma

CT01 - Uso de la lengua inglesa

CT02 - Liderazgo de equipos

CT03 - Creatividad

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA15 - Capacidad para realizar el diseño electromagnético de un transformador a partir de unas especificaciones dadas

RA13 - Capacidad para seleccionar la mejor tecnología para una máquina rotativa en función de las especificaciones de funcionamiento

RA14 - Capacidad para realizar el diseño electromagnético de una máquina rotativa a partir de unas especificaciones dadas

RA16 - Capacidad para seleccionar la mejor tecnología para un transformador en función de las especificaciones de funcionamiento

RA17 - Habilidad para la utilización de herramientas computacionales para diseño electromagnético

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Se trata de una materia que, en general, nunca ha sido tratada previamente por los estudiantes salvo la parte inicial, que recordamos a modo de introducción. En esta parte tratamos aspectos muy básicos como, los materiales utilizados en el diseño de máquinas y las ecuaciones utilizadas en la resolución de circuitos magnéticos, en casos lineales y unidimensionales.

A partir de aquí, se plantean las diferencias con los circuitos reales tridimensionales en los que el material magnético entra en saturación. Se observa como en muchos casos la solución analítica es complicada o incluso no existe, planteando la necesidad de recurrir a métodos numéricos de cálculo.

De entre ellos, se destaca al método de los elementos finitos como método numérico para resolución de circuitos magnéticos y, consecuentemente, de máquinas eléctricas. Se explica el funcionamiento de un programa comercial de libre distribución diseñando, a modo de ejemplo, un actuador electromagnético en el que están involucrados los 4 tipos de materiales que componen una máquina eléctrica.

A continuación se comienza el dimensionamiento y el diseño de máquinas convencionales, con el estudio del transformador. Básicamente se trata el concepto de escalado, los métodos clásicos de diseño, mejorados por el método de elementos finitos, para finalizar con una introducción al diseño óptimo, basado en la reducción de pérdidas y coste del equipo.

Utilizando el mismo sistema planteamos el estudio de las máquinas asíncronas, con la diferencia de que se realiza un estudio previo de la teoría de devanados distribuidos.

En tercer lugar, partiendo del diseño de un estator genérico de corriente alterna se introduce el diseño de las máquinas síncronas de imanes permanentes. En función del nivel de inducción en el entrehierro y el tipo de material, quedan definidas las dimensiones del imán permanente y su ubicación en el rotor. El proceso diseño de estator es totalmente igual al caso de los motores de inducción.

Finalmente, se acaba el curso con unas nociones del diseño de máquinas de elevada potencia, con los requerimientos especiales que tienen aspectos tales el aislamiento y la refrigeración.

## 4.2. Temario de la asignatura

1. Materiales empleados en la construcción de máquinas eléctricas: Eléctricos, Magnéticos, Aislantes y Conductores.
2. Resolución de circuitos magnéticos. Fundamentos. Métodos analíticos. Métodos numéricos.
3. Herramientas computacionales para diseño electromagnético.
4. Diseño de máquinas eléctricas convencionales.
  - 4.1. Transformadores
    - 4.1.1. Dimensionamiento
    - 4.1.2. Diseño de detalle
  - 4.2. Máquinas de Inducción
    - 4.2.1. Dimensionamiento
    - 4.2.2. Diseño de detalle
5. Introducción al diseño óptimo de máquinas eléctricas
6. Diseño de máquinas eléctricas para aplicaciones especiales
  - 6.1. Diseño de máquinas de Imanes permanentes
  - 6.2. Diseño de máquinas de elevada potencia

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
4			<b>Clase de programación</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Desarrollo Entrega 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
5	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
6	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Preparación prueba presencial de evaluación</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 05:00
7				<b>Prueba de evaluación presencial 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
8	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00
9	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00

10	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 2</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
11	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12				
13	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 05:00
14	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 05:00
15	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Desarrollo Entrega 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 05:00
16	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Preparación prueba presencial de evaluación</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 06:00
17				<b>Prueba de evaluación presencial 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30  <b>Prueba evaluación final + entregas 1-2-3 obligatorias</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00  <b>Convocatoria extraordinaria +Entregas Obligatorias</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Desarrollo Entrega 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	3%	4 / 10	
4	Desarrollo Entrega 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	3%	4 / 10	
5	Desarrollo Entrega 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	4%	4 / 10	CG03 CT01
6	Preparación prueba presencial de evaluación	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	05:00	%	0 / 10	
7	Prueba de evaluación presencial 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	3 / 10	CG03 CG02 CG05
8	Desarrollo Entrega 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	5%	4 / 10	
9	Desarrollo Entrega 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	05:00	5%	4 / 10	
10	Desarrollo Entrega 2	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	4 / 10	CT02 CG02 CT03 CE03 CT01

13	Desarrollo Entrega 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	5%	4 / 10	
14	Desarrollo Entrega 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	5%	4 / 10	
15	Desarrollo Entrega 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	10%	4 / 10	CG02 CT03 CE03 CT01
16	Preparación prueba presencial de evaluación	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	06:00	%	0 / 10	
17	Prueba de evaluación presencial 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	3 / 10	CG05 CG03 CG02

### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba evaluación final + entregas 1-2-3 obligatorias	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	
17	Convocatoria extraordinaria +Entregas Obligatorias	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	03:00	100%	5 / 10	

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

Esta asignatura está pensada para que los alumnos adquieran parte de las competencias a través del trabajo individual y colectivo.

Por este motivo tanto en la convocatoria ordinaria, mediante sistema de evaluación progresiva, como en la extraordinaria, la entrega de los tres trabajos de la asignatura es obligatoria. En ambas convocatorias hay un examen global que tiene un peso del 50% de la calificación. La diferencia entre ellos es que en la convocatoria ordinaria en este examen global, es posible liberar los bloques temáticos correspondientes a las pruebas de evaluación presencial 1 y 2.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Material didáctico del profesor (I)	Otros	Se trata de las presentaciones que el profesor utiliza en clase y que se proporcionan al alumno en formato electrónico
Material didáctico del profesor (II)	Otros	Se trata de ejemplos resueltos, que se suministra en formato electrónico como material adicional al de clase
Catálogos (I)	Bibliografía	Catálogos o guías de diseño de diferentes fabricantes de transformadores
Catálogos (II)	Bibliografía	Catálogos o guías de diseño de diferentes fabricantes de máquinas rotativas
Brian Chalmers, Alan Williamson. A.C. Machines. Electromagnetics and Design	Bibliografía	Research Studies Press Ltd, 1991

Jimmie J. Cathey. Electric Machines. Analysis and Design Applying MATLAB®	Bibliografía	McGraw-Hill, 2001
MAWELL® Ansoft Users Guide	Bibliografía	2002
Hamid A. Toliyat, Gerald B. Kliman. Handbook of Electric Motors	Bibliografía	Marcel Dekker, Inc, 2004
IEEE Trans. on Energy Conversion	Bibliografía	revista
IEEE Trans. on Magnetics	Bibliografía	revista
Altair-Flux	Otros	Programa de simulación disponible en UPM

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

#### A) Objetivos de Desarrollo Sostenible

La asignatura se relaciona con el ODS 7. En concreto se trabaja para conseguir las metas

7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas

7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética

#### B) Tablones para información sobre la asignatura

La información relativa a las calificaciones obtenidas en las distintas actividades que se desarrollen a lo largo del curso se expondrá en los tablones de la asignatura situados en la puerta de la Unidad Docente de Máquinas Eléctricas (3er piso junto a matemáticas).

Otras informaciones pueden también consultarse a través de las plataformas de tele-enseñanza. Entre éstas cabe destacar:

- Temario de la asignatura

- Bibliografía por temas
- Documentos como transparencias de clase, etc.
- Módulos didácticos de autoaprendizaje.
- Colección de problemas de cada tema
- Colección de exámenes de cursos anteriores con solución.
- Direcciones de contacto de los profesores y foro.

### **C) Página web de la asignatura**

En la página web del Departamento de Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial de la ETSI Industriales-UPM se pueden consultar otras informaciones acerca de la asignatura, así como otros módulos didácticos relacionados con la misma.

