



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Máquinas eléctricas

Asignatura	Máquinas eléctricas			
Código	V12G320V01504			
Titulación	Grado en Ingeniería Eléctrica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	3	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería eléctrica			
Coordinador/a	Pérez Donsión, Manuel			
Profesorado	Pérez Donsión, Manuel			
Correo-e	donsion@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.donsion.org">http://www.donsion.org</a>			
Descripción general	(*)Los objetivos que se persiguen en esta materia son: - La adquisición de los conocimientos básicos sobre la constitución y el funcionamiento de las máquinas eléctricas clásicas. -El conocimiento del proceso experimental para la caracterización de los distintos tipos de máquinas eléctricas. - El conocimiento de las aplicaciones industriales de los distintos tipos de máquinas eléctricas.			

## Competencias

Código	
B3	CG3 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.
C10	CE10 Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.
D1	CT1 Análisis y síntesis.
D2	CT2 Resolución de problemas.
D6	CT6 Aplicación de la informática en el ámbito de estudio.
D10	CT10 Aprendizaje y trabajo autónomos.
D14	CT14 Creatividad.
D16	CT16 Razonamiento crítico.
D17	CT17 Trabajo en equipo.
D19	CT19 Relaciones personales.

## Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Comprender los aspectos básicos de la constitución y funcionamiento de las máquinas eléctricas.	B3	C10	D1
Estudiar y conocer el proceso experimental seguido para determinar por ensayos los diferentes parámetros de los circuitos equivalentes que caracterización de las diferentes máquinas eléctricas.			D2
Dominar las técnicas de aplicación a los procesos productivos de los distintos tipos de máquinas eléctricas.			D6
Interpretar y Analizar la influencia que diferentes parámetros críticos tienen en el eficiente funcionamiento de las máquinas eléctricas.			D10
			D14
			D16
			D17
			D19

## Contenidos

Tema
------

TEMA I : PRINCIPIOS  
FUNDAMENTALES DE LAS  
MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- Importancia de las máquinas eléctricas.
- Principios básicos de funcionamiento.
- Principios de la conversión electromecánica.
- Campos electromagnéticos. Ecuación de Maxwell.
- Inducción magnética.
- Flujo magnético.
- Fuerza magnetomotriz.
- Reluctancia magnética.
- Paralelismo entre circuitos eléctricos y circuitos magnéticos.
- Máquinas eléctricas (ME).
- Máquina eléctrica elemental.
- Máquinas eléctricas rotativas.
- Fuerza electromotriz inducida.
- Efecto generador.
- Creación de campos magnéticos.
- Fuerza electromagnética.
- Correlación gráfica.
- Estudio del generador elemental.
- Estudio del motor elemental

---

TEMA II: TRANSFORMADORES

Introducción. Aspectos constructivos. Transformador ideal. Funcionamiento de un transformador real. Circuito equivalente de un transformador: fems y tensiones. Ensayos del transformador. Caída de tensión en un transformador. Pérdidas y rendimiento de un transformador. Corriente de excitación en vacío: armónicos de la corriente. Corriente de conexión de un transformador. Simulación de un transformador de dos devanados. Autotransformadores. Transformadores trifásicos: esquemas de conexión. Transformadores de medida y protección. Resolución de problemas

---

TEMA III. CARACTERÍSTICAS  
GENERALES Y ESPECÍFICAS DE  
LAS ME ROTATIVAS

Máquinas eléctricas rotativas. Clasificación.  
-Devanados principales de las máquinas eléctricas.  
-Evolución del circuito magnético.  
-Constitución de las máquinas eléctricas.  
-Clasificación y detalles diferenciales de las máquinas eléctricas.  
-Velocidad síncrona.  
-Principio de funcionamiento de los motores síncronos y asíncronos.  
-Aplicaciones: M. asíncronas-M. síncronas.  
-El generador síncrono.  
-El motor síncrono. Inconvenientes.  
-Materiales utilizados en las ME  
-Circuito magnético. Materiales ferromagnéticos.  
-Ciclo de histéresis.  
-Materiales conductores.  
-Materiales aislantes.  
-Clases de aislamiento y temperaturas admisibles.  
-Degradación del aislamiento.  
-Requisitos que debe satisfacer un aislante.  
Balance de energía.  
-Pérdidas de las máquinas eléctricas.  
-Rendimiento de las máquinas eléctricas.  
-Calentamiento de las máquinas eléctricas.  
-Enfriamiento de las máquinas eléctricas.  
-Clases de servicio de las máquinas eléctricas.

---

Campos magnéticos giratorio y devanados de las ME de ca.

- Campo magnético giratorio.
- Devanados de las máquinas de ca.
- Funcionamiento y aplicaciones de las máquinas asíncrona
- Principio de funcionamiento de las máquinas asíncronas.
- Ley de Biot y Savart.
- Deslizamiento.
- Frecuencias de las corrientes del rotor.
- Máquinas asíncronas. Constitución.
- Devanados de las máquinas asíncronas.
- Circuito equivalente.
- Circuito equivalente con el rotor parado.
- Circuito equivalente con el rotor girando.
- Circuito equivalente: Reducción del rotor al estator.
- Diagrama vectorial.
- Circuito equivalente simplificado.
- Funcionamiento de las máquinas asíncronas.
- Funcionamiento en vacío.
- Funcionamiento con rotor parado.
- Funcionamiento en carga.
- Ensayo de vacío o de rotor libre.
- Ensayo de cortocircuito o de rotor bloqueado.
- Máquinas asíncronas. Balance de potencias.
- Motores asíncronos. Rendimiento.
- Motores asíncronos de alta eficiencia.
- Máquinas asíncronas. Características de par-deslizamiento.
- Funcionamiento como freno.
- Funcionamiento como motor.
- Funcionamiento como generador.
- Máquinas asíncronas. Curvas características.
- Motores asíncronos-Máquinas accionadas.
- Motores asíncronos. Aplicaciones.

Motores de inducción monofásicos

- Sistema monofásico.
  - Constitución y principio de funcionamiento.
  - Equivalencia del motor monofásico a dos motores trifásicos. Teorema de Leblanc.
  - Circuito equivalente.
  - Arranque y características funcionales del motor monofásico.
  - Motor de fase partida.
  - Motor de arranque por condensador.
  - Motor de espira de sombra.
  - Aplicaciones del motor de inducción monofásico.
-

TEMA V: LA MÁQUINA  
SÍNCRONA

- El alternador elemental.
- Constitución de la máquina síncrona.
- Devanado inducido.
- Tipos de inductores.
- Excitación estática.
- Devanado amortiguador.
- Principio de funcionamiento.
- El alternador en vacío.
- Circuito equivalente. Diagrama de Behn-Schenburg.
- Funcionamiento en carga del alternador.
- Con carga resistiva.
- Con carga inductiva.
- Con carga capacitiva.
- Reacción del inducido.
- Diagrama de Behn-Schenburg: Caída de tensión.
- Característica exterior.
- Característica de regulación.
- Diagrama de Behn-Schenburg. Determinación de la reactancia síncrona
- Diagrama de Behn-Schenburg simplificado.
- Representación de las potencias.
- Funcionamiento del alternador en una red aislada.
- Regulación de los alternadores.
- Balance de potencias. Rendimiento.
- El alternador acoplado a una red de potencia infinita.
- Estabilidad del alternador acoplado.
- Marcha en paralelo de dos alternadores.
- Analogía mecánica de la máquina síncrona.
- El motor asíncrono.
- Principio de funcionamiento.
- Campo magnético del estator.
- Motor en vacío.
- Motor en carga.
- Circuito equivalente. Diagrama de Blondel.
- Curvas en V (de Mordey).
- Potencia y par del motor.
- Estabilidad del motor.

TEMA VI: A MÁQUINA DE  
CORRIENTE CONTINUA

Aspectos constructivos de la máquina de corriente continua: Inductor e Inducido. Partes del inducido: el devanado, el colector de delgas y las escobillas. Principios de funcionamiento. Circuito equivalente. Magnitudes fundamentales: FEM y Par. La conmutación y la reacción de inducido. Características de funcionamiento de los motores y generadores de corriente continua: clasificación.- Regulación de velocidad y del par.

TEMA VII: MÁQUINAS  
ELÉCTRICAS ESPECIALES

Motores especiales: motores síncronos de imanes permanentes y motores paso a paso.

TEMA VIII: MANDO Y  
PROTECCIÓN DE LAS  
MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Mando y protección de las Máquinas Eléctricas

PRACTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1: Utilización de las herramientas de simulación adecuadas para analizar un sistema de potencia con transformadores, motores, líneas y cargas  
Práctica 2: Ensayo de un transformador monofásico y determinación de los parámetros del circuito equivalente.  
Práctica 3: Ensayo de un transformador trifásico y determinación de los parámetros del circuito equivalente.  
Práctica 4. Comprobación con osciloscopio de los índices horarios de diferentes conexiones de transformadores trifásicos.  
Práctica 5: Realización de los ensayos de vacío y cortocircuito y determinación de los parámetros del circuito equivalente de un motor asíncrono o de inducción.  
Práctica 6: Determinación mediante ensayos de la característica de vacío de la máquina síncrona

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	52	104	156

Prácticas en aulas de informática	12	24	36
Prácticas de laboratorio	12	21	33
Otros	2	0	2

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	Presentación y justificación de los contenidos teóricos
Prácticas en aulas de informática	Resolución numérica de problemas y simulación informática de los mismos
Prácticas de laboratorio	Elaboración de los ensayos, justificación y análisis de los resultados
Otros	Asistencia a clase y comportamiento activo tanto en clase de aula como de laboratorio. Realización voluntaria de trabajos tutelados.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Se ofrecerán tutorías personalizadas a los alumnos en: EEI. Sede Campus. Profesor: Manuel Pérez Donsión. Despacho 248. Horario: Martes de 11:00 a 13:00 H y de 15:00 a 17:00 H, Miércoles de 9:00 a 13:00 H y Jueves de 9:00 a 11:00 H, durante el período lectivo del primer cuatrimestre y, en otras fechas, en horario acordado con el alumno por teléfono o correo electrónico (donsion@uvigo.es) El profesor atenderá las dudas y consultas de los alumnos.
Prácticas de laboratorio	Se ofrecerán tutorías personalizadas a los alumnos en: EEI. Sede Campus. Profesor: Manuel Pérez Donsión. Despacho 248. Horario: Martes de 11:00 a 13:00 H y de 15:00 a 17:00 H, Miércoles de 9:00 a 13:00 H y Jueves de 9:00 a 11:00 H, durante el período lectivo del primer cuatrimestre y, en otras fechas, en horario acordado con el alumno por teléfono o correo electrónico (donsion@uvigo.es) El profesor atenderá las dudas y consultas de los alumnos.
Prácticas en aulas de informática	Se ofrecerán tutorías personalizadas a los alumnos en: EEI. Sede Campus. Profesor: Manuel Pérez Donsión. Despacho 248. Horario: Martes de 11:00 a 13:00 H y de 15:00 a 17:00 H, Miércoles de 9:00 a 13:00 H y Jueves de 9:00 a 11:00 H, durante el período lectivo del primer cuatrimestre y, en otras fechas, en horario acordado con el alumno por teléfono o correo electrónico (donsion@uvigo.es) El profesor atenderá las dudas y consultas de los alumnos.
Otros	Se ofrecerán tutorías personalizadas a los alumnos en: EEI. Sede Campus. Profesor: Manuel Pérez Donsión. Despacho 248. Horario: Martes de 11:00 a 13:00 H y de 15:00 a 17:00 H, Miércoles de 9:00 a 13:00 H y Jueves de 9:00 a 11:00 H, durante el período lectivo del primer cuatrimestre y, en otras fechas, en horario acordado con el alumno por teléfono o correo electrónico (donsion@uvigo.es) El profesor atenderá las dudas y consultas de los alumnos.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Sesión magistral	Se evaluará la docencia teórica mediante una prueba a base de preguntas cortas. A esta parte se le asigna un peso de tres puntos sobre diez (3/10). Para superar la asignatura es preciso obtener en esta parte un mínimo del 40%, es decir 1,2/10.	30	C10 D1 D10 D16
Prácticas en aulas de informática	Se evaluará, mediante una prueba, la destreza en la resolución numérica de problemas y/o ejercicios. A esta parte se le asigna un peso de tres puntos sobre diez (3/10). Para superar la asignatura es preciso obtener en esta parte un mínimo del 40%, es decir 1,2/10.	30	C10 D2 D6 D14
Prácticas de laboratorio	Se evaluará el trabajo dirigido de simulación y las memorias de prácticas presentadas. A esta parte se le asigna un peso de dos puntos sobre diez (2/10). Para superar la asignatura es preciso obtener en esta parte un mínimo del 40%, es decir 0,8/10.	20	C10 D17 D19
Otros	Se evaluará la asistencia a clase y el comportamiento activo tanto en clase de aula como de laboratorio (2/10). Así pues, a esta parte se le asigna un peso de dos puntos sobre diez (2/10). Para superar la asignatura es preciso obtener en esta parte un mínimo del 40%, es decir 0,8/10.	20	C10 D1 D2 D6 D10 D14 D16 D17 D19

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Compromiso ético: Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizado, y otros) se considera que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el actual curso académico será de suspenso (0.0).

No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

---

### **Fuentes de información**

Jesús Fraile Mora, **Máquinas Eléctricas**, 7ª, 2015,

Enrique Ras Oliva, **Transformadores de Potencia de Medida y de Protección**, 7ª,

Jesús Fraile Mora y Jesús Fraile Ardanuy, **Problemas de Máquinas Eléctricas**, -,

Stephen J. Chapman, **Máquinas Eléctricas**, 5ª,

Manuel Cortés Cherta, **Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas**, -,

---

Recursos y fuentes de información complementaria

(\*)  Máquinas eléctricas. Análisis y diseño aplicando Matlab. Alfaomega. 2008

(\*)  Dynamic Simulation of Electrical Machines using MATLAB/SIMULINK, Chee-Mun Ong. Prentice Hall. 1998

(\*)  Principles of Electric Machines and Power Electronics. Sen, P.C. John Wiley & Sons, 1997

(\*)  Motores síncronos de imanes permanentes. Donsión, Manuel P. y Ferro, Manuel A.F. Monografía N. 151 de la Universidad de Santiago de Compostela, 1990.

Boldea, I. y Nasar, S.A. CRC Press, 1992.

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que continúan el temario**

Diseño y cálculo de máquinas eléctricas/V12G320V01601

Control de máquinas y accionamientos eléctricos/V12G320V01701

---

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Fundamentos de teoría de circuitos y máquinas eléctricas/V12G320V01304

---

#### **Otros comentarios**

Para matricularse en esta materia es necesario haber superado o bien estar matriculado de todas las materias de los cursos inferiores al curso en que está ubicada esta materia

En caso de discrepancias, prevalecerá la versión en castellano de esta guía.

---