



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

**GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

CURSO 2024/25

**MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

## Datos de la asignatura

---

**Denominación:** MÁQUINAS ELÉCTRICAS**Código:** 101311**Plan de estudios:** GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**Curso:** 3**Materia:** MÁQUINAS ELÉCTRICAS**Carácter:** OBLIGATORIA**Duración:** PRIMER CUATRIMESTRE**Créditos ECTS:** 4.5**Horas de trabajo presencial:** 45**Porcentaje de presencialidad:** 40.0%**Horas de trabajo no presencial:** 68**Plataforma virtual:** <https://moodle.uco.es/>

## Profesor coordinador

---

**Nombre:** GONZÁLEZ JIMÉNEZ, JOSÉ RAMÓN**Departamento:** INGENIERÍA ELÉCTRICA Y AUTOMÁTICA**Ubicación del despacho:** Edificio Leonardo da Vinci. 1ª planta. Despacho LV5P100**E-Mail:** p22gojj@uco.es**Teléfono:** +34 957 218 330

## Breve descripción de los contenidos

---

Comprensión de los principios de funcionamiento y aplicaciones de las máquinas eléctricas.

Estudio y análisis del transformador.

Estudio y análisis de la máquina de inducción.

Estudio y análisis de la máquina síncrona.

Estudio y análisis de la máquina de corriente continua.

## Conocimientos previos necesarios

---

### Requisitos previos establecidos en el plan de estudios

Se recomienda haber superado Electrotecnia y Circuitos.

### Recomendaciones

Se recomienda haber superado Electrotecnia y Circuitos.

## Programa de la asignatura

---

### 1. Contenidos teóricos

#### Tema 1: Circuitos magnéticos y conversión de energía

- 1.1. Introducción
- 1.2. Materiales magnéticos
- 1.3. Leyes de los circuitos magnéticos
- 1.4. Imanes permanentes
  - 1.4.1. Generalidades
  - 1.4.2. Circuitos magnéticos con imanes permanentes
  - 1.4.3. Imán permanente de volumen mínimo
- 1.5. Energía y coenergía magnética
- 1.6. Pérdidas de energía en los núcleos ferromagnéticos
- 1.7. Circuitos magnéticos excitados con corriente alterna
- 1.8. Conversión de energía en sistemas magnéticos con movimiento de traslación. Electroimanes
- 1.9. Conversión de energía en sistemas magnéticos con movimiento de rotación. Máquinas eléctricas rotativas

#### Tema 2: Principios generales de las máquinas eléctricas

- 2.1. Introducción
- 2.2. Elementos básicos de las máquinas eléctricas
- 2.3. Colector de delgas y colector de anillos
- 2.4. Devanados
- 2.5. Pérdidas y calentamiento
- 2.6. Potencia asignada o nominal. Tipos de servicio
- 2.7. Rendimiento
- 2.8. F.m.m. y campo magnético en el entrehierro de una máquina eléctrica
- 2.9. F.e.m. inducida en un devanado de una máquina eléctrica
  - 2.9.1. Generalidades
  - 2.9.2. Factores que afectan a la f.e.m. inducida en un devanado
  - 2.9.3. Armónicos de f.e.m.: origen y eliminación
- 2.10. Par electromagnético en las máquinas eléctricas
- 2.11. Clasificación general de las máquinas eléctricas
- 2.12. Análisis cualitativo de las principales máquinas eléctricas

#### Tema 3: Transformadores

- 3.1. Introducción
- 3.2. Principales aspectos constructivos
- 3.3. Principio de funcionamiento de un transformador ideal
- 3.4. Funcionamiento de un transformador real
- 3.5. Circuito equivalente de un transformador
- 3.6. Ensayos del transformador
  - 3.6.1. Ensayo de vacío
  - 3.6.2. Ensayo de cortocircuito
- 3.7. Caída de tensión en un transformador
- 3.8. Pérdidas y rendimiento de un transformador

- 3.9. Corriente de excitación o de vacío de un transformador. Armónicos de la corriente de vacío
- 3.10. Corriente de conexión de un transformador
- 3.11. Transformadores trifásicos
- 3.12. Acoplamiento en paralelo de transformadores
- 3.13. Autotransformadores
- 3.14. Transformadores con tomas
- 3.15. Transformadores de medida

#### **Tema 4: Máquinas Asíncronas o de Inducción**

- 4.1. Introducción
- 4.2. Aspectos constructivos
- 4.3. Principio de funcionamiento
- 4.4. Circuito equivalente del motor asíncrono
- 4.5. Ensayos del motor asíncrono
  - 4.5.1. Ensayo de vacío o de rotor libre
  - 4.5.2. Ensayo de cortocircuito o de rotor bloqueado
- 4.6. Balance de potencias
- 4.7. Par de rotación
- 4.8. Diagrama del círculo
- 4.9. Arranque
- 4.10. Motores de doble jaula de ardilla
- 4.11. Regulación de velocidad
- 4.12. Dinámica del motor asíncrono
- 4.13. Motor de inducción monofásico

#### **Tema 5: Máquinas Síncronas**

- 5.1. Introducción
- 5.2. Aspectos constructivos
- 5.3. Sistemas de excitación
- 5.4. Principio de funcionamiento de un alternador
  - 5.4.1. Funcionamiento en vacío
  - 5.4.2. Funcionamiento en carga. Reacción de inducido
- 5.5. Diagrama fasorial de un alternador. Regulación de tensión
- 5.6. Análisis lineal de la máquina síncrona: el circuito equivalente
- 5.7. Análisis no lineal de la máquina síncrona: Método de Potier o del f.d.p. nulo. Cálculo de regulación
- 5.8. Regulación de tensión en las máquinas síncronas de polos salientes. Teoría de las dos reacciones
- 5.9. Funcionamiento de un alternador en una red aislada
- 5.10. Acoplamiento de un alternador a la red
- 5.11. Potencia activa y reactiva desarrollada por una máquina síncrona acoplada a una red de potencia infinita
- 5.12. Funcionamiento de una máquina síncrona conectada a una red de potencia infinita
- 5.13. Funcionamiento en paralelo de alternadores de potencias similares
- 5.14. Motor síncrono: Características y aplicaciones

#### **Tema 6: Máquinas de corriente continua**

- 6.1. Introducción
- 6.2. Aspectos constructivos
- 6.3. Principio de funcionamiento
- 6.4. Reacción del inducido
- 6.5. Conmutación
- 6.6. Generadores de c.c.: Aspectos generales
- 6.7. Generadores de c.c.: Características de servicio
- 6.8. Motores de c.c.: Aspectos generales
- 6.9. Motores de c.c.: Características de funcionamiento
- 6.10. Motor de c.c.: Métodos de frenado
- 6.11. Funcionamiento de una máquina de c.c. en cuatro cuadrantes
- 6.12. Motor monofásico de c.a. con colector de delgas
- 6.13. Motores de c.c. sin escobillas (brushless motors)

## 2. Contenidos prácticos

TRANSFORMADORES Determinación de la relación de transformación. Comprobación del grupo de conexión de transformadores trifásicos. Ensayo en vacío del transformador. Ensayo de cortocircuito del transformador. Acoplamiento en paralelo de transformado

MÁQUINAS ASÍNCRONA. Arranque del motor trifásico de inducción. Medida de la resistencia de los devanados de un motor de rotor bobinado. Relación de transformación estator-rotor. Ensayo en vacío del motor de inducción. Ensayo en cortocircuito del motor de inducción. La máquina asíncrona funcionando como generador.

MÁQUINA SÍNCRONA Ensayo en vacío del alternador. Ensayo en cortocircuito del alternador. Acoplamiento en paralelo de alternadores. La máquina síncrona funcionando como motor.

MÁQUINA DE CORRIENTE CONTINUA Medida de la resistencia del inductor. Medida de la resistencia del inducido. Arranque del motor C.C. Regulación de velocidad en el motor C.C.

## Bibliografía

---

CHAPMAN STEPHEN J. (2000). Máquinas Eléctricas. MC GRAW-HILL.

CORTES CHERTA M. (1994) Curso moderno de máquinas eléctricas rotativas. Tomo I. EDITORES TÉCNICOS ASOCIADOS.

E.E. STAFF DE M.I.T. (1981) Circuitos Magnéticos y Transformadores. ED. REVERTÉ

FAURE BENITO, Roberto (2000) Máquinas y accionamientos eléctricos. FONDO EDITORIAL DE INGENIERÍA NAVAL.

FITZGERALD, A.E. y otros (1992). Máquinas Eléctricas. MC GRAW-HILL.

FRAILE MORA Jesús (2003) Máquinas Eléctricas. MC GRAW-HILL.

FRAILE MORA, Jesús. Problemas de Máquinas Eléctricas. Schaum. MC GRAW-HILL.

GÓMEZ EXPÓSITO, Antonio.(2002) Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica. MC GRAW-HILL.

LLORENTE ANTÓN, MANUEL. (1994). Cables Eléctricos Aislados. PARANINFO.

MATH WORKS INC. (1996). Matlab. Edición estudiante. PRENTICE HALL

MATH WORKS INC. (1996). Simulink.Edición estudiante. Software de simulación de sistemas dinámicos. PRENTICE HALL

MERINO AZCÁRRAGA, José M<sup>a</sup> (1995) Arranque industrial de motores asíncronos. MCGRAW-HILL.  
 MERINO AZCÁRRAGA, José M<sup>a</sup> (1997) Convertidores de frecuencia para motores de corriente alterna. MCGRAWHILL.  
 MERINO AZCÁRRAGA, José M<sup>a</sup> (1998) Manual de accionamientos eléctricos. EVE.  
 ORTEGA GOMEZ, G y otros.(2002) Problemas resueltos de Máquinas Eléctricas. THOMSON.  
 RAS OLIVA, E. (1988) Transformadores de potencia, de medida y de protección. ED. MARCOMBO  
 ROLDÁN VILORIA, J. (1992). Motores Eléctricos Aplicación Industrial. PARANINFO  
 ROLDÁN VILORIA, J. (1998). Motores Eléctricos. PARANINFO  
 SANJURJO NAVARRO, R (1989) Máquinas eléctricas. MCGRAW-HILL  
 SANZ FEITO, JAVIER (2002). Máquinas Eléctricas. PRENTICE HALL

## Metodología

---

### Adaptaciones metodológicas para alumnado a tiempo parcial y estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales

La adaptación del estudiante a tiempo parcial a la asignatura se llevará a cabo de mutuo acuerdo entre el Profesor

### Actividades presenciales

Actividad	Grupo completo	Grupo mediano	Grupo pequeño	Total
<i>Actividades de acción tutorial</i>	-	1	3	4
<i>Actividades de evaluación</i>	4	-	-	4
<i>Actividades de experimentacion práctica</i>	-	8	6	14
<i>Actividades de exposición de contenidos elaborados</i>	18	-	-	18
<i>Actividades de salidas al entorno</i>	5	-	-	5
<b>Total horas:</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>45</b>

### Actividades no presenciales

Actividad	Total
<i>Actividades de búsqueda de información</i>	5
<i>Actividades de procesamiento de la información</i>	33
<i>Actividades de resolución de ejercicios y problemas</i>	30
<b>Total horas:</b>	<b>68</b>

## Resultados del proceso de aprendizaje

---

### Conocimientos, competencias y habilidades

- CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas en el campo de la Ingeniería Eléctrica.
- CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CU2 Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TIC.
- CEE1 Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.

### Métodos e instrumentos de evaluación

---

Competencias	Examen	Medios de ejecución práctica	Producciones elaboradas por el estudiantado
CB2	X	X	X
CB4	X	X	X
CEE1	X	X	X
CU2	X	X	X
<b>Total (100%)</b>	<b>60%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>
<b>Nota mínima (*)</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

(\*)Nota mínima (sobre 10) necesaria para que el método de evaluación sea considerado en la calificación final de la asignatura. En todo caso, la calificación final para aprobar la asignatura debe ser igual o superior a 5,0.

**Aclaraciones generales sobre los instrumentos de evaluación:**

Cuestionarios, exámenes tipo test, pruebas de respuesta corta y resolución de problemas propuestos se corresponden con el 40% de la evaluación del alumno (Pruebas escritas de respuesta corta, larga, tipo test).

- Será necesario superar el examen tipo test de cada tema.
- Realizar el trabajo en grupo propuesto (Portafolio).
- Realización prácticas laboratorio (Pruebas Prácticas).
- Superar el examen final: Resolución de problemas (nota mínima de 5) y Prueba teórica (nota mínima de 5)

La nota de la asignatura se compondrá en un 60% examen final, un 40% el resto de los métodos de evaluación.

Se considera superada la asignatura si el valor final obtenido es de 5 sobre 10.

**Aclaraciones sobre la evaluación para el alumnado a tiempo parcial y necesidades educativas especiales:**

Para los estudiantes a tiempo parcial se tendrá en cuenta su condición y disponibilidad en la asignatura, tanto en el desarrollo de la misma como en su evaluación. La adaptación del estudiante a tiempo parcial a la asignatura se llevará a cabo de mutuo acuerdo entre el Profesor responsable de la misma y los alumnos implicados al inicio del cuatrimestre.

**Aclaraciones sobre la evaluación de la convocatoria extraordinaria y convocatoria extraordinaria de finalización de estudios:**

La convocatoria extraordinaria de septiembre es para aquellos alumnos que hayan consumido, al menos, una convocatoria, ya sea en el curso académico actual o anteriores. Para la evaluación se regirán por los contenidos y criterios reflejados en la guía docente del curso actual. Serán examinados según la guía del curso anterior y los criterios siguientes:

- Superar el examen final compuesto por:  
Resolución de problemas con nota mínima de 5  
Prueba teórica nota mínima de 5

La convocatoria extraordinaria de abril es para estudiantes que cumplan los requisitos de la convocatoria extraordinaria de finalización de estudios (artículo 74 del del Reglamento 24/2019 de Régimen Académico de los Estudios Oficiales de Grado de la Universidad de Córdoba).

Para asignaturas del primer cuatrimestre, cuando llegue abril se habrá impartido la asignatura en su totalidad, luego debe regirse por los contenidos y criterios de la guía docente del curso actual. Sin embargo, si la asignatura es del segundo cuatrimestre, en abril aún no se habrá finalizado la asignatura, por lo que la convocatoria de abril debe regirse por los contenidos y criterios de la guía docente del curso anterior.

Serán examinados según los criterios siguientes:

- Superar el examen final compuesto por:  
Resolución de problemas con nota mínima de 5  
Prueba teórica nota mínima de 5

**Criterios de calificación para la obtención de Matrícula de Honor:**

*La mención de «Matrícula de Honor» podrá ser otorgada a estudiantes que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9.0. SE DEBE CUMPLIR EL ARTICULO 30.3 DE REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO*

**Objetivos de desarrollo sostenible**

---

Energía asequible y no contaminante  
Industria, innovación e infraestructura  
Ciudades y comunidades sostenibles  
Producción y consumo responsables  
Acción por el clima

---

*Las estrategias metodológicas y el sistema de evaluación contempladas en esta Guía Docente responderán a los principios de igualdad y no discriminación y deberán ser adaptadas de acuerdo a las necesidades presentadas por estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales en los casos que se requieran.  
El estudiantado deberá ser informado de los riesgos y las medidas que les afectan, en especial las que puedan tener consecuencias graves o muy graves (artículo 6 de la Política de Seguridad, Salud y Bienestar; BOUCO 23-02-23).*

---