



## Guía docente

# 320168 - CCME - Cálculo y Construcción de Máquinas Eléctricas

Última modificación: 02/04/2024

**Unidad responsable:** Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa  
**Unidad que imparte:** 709 - DEE - Departamento de Ingeniería Eléctrica.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Catalán, Castellano

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** José Ignacio Candela García

**Otros:** José Ignacio Candela García y Joan Montaña Puig

### CAPACIDADES PREVIAS

---

Se considera conveniente haber alcanzado los conocimientos impartidos en la asignatura de Máquinas Eléctricas.

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Específicas:

CE19. ELE: Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.

#### Transversales:

1. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.
2. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.
3. EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 2: Tomar iniciativas que generen oportunidades, nuevos objetos o soluciones nuevas, con una visión de implementación de proceso y de mercado, y que implique y haga partícipes a los demás en proyectos que se deben desarrollar.
4. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 2: Contribuir a consolidar el equipo planificando objetivos, trabajando con eficacia y favoreciendo la comunicación, la distribución de tareas y la cohesión.
5. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 2: Después de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

- Sesiones presenciales de exposición de contenidos.
- Sesiones presenciales de trabajo en el aula.
- Sesiones presenciales de trabajo en el laboratorio.
- Trabajo autónomo de estudio y realización de ejercicios.

En las sesiones de exposición de los contenidos el profesor introducirá las bases teóricas de la materia, conceptos, métodos y resultados ilustrándolo con ejemplos convenientes para facilitar su comprensión.

Los estudiantes dispondrán de toda la documentación en el Campus Digital de la asignatura: presentaciones teóricas, ejercicios resueltos, guiones de prácticas y propuestas de trabajos dirigidos.

Los estudiantes, de forma autónoma, deberán estudiar para asimilar los conceptos y resolver los ejercicios propuestos.



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Dar al estudiante una visión general del diseño de máquinas eléctricas (transformadores, generadores y motores).  
Conocer las reglas y métodos generales de dimensionado de las máquinas eléctricas. Conocer las limitaciones de los materiales empleados (magnéticos, conductores, aislantes y térmicos) con el fin de obtener un diseño optimizado con criterios de ingeniería.  
Se hace especial énfasis en los métodos de diseño que se apoyan en la utilización de programas de elementos finitos.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo mediano	15,0	10.00
Horas grupo pequeño	15,0	10.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### TEMA 1. Introducción

**Descripción:**

Descripción de la topología de los diferentes tipos de máquinas eléctricas.  
Leyes y métodos en el diseño de máquinas eléctricas.  
Los circuitos de las máquinas eléctricas.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h  
Grupo mediano/Prácticas: 2h  
Aprendizaje autónomo: 6h

### TEMA 2. Introducción al cálculo por elementos finitos

**Descripción:**

Introducción al cálculo por elementos finitos  
Uso del programa FEMM

**Dedicación:** 20h

Grupo grande/Teoría: 4h  
Grupo mediano/Prácticas: 2h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h  
Aprendizaje autónomo: 12h



### TEMA 3. El circuito magnético

**Descripción:**

Introducción al circuito magnético. Magnitudes y unidades. Materiales magnéticos normalizados. Curvas B-H. Pérdidas en el hierro.

Ecuación del circuito magnético. Fuerza magnetomotriz a generar. Fuerzas electromotrices de las diferentes máquinas. Entrehierros. Polos. Dientes

Imanes permanentes.

**Objetivos específicos:**

- Conocer las unidades y órdenes de magnitud de los parámetros utilizados en el cálculo de circuitos magnéticos.
- Uso de los imanes permanentes como fuente de campo magnético.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h

### TEMA 4. El circuito eléctrico

**Descripción:**

Introducción al circuito eléctrico. Magnitudes y unidades. Materiales eléctricos comerciales. Influencia de la temperatura. Pérdidas.

Tipos de bobinados. Factores de devanado.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h

### TEMA 5. El circuito dieléctrico

**Descripción:**

Introducción al circuito dieléctrico. Rigidez dieléctrica. Constante dieléctrica. Materiales aislantes comerciales.

Pérdidas de origen dieléctrico. Concepto de tangente de pérdidas.

Aislamiento de las máquinas eléctricas.

Dimensionado de los aislantes.

Disposición de los aislantes mediante capas.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h

## TEMA 6. El circuito térmico

### Descripción:

Introducción al circuito térmico. Características térmicas de los materiales. Formas de transmisión de calor: conducción, convección y radiación.

Generación y evacuación de pérdidas.

Resistencia térmica. Circuitos térmicos equivalentes.

Curvas de calentamiento.

Sistemas de refrigeración y ventilación.

### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h

## TEMA 7. Máquinas eléctricas de corriente continua

### Descripción:

Formas constructivas.

Flujo en el entrehierro. Polos. Bobinados. Pérdidas.

Determinación de parámetros, par, velocidad, potencia.

### Dedicación: 20h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 12h

## TEMA 8. Transformador

### Descripción:

Formas constructivas.

Bobinados. Pérdidas.

Determinación de parámetros, tensiones, corrientes y potencias.

### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h

## TEMA 9. Máquinas síncronas

### Descripción:

Formas constructivas.

Flujo en el entrehierro. Polvos Bobinados. Pérdidas.

Determinación de parámetros, par, velocidad, potencia.

### Dedicación: 10h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 6h



### TEMA 10. Máquinas asincrónicas

**Descripción:**

Formas constructivas.  
Flujo en el entrehierro. Polvos Bobinados. Pérdidas.  
Determinación de parámetros, par, velocidad, potencia.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h  
Actividades dirigidas: 2h  
Aprendizaje autónomo: 6h

### TEMA 11. Máquinas de imanes permanentes

**Descripción:**

Formas constructivas.  
Campo magnético en el entrehierro. Polos. Bobinas Pérdidas.  
Determinación de parámetros, par, velocidad, potencia.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h  
Aprendizaje autónomo: 6h

### TEMA 12. Máquinas de reluctancia variables

**Descripción:**

Formas constructivas.  
Campo magnético en el entrehierro. Polos. Bobinas Pérdidas.  
Determinación de parámetros, par, velocidad, potencia.

**Dedicación:** 10h

Grupo grande/Teoría: 2h  
Grupo mediano/Prácticas: 2h  
Aprendizaje autónomo: 6h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Examen primer bimestre: 30 %
- Examen segundo bimestre: 30 %
- Laboratorio: 25%
- Problemas y actividades: hasta el 75 %

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Las prácticas son presenciales y obligatorias.  
Se puede aprobar la asignatura como evaluación continuada solo con las practicas, los problemas y las actividades.  
Se puede aprobar o complementar la nota con los dos exámenes oficiales, hasta una nota máxima de 10.  
Al examen se puede llevar toda la información bibliográfica que se considere oportuna.



## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Pyrhönen, Juha; Hrabovcová, Valéria; Jokinen, Tapani. Design of rotating electrical machines. Chichester: John Wiley & Sons, 2013. ISBN 9781118581575.
- Corrales Martín, Juan. Cálculo industrial de máquinas eléctricas. Barcelona ; México D.F.: Marcombo Boixareu, DL 1982. ISBN 8426704387.
- Gieras, Jacek F. Permanent magnet motor technology: design and applications. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 9781420064407.

### Complementaria:

- Kulkarni, S. V; Khaparde, S. A. Transformer engineering: design and practice [en línea]. New York: Marcel Dekker, cop. 2004 [Consulta: 07/10/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=243345>. ISBN 0824756533.
- Corrales Martín, Juan. Cálculo modular de máquinas eléctricas . Barcelona: Marcombo Boixareu, cop. 1994. ISBN 8426709850.
- Hamdi, Essam S. Design of small electrical machines. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 1994. ISBN 0471952028.

## RECURSOS

---

### Otros recursos:

Programa de elementos finitos para aplicaciones eléctricas FEMM: <http://www.femm.info/wiki/Download>